

Alexis Vélez Hernández

Percepción del uso de plaguicidas en el valle agrícola de Concá, Arroyo Seco,  
Querétaro.

2025



**Universidad Autónoma de Querétaro**

**Facultad de Ciencias Naturales**

Percepción del uso de plaguicidas en el valle agrícola  
de Concá, Arroyo Seco, Querétaro.

Que como parte de los requisitos para obtener el grado  
de Licenciado en:

**Producción Agropecuaria Sustentable**

Presenta

**Alexis Vélez Hernández**

Querétaro, Qro, marzo, 2025

La presente obra está bajo la licencia:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

**Percepción del uso de plaguicidas en el valle agrícola de Concá, Arroyo Seco,  
Querétaro.**

**TESIS INDIVIDUAL**

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de:

**LICENCIADO EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA SUSTENTABLE**

**Presenta**

**Alexis Vélez Hernández**

**Dirigido por:**

**Dr. Eduardo Luna Sánchez**

**Sinodales**

**Firma**

Dr. Eduardo Luna Sánchez

**Director**

M.C. Mayra Juliana Chávez Alcalá

**Secretario**

Dra. Marcela Quiroz Sodi

**Vocal**

MNH. Francisco Josué López Martínez

**Vocal**

Dr. Miguel Ángel Bartorila

**Vocal**

# INDICE

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN.....   | 4  |
| ABSTRACT.....  | 5  |
| INTRODUCCIÓN.....  | 7  |
| 1.1 Hipótesis.....   | 11 |
| 2.1 Objetivo general .....   | 11 |
| 2.2 Objetivos específicos.....   | 11 |
| CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....   | 14 |
| 1.1 El uso de plaguicidas.....   | 14 |
| 1.2 Orígenes del uso de plaguicidas.....   | 14 |
| 1.3 Clasificación .....  | 15 |
| 1.4 Efectos de plaguicidas en la salud de la población.....  | 21 |
| 1.5 Efectos de los plaguicidas en el medio ambiente.....   | 24 |
| 1.6 Daño a fauna silvestre por plaguicidas .....   | 28 |
| 1.7 Marco regulatorio.....   | 31 |
| 1.7.1 Derechos humanos y plaguicidas. ....   | 31 |
| 1.7.2 Convenios internacionales Rotterdam, Convenio internacional de Estocolmo, Lista PAN (Pesticide Action Network). .... | 34 |
| 1.8 Normatividad mexicana .....  | 36 |
| 1.9 Alternativas al uso de plaguicidas agrícolas. ....   | 40 |
| 1.10 Alternativas botánicas para el control de plagas agrícolas.....   | 42 |
| 1.11 Alternativas de fertilización en cultivos agrícolas. ....   | 43 |
| CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. ....   | 46 |
| 2.1 Localización geográfica y política. ....   | 46 |
| 2.2 Vegetación. ....   | 47 |
| 2.3 Fauna .....  | 47 |
| 2.4 Clima .....  | 47 |
| 2.5 Suelo .....  | 47 |
| 2.6 Hidrografía.....   | 47 |
| 2.7 Socioeconómico .....   | 48 |
| 2.8 Manejo de residuos sólidos .....   | 49 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....   | 51 |
| 3.1 Justificación.....   | 51 |
| 3.2 Pregunta de investigación .....  | 51 |
| 3.3 Diseño de instrumentos.....  | 51 |
| 3.4 Recolección de la información .....  | 53 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.5 Análisis de la información .....   | 53  |
| 3.6 Limitaciones de la metodología utilizada .....   | 53  |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....   | 55  |
| 4.1 Información socioeconómica .....   | 55  |
| 4.2 Conocimiento y uso de plaguicidas en la agricultura del Valle de Concá. ....                   | 58  |
| 4.3 Características de plaguicidas utilizados en la agricultura del Valle de Concá.....            | 60  |
| 4.4 Conductas de los productores al momento de usar plaguicidas .....                              | 74  |
| 4.5 Percepción de daño a la salud por el uso de plaguicidas.....                                   | 84  |
| 4.5.1 Principales síntomas a la salud reportados por el uso de plaguicidas.....                    | 85  |
| 4.6 Percepción de daño al medio ambiente por el uso de plaguicidas.....                            | 87  |
| 4.7 Percepción y uso de alternativas para la fertilización y eliminación de plagas agrícolas ..... | 87  |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES GENERALES.....  | 90  |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 93  |
| VII. ANEXOS .....  | 107 |

## DEDICATORIA

A mi madre Ma. Guadalupe Isabel Hernández Álvarez, a mi padre Adolfo Vélez Arteaga, y a mis hermanos que estuvieron y siguen estando conmigo en todo momento.

A mi profesor el Dr. Eduardo Luna Sánchez quien me brindó todo su apoyo en todo momento.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a la vida por permitirme conocer a mi director de tesis el Dr. Eduardo Luna Sánchez quien fue quien me alentó en todo momento para que esta investigación fuera posible, agradezco a la M.C. Mayra Juliana Chávez Alcalá quien fue otro gran pilar en mi formación académica. A la Dra. Marcela Quiroz Sodi, Al MCNH. Francisco Josué López Martínez y el Dr. Miguel Ángel Bartorila por aceptar asesorarme en la presente investigación.

Agradezco infinitamente a el Maestro Wili, Maestra Carmen, Tania y Salma quien me recibieron en su hogar durante mi estancia en la Sierra Gorda, siempre serán mi familia de la Sierra.

A toda la Comunidad de Concá porque desde el primer día que pise la comunidad me recibieron con los brazos abiertos.

A todos los productores agrícolas que me regalaron de su tiempo para participar en la presente investigación, con todos y cada uno fueron experiencias únicas, en especial con mi buen amigo Jhony quien me permitió conocer todo su rancho y me compartió de su valioso conocimiento.

A mi compañera Ana Karen Echavarría Martínez por acompañarme a realizar las entrevistas fueron experiencias únicas que siempre llevaré en mi mente y corazón.

Al MPAS. Iván Gómez Sánchez por esos viajes inolvidables Qro-Concá-Qro que realizábamos cada fin de semana al inicio de este gran viaje llamado LPAS.

A mis profesores ( Norita, Octavio, Eugenio, Adán, Alejandro Cabrera) pues cada uno me enseñó distintos conocimientos que permitieron desarrollarme durante la licenciatura.

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Clasificación de plaguicidas según su uso.....  | 15 |
| Cuadro 2. Clasificación de plaguicidas según el grado de toxicidad DL50(mg/kg),<br>CL50(mg/kg) y color de etiqueta. ....  | 16 |
| Cuadro 3. Clasificación según su composición química. ....  | 17 |
| Cuadro 4. Clasificación de plaguicidas según el organismo que controla.....   | 18 |
| Cuadro 5. Clasificación según su presentación.....  | 19 |
| Cuadro 6. Clasificación de plaguicidas según su vida media. ....  | 20 |
| Cuadro 7. Clasificación de plaguicidas según su origen.....   | 21 |
| Cuadro 8. Algunos efectos en la salud de la población humana ligados al uso de<br>plaguicidas.....  | 23 |
| Cuadro 9. Algunos efectos negativos sobre diferentes organismos ligados a plaguicidas..   | 30 |
| Cuadro 10. Autoridades en México con competencia en la materia para el uso,<br>comercialización y control de plaguicidas.....                                   | 38 |
| Cuadro 11. Normatividad en México con competencia en el manejo de plaguicidas.....  | 39 |
| Cuadro 12. Información socioeconómica de los entrevistados. ....  | 55 |
| Cuadro 13. Características químicas y toxicológicas de los plaguicidas utilizados con mayor<br>frecuencia en la agricultura en el Valle agrícola de Concá. .... | 61 |
| Cuadro 14. Características químicas y toxicológicas de los insecticidas utilizados en la<br>agricultura en el Valle agrícola de Concá.....                      | 65 |
| Cuadro 15. Características químicas y toxicológicas de los fungicidas utilizados en la<br>agricultura en el Valle agrícola de Concá.....                        | 68 |
| Cuadro 16. Características químicas y toxicológicas de los herbicidas utilizados en la<br>agricultura en el Valle agrícola de Concá.....                        | 69 |
| Cuadro 17. Características químicas y toxicológicas de los bactericidas utilizados en la<br>agricultura en el Valle agrícola de Concá.....                      | 70 |
| Cuadro 18. Productores que han recibido capacitaciones sobre el uso de plaguicidas y su<br>relación con accidentes laborales. ....                              | 79 |
| Cuadro 19. Productores-aplicadores que han sufrido accidentes por el uso de plaguicidas.  | 85 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación del valle agrícola de Concá.....   | 46 |
| Figura 2. Cantidad de Productores-Aplicadores entrevistados en el valle agrícola de Concá.<br>.....  | 56 |
| Figura 3. Superficie de uso agrícola en Concá (hectárea cultivada / productor). ....   | 57 |
| Figura 4. Principales sistemas de producción agrícola empleados por los productores<br>entrevistados. ....   | 58 |
| Figura 5. Principales cultivos en Concá .....  | 59 |
| Figura 6. Cantidad de plaguicidas utilizados por cultivo en el valle agrícola de Concá.....  | 60 |
| Figura 7. Productos considerados como altamente peligrosos según la lista PAN (Pesticide<br>Action Network International, 2016) utilizados en los sistemas de producción agrícola en el<br>Valle de Concá.....           | 62 |
| Figura 8. Productos considerados como altamente tóxicos para abejas según la lista PAN<br>(Pesticide Action Network International, 2016) utilizados en los sistemas de producción<br>agrícola en el Valle de Concá. .... | 63 |
| Figura 9. Los plaguicidas más utilizados en la agricultura en el Valle de Concá según su<br>acción biológica. ....   | 64 |
| Figura 10. Plaguicidas utilizados en la agricultura en el Valle de Conca según su<br>presentación y acción biológica. ....   | 71 |
| Figura 11. Principales grupos químicos utilizados en la agricultura del Valle de Concá .....   | 72 |
| Figura 12. Uso de productos según su categoría toxicológica utilizadas en el Valle agrícola<br>de Concá. ....  | 72 |
| Figura 13. Uso de productos según su acción biológica y categoría toxicológica utilizadas en<br>el Valle agrícola de Concá. ....   | 73 |
| Figura 14. Principales ingredientes activos utilizados en la agricultura en el Valle de Concá.<br>.....  | 74 |
| Figura 15. Productores que han recibido capacitación sobre el uso de plaguicidas. ....   | 78 |
| Figura 16. Productores que ofrecen equipo de protección personal a sus trabajadores para<br>la aplicación de plaguicidas.....  | 80 |
| Figura 17. Uso de equipo de protección personal para la aplicación de plaguicidas. ....  | 80 |
| Figura 18. Lugares de almacenamiento de plaguicidas.....   | 82 |
| Figura 19. Lavado del equipo de aspersión.....   | 82 |
| Figura 20. Líquido sobrante .....  | 83 |
| Figura 21. Principales síntomas en la salud reportados en aplicadores de plaguicidas.....  | 86 |
| Figura 22. Percepción de los productores del daño al medio ambiente por el uso de<br>plaguicidas.....  | 87 |

# RESUMEN

El uso de plaguicidas en la producción agrícola ha generado múltiples impactos negativos, por lo que es fundamental reconocer las prácticas de manejo y el conocimiento de los agricultores en torno de los posibles efectos que ocasionan en el ambiente y la salud de la población. En el valle agrícola de Concá, ubicado dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, una de las principales actividades económicas es la producción de hortalizas para el mercado regional. En ese contexto, la presente investigación tuvo el objetivo de identificar las características de los plaguicidas utilizados por los productores y, por otro lado, registrar las prácticas de manejo, así como la percepción de los agricultores en torno de los efectos ocasionados por estos productos en su salud y el ambiente. Para la recolección de información se realizó observación directa acompañada de 20 entrevistas a productores de entre 25 a 67 años de edad empleando un muestreo tipo bola de nieve. Entre los 81 productos registrados se identificó el uso de 57 plaguicidas altamente peligrosos para la salud de la población y del medio ambiente. De acuerdo a su acción biológica y categoría toxicológica (CT), se utilizan insecticidas, fungicidas y herbicidas con categoría toxicológica (CT) de nivel IV. Todos ellos con distintos nombres comerciales, los cuales se dividen en 35 grupos químicos, destacando a los Organofosforados (18%), Piretroides (13.6%), Carbamatos (8.6%) y Neonicotinoides (7.4%). En los resultados se encontró que la mayoría de los productores no ha recibido capacitación sobre el uso de plaguicidas, lo que equivale al 60%. En relación a las prácticas inadecuadas del uso de agroquímicos, se encontró que las más frecuentes fueron: a) incumplimiento del equipo de protección al momento de preparar y aplicar plaguicidas, b) desechos de residuos en la parcela o acequia, y c) repetir la aplicación hasta terminar el producto. A su vez, el 70% de los productores ha sufrido daños a la salud por el uso de plaguicidas; los principales síntomas reportados fueron: mareos (23.1%), vómito (23.1%), náuseas (12.8%), visión borrosa (10.3%), debilidad y desorientación (7.7%), dolor de cabeza, irritación en la piel (5.1%), ardor en los ojos y diarrea (2.6%). No obstante, el 95% de los entrevistados, es decir, la mayoría de los productores son conscientes de que el uso de plaguicidas puede dañar de alguna manera al medio ambiente, lo que se relaciona con su interés en explorar alternativas para controlar las plagas.

Palabras clave: Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Plaguicidas, Agroquímicos, Concá.

# ABSTRACT

The use of pesticides in agricultural production has led to multiple negative impacts, making it essential to understand farmers' management practices and knowledge regarding the potential effects on the environment and public health. In the agricultural valley of Concá, located within the Sierra Gorda Biosphere Reserve, vegetable production for the regional market is a key economic activity. This study aimed to identify the characteristics of the pesticides used by local producers and document both their handling practices and their perception of the health and environmental effects of these substances. Data collection involved direct observation and 20 interviews with farmers aged 25 to 67, using a snowball sampling method. Among the 81 registered products, 57 were identified as highly hazardous to human health and the environment. Based on their biological action and toxicological category (TC), the pesticides included insecticides, fungicides, and herbicides classified as TC level IV. These products, marketed under various trade names, belong to 35 different chemical groups, with Organophosphates (18%), Pyrethroids (13.6%), Carbamates (8.6%), and Neonicotinoids (7.4%) being the most prevalent. The results revealed that 60% of the producers had never received training on pesticide use. The most common unsafe practices included: (a) failure to use protective equipment when preparing and applying pesticides, (b) disposal of pesticide residues in fields or irrigation channels, and (c) repeated application of pesticides until the product was fully used. Additionally, 70% of the farmers reported experiencing health issues related to pesticide exposure, with the most frequently reported symptoms being dizziness (23.1%), vomiting (23.1%), nausea (12.8%), blurred vision (10.3%), weakness and disorientation (7.7%), headaches and skin irritation (5.1%), as well as eye irritation and diarrhea (2.6%). Despite these risks, 95% of the interviewees acknowledged that pesticide use can harm the environment, which aligns with their interest in exploring alternative pest control methods.

Keywords: Sierra Gorda Biosphere, Pesticides, Agrochemicals, Concá.



# INTRODUCCIÓN

A partir de los años 40, en países en vías de desarrollo como México, se promovió un nuevo modelo de producción agrícola (García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza, 2012) el cual se basó en el uso de 1) maquinaria pesada, 2) cubiertas plásticas, 3) biotecnología OMG (Organismos Genéticamente Modificados) y 4) plaguicidas (insecticidas, fungicidas, herbicidas y bactericidas) para la producción de monocultivos, principalmente, trigo (*Triticum vulgare* L.), algodón (*Gossypium spp.*), soya (*Glycine max*) y maíz (*Zea mays*) (Segrelles-Serrano, 2004; Bernardino, 2013). Dentro de las tecnologías mencionadas, en este estudio se hará énfasis en el uso de plaguicidas, los cuales han tenido un incremento en su uso en los últimos años (Torres y Capote, 2004; Ortiz et al., 2014).

Los plaguicidas son sustancias químicas ampliamente utilizadas para el control de plagas y enfermedades de cultivos agrícolas (Torres y Capote, 2004; Páez et al., 2011; Díaz-Vallejo et al., 2021). Algunos se han utilizado también para evitar la propagación de enfermedades en la población humana como la malaria o el dengue (Ferrer, 2003; Montilla-Pacheco y Alvarado-Moreno, 2015). De acuerdo a su uso y a sus grupos químicos, estas sustancias se clasifican en: insecticidas (Organoclorados, Organofosforados, Carbamatos, Piretroides); herbicidas (Bipiridilos, Organoclorados); fungicidas (Organoclorados, Organomercuriales) y raticidas (Dicumarínicos) (Ferrer, 2003; Martínez-Valenzuela y Gómez-Arroyo, 2007). Además, según la Organización Mundial de la Salud, estas sustancias químicas se clasifican en cinco categorías por su nivel de toxicidad: IA (extremadamente peligroso), IB (altamente peligroso), II (moderadamente peligroso), III (ligeramente peligroso) y V (poco probable que presente peligro) (OMS, 2019). Debido a su alto grado de toxicidad algunos productos han sido prohibidos o restringidos en algunos países, incluido México (Rotterdam, 1998; Rojas-Cabezas, 2016).

En la actualidad existe un uso creciente de plaguicidas con fines agrícolas en la producción de alimentos (Ferrer, 2003; Silveira-Gramont et al., 2018). Como consecuencia, los organofosforados, carbamatos y bipiridilos son los plaguicidas que más causan intoxicaciones a nivel mundial (García, 1998; Viales, 2015; Barrón y Barriga, 2021).

En relación con la salud humana, diversas investigaciones demuestran que los plaguicidas han provocado efectos adversos en la salud de la población expuesta, de forma directa o indirecta a estos productos, ya sean aplicadores agrícolas o la población que consume alimentos contaminados (Prado-Flores et al., 2007; Pérez et al., 2013). En México se tiene un estimado de 183 ingredientes activos (IA) registrados en más de 3,000 productos químicos en el mercado, sin que exista un mecanismo para regularizar su adquisición por parte de los productores, lo que deja expuesta a la población a una gran cantidad de plaguicidas (Bejarano et al., 2017).

Los daños ocasionados en la población pueden ir desde intoxicaciones agudas por plaguicidas (IAP) con síntomas como vómito, salivación, debilidad muscular, diarrea, convulsiones, o taquicardia, hasta intoxicaciones crónicas por plaguicidas (ICP) que pueden causar cáncer, trastornos o incluso la muerte (Durán-Nah y Collí-Quinta, 2000). Así mismo, diversos estudios realizados exponen múltiples daños, demostrando que la exposición a estos productos ha causado enfermedades respiratorias, daños en el sistema nervioso central, malformaciones congénitas, cáncer, daños al sistema inmunológico o esterilidad (Karam *et al.*, 2004; Benítez-Trinidad *et al.*, 2018; Viales, 2014; Montilla-Pacheco y Alvarado-Moreno, 2015; Polanco-Rodríguez *et al.*, 2019). En países en vía de desarrollo, como México, se han registrado hasta 20,000 muertes a causa de estos productos, lo que sin duda demuestra que es una problemática de salud que tiene que ser atendida desde los diversos sectores que involucran a los plaguicidas (Martínez-Valenzuela y Gómez-Arroyo, 2007). Gómez-Arroyo *et al.* menciona que en el lapso entre 2005 a 2010 las cifras por intoxicación de plaguicidas se han incrementado de 3068 a 3174 donde Jalisco es que el presenta la mayor cantidad, seguido del Estado de México, Guerrero, Chiapas, Veracruz, Nayarit, Michoacán, Morelos y Oaxaca.

El uso de plaguicidas agrícolas involucra a varios actores, por ello, es necesario abrir un canal de interlocución entre gobierno, empresarios, investigadores, consumidores y trabajadores agrícolas para responder mejor a las necesidades que demanda el uso de plaguicidas. En este sentido, se requiere tener en cuenta el rol que cada actor juega en la toma de decisiones y manejo de estos productos (Alvarado-Ibarra *et al.*, 2018).

Si bien, el uso de plaguicidas es parte integral de la erradicación de plagas agrícolas, la falta de capacitación por parte de los aplicadores y los establecimientos que venden estos productos y de los departamentos gubernamentales dedicados al monitoreo y regulación de su manejo han contribuido a dos grandes problemáticas. Por un lado, la degradación ambiental que ha provocado la pérdida de agrobiodiversidad, principalmente de polinizadores y cualquier especie de flora y fauna expuesta a estos productos, ya sea por contaminación de suelos o de cuerpos de agua y por otro lado, la existencia de múltiples intoxicaciones, accidentes y enfermedades que amenazan la salud de los agricultores, aplicadores y la vida de los consumidores de productos cosechados bajo este modelo de producción (Torres y Capote, 2004; Duk, 2006; Páez *et al.*, 2011; Botello *et al.*, 2014).

En relación con la segunda problemática, se siguen registrando prácticas como aplicación de sustancias prohibidas, falta de uso de equipo de protección (aunque se cuente con este, argumentando que hace más lento el trabajo), el desconocimiento por parte de los productores y aplicadores del ingrediente activo que utilizan, el no lavar el equipo de aspersión al término de la aplicación, la preparación incorrecta de

mezclas de plaguicidas, la quema de envases y el consumo de alimentos durante las aplicaciones, lo que deriva en múltiples intoxicaciones y daños al medio ambiente (García, et al., 2002; Yengle et al., 2008; Gordón y Marrugo, 2017; Herrera-Moreno et al., 2018).

En un estudio realizado en una zona agrícola del estado de México, se caracterizan las intoxicaciones por plaguicidas según su perfil ocupacional y conductas de uso, encontrando que más de un 70% de las intoxicaciones por plaguicidas ocurren durante actividades agrícolas; predominando en el sexo masculino, la vía de intoxicación más frecuente fue la respiratoria. Las conductas hacia el uso de plaguicidas son inadecuadas destacando que el 71.4% no recibe capacitación sobre el uso de plaguicidas, el 88.2% consume alimentos en el lugar de aplicación, el 74.2% no utiliza equipo de protección, el 11.4 % no se lava las manos y el 28.5 % no se baña después de realizar aplicaciones (Hernández-González et al, 2007).

Evidentemente, la agricultura intensiva dedicada a cubrir la actual demanda de alimentos es, sin duda, una de las actividades económicas más importantes para el país (García-Fabila et al., 2014 en Ortiz et al., 2014), donde el uso de plaguicidas es parte integral de las producciones. La evidencia de ello se expone en un estudio efectuado en el estado de Sonora por Silveira (2017) donde muestran los plaguicidas aplicados con mayor frecuencia. Dicho estudio señala que, tan solo en una temporada de siembra, se pueden aplicar hasta 211,280 L de glifosato, 70,427 L de malatión, 58,689 L de diazinón y 46,951 L de paratión metílico. Esta información coincide a su vez con lo reportado por Bernardino (2013), indicando los plaguicidas de mayor uso en México, entre los que destacan el glifosato y el paratión metílico. Asociado a esto, el uso de paraquat (dipiridilo) y otros organoclorados como el heptacloro, endrín clordano son productos altamente tóxicos que en México se consideran de uso restringido en la legislación mexicana y, a pesar de esto, su comercialización es libre y al alcance de la población (Karam et al., 2004; Duk, 2006; Polanco et al., 2019).

Todo lo anterior evidencia la falta de conocimiento y capacitación sobre el uso correcto de plaguicidas, especialmente entre la población que tiene una mayor exposición: los trabajadores agrícolas (González-Arias et al., 2010; Yáñez y Camarena, 2019). En México, país ubicado entre los que tienen una mayor tasa de enfermedades relacionadas con la exposición a plaguicidas entre los trabajadores agrícolas, se han referido los siguientes factores para su uso indiscriminado: la falta de normas que sancionen el manejo inadecuado de plaguicidas, el bajo nivel de escolaridad de los productores, quienes en ocasiones no saben leer, el hecho de que gran parte de los aplicadores son hombres y mujeres de pueblos indígenas que ni siquiera logran descifrar las indicaciones y simbología de las etiquetas de los envases, por lo que no perciben el posible daño que representa el usar plaguicidas y no exigen a su jefe inmediato que les provea del equipo necesario para su protección (Herrera-Moreno et al., 2018; López-Martínez et al., 2018; Esquivel-Valenzuela et al., 2019).

Por lo anterior, es de suma importancia que los agricultores comprendan los peligros asociados al uso de plaguicidas. Esta problemática se puede evitar con el acompañamiento y capacitación a productores y aplicadores, de forma que cambie su percepción del riesgo y adquieran habilidades sobre el uso correcto de equipo de protección (overoles, lentes, guantes, botas), la calibración de equipo de aspersión, y la lectura adecuada del etiquetado de plaguicidas (González-Ordóñez, 2014). Sin embargo, es necesario reconocer que no basta con la enseñanza de un “correcto” uso de plaguicidas (García, 1999), para garantizar una disminución a todos los daños que implica la utilización de estas sustancias, debe ofrecerse a los productores alternativas sustentables que garanticen la producción de alimentos inocuos, libres de plaguicidas que ayuden al cuidado del medio ambiente y que generen una disminución de costos en su producción (López-Gaytán et al., 2007; Pérez, 2012; Monsalvo et al., 2017).

Sin duda, la gran cantidad de productos e ingredientes activos disponibles en el mercado pone en riesgo y vulnera algunos derechos de la población directamente afectada, tales como el derecho humano a la salud de calidad, al agua limpia, a la alimentación, al medio ambiente saludable y a la infancia. Es de suma importancia estudiar el uso de plaguicidas en el valle agrícola de Concá, ya que es una de las zonas de producción de hortalizas más importante en la reserva de la biosfera Sierra Gorda. Además, es necesario mostrar a los productores alternativas hacia el uso de plaguicidas, debido a que una parte de los productores demuestra interés en desarrollar y aplicar productos naturales para combatir plagas y enfermedades, así como para la fertilización de sus cultivos (Carbajal, 2019).

Para el caso del valle agrícola de Concá se desconocen:

- Las características de los plaguicidas utilizados en la producción agrícola
- Las prácticas de manejo de plaguicidas que emplean los productores agrícolas.
- La percepción de los productores agrícolas sobre posibles riesgos en el uso de plaguicidas y posibles daños a la salud y al medio ambiente.
- La percepción de los productores sobre el uso de alternativas de plaguicidas.

Por lo anterior, con la finalidad de entender el fenómeno en la región y establecer posibles problemáticas, este estudio tiene el objetivo de conocer la percepción de los agricultores sobre el uso de plaguicidas en el Valle de Concá. En específico, la tesis responde las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las características de los plaguicidas empleados en la producción de hortalizas en el Valle de Concá?
- ¿Qué prácticas de manejo de plaguicidas emplean los productores?



- ¿Qué percepción tienen los productores sobre riesgos a la salud y posibles impactos en el medio ambiente por el uso de plaguicidas?
- ¿Qué alternativas conocen los productores en torno al uso de plaguicidas y qué percepción tienen de estas?

La estructura del documento es la siguiente. El primer capítulo presenta los antecedentes conceptuales de la investigación donde se describen elementos básicos sobre el uso de plaguicidas en la agricultura, incluyendo su clasificación, los efectos en la salud y el medio ambiente, el marco regulatorio y las alternativas al uso de plaguicidas.

El segundo capítulo describe el área de estudio, situando el valle agrícola de Concá en el marco de la reserva de la Biosfera Sierra Gorda.

El tercer capítulo desarrolla la metodología con la que se cumplió el objetivo de la investigación. En él, se expone cada uno de los componentes de la investigación y se presenta un análisis de las fortalezas y limitaciones del estudio. Mientras tanto, el cuarto capítulo presenta los resultados y discusión de la investigación. Finalmente, en el quinto capítulo se sintetizan las principales conclusiones generales, contribuciones de la tesis, entremezcladas con recomendaciones específicas y vetas de exploración futura.

## 1.1 Hipótesis

En los campos de cultivo del valle agrícola de Concá se utiliza una gran variedad de plaguicidas en torno a los cuales existe una baja regulación y vigilancia por parte de autoridades competentes, por lo que:

(H1) Se encontrará evidencia testimonial del uso y exposición a plaguicidas.

(H2) Se identificarán las prácticas dañinas de los productores del valle de Concá para la utilización de plaguicidas.

## 2.1 Objetivo general

Conocer la percepción de los productores agrícolas acerca del uso de plaguicidas en el valle de Concá, Arroyo Seco, Querétaro.

## 2.2 Objetivos específicos

1. Conocer las características de los plaguicidas utilizados en la agricultura en el Valle de Concá, Arroyo Seco, Querétaro.
2. Conocer las prácticas de manejo de plaguicidas que llevan a cabo los productores agrícolas en el Valle de Concá, Arroyo Seco, Querétaro.

3. Conocer la percepción de los productores agrícolas sobre el uso de plaguicidas y posibles daños a la salud y al medio ambiente y sobre el uso de posibles alternativas al uso de plaguicidas.



# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1 El uso de plaguicidas.

Según la FAO (2020), cada año, hasta un 40 por ciento de los cultivos alimentarios a nivel mundial se pierden a causa de plagas y enfermedades de las plantas durante el proceso productivo o postcosecha. Esto provoca pérdidas anuales en el comercio agrícola de más de 220,000 millones de dólares provocando que millones de personas padezcan hambre y perjudica gravemente a la agricultura, principal fuente de ingresos de las comunidades rurales pobres.

En el sector agropecuario, los plaguicidas son cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar plagas, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de productos agrícolas y sus derivados (alimentos, madera y productos de madera, forrajes). El término incluye las sustancias que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas, en o sobre sus cuerpos, y también las destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos, antes o después de la cosecha, para proteger el producto contra el deterioro, durante el almacenamiento, transporte y comercialización (FAO, 1996).

A continuación, se desarrollan una serie de conceptos básicos sobre el uso de plaguicidas en la producción agropecuaria. En primer lugar, se presenta una breve descripción sobre el origen de su uso asociado al paradigma de la Revolución Verde. En segundo lugar, se desarrollan las diversas formas en que estas sustancias pueden ser clasificadas. A continuación, se exponen los impactos negativos en la salud y el ambiente asociados a su uso. Finalmente, se incorporan algunos elementos normativos que reglamentan su uso y se exponen algunas alternativas al uso de plaguicidas.

## 1.2 Orígenes del uso de plaguicidas.

Históricamente, el DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) fue una de las primeras moléculas en emplearse como insecticida. Su finalidad, asociada al área de la salud, era controlar los vectores del tifus y la malaria, dos enfermedades graves en la primera mitad del siglo XX (Ramírez y Lacasaña, 2001).

En el sector agropecuario, el uso exponencial que se ha dado a los plaguicidas surgió a partir de la promoción de la “*Revolución Verde*”, modelo industrializado de producción agrícola que tuvo el objetivo de cubrir la creciente demanda de alimentos a partir de la segunda mitad del siglo XX. Lo anterior tuvo sus orígenes cuando, al finalizar la segunda guerra mundial, las empresas químico-biológicas que generaron desarrollos tecnológicos con fines bélicos identificaron un área de oportunidad al usar las sustancias para combatir plagas (Segrelles, 2004).

En consecuencia, bajo los intereses políticos y de las grandes empresas trasnacionales, comienza la promoción de la modernización de la agricultura, siendo la adopción de plaguicidas un elemento central de este modelo. Si bien, es innegable que los rendimientos productivos y económicos se incrementaron, fue evidente el abuso que se ha hecho de dichas sustancias, lo que ha conducido a múltiples efectos negativos en la salud pública y ambiental (Segrelles, 2004).

### 1.3 Clasificación

Los plaguicidas se pueden clasificar con base en sus características, lo que permite identificar con mayor facilidad sus riesgos, el método de aplicación y las plagas objetivo. A continuación, presentamos un listado de distintas formas de catalogarlos. Estos se distinguen por su uso (Cuadro 1), su grado de toxicidad (Cuadro 2), su composición química (Cuadro 3), en función de los organismos que controla (Cuadro 4) y su presentación (Cuadro 5).

Cuadro 1. Clasificación de plaguicidas según su uso.

| Uso               | Aplicación  |
|-------------------|---|
| <b>Agrícola</b>   | uso en diversas extensiones, en sistemas de producción agrícola y en productos y subproductos de origen vegetal |
| <b>Forestal</b>   | Utilizado en bosques y para la conservación de maderas.   |
| <b>Urbano</b>     | Utilizados en áreas urbanas, industriales o no cultivadas (cisternas, drenes, lagos, lagunas, presas).          |
| <b>Jardinería</b> | Uso exclusivo en jardinería y plantas de ornato.  |
| <b>Doméstico</b>  | Uso en el interior del hogar.   |

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Industrial</b>    | Utilizados en procesos industriales.  |
| <b>Salud pública</b> | Utilizados para combatir vectores causantes de enfermedades en humanos como malaria, dengue, tifus, tripanosomiasis, leishmaniasis. |

Fuente: Bejarano et al. (2017).

Cuadro 2. Clasificación de plaguicidas según el grado de toxicidad DL50(mg/kg), CL50(mg/kg) y color de etiqueta.

| Clase      | Toxicidad  | DL50(mg/kg) * | CL50(mg/kg) ** | Color de etiqueta |
|------------|------------|---------------|----------------|-------------------|
| <b>IA</b>  | Muy tóxico | < 5           | <50            | Roja              |
| <b>IB</b>  | Tóxico     | 5 a 50        | 50 a 200       | Roja              |
| <b>II</b>  | Nocivo     | >50 a 2000    | >200 a 2000    | Amarilla          |
| <b>III</b> | Cuidado    | >2000 a 5000  | >2000 a 5000   | Azul              |
| <b>V</b>   | Precaución | > a 5000      | > a 5000       | Verde             |

Fuente: Elaboración propia, con base en OMS (2019). \*DL50. El valor de la DL50 (dosis letal media) es una estimación estadística de la cantidad en miligramos del producto tóxico por kilogramo de peso corporal que se necesita para matar a una población grande de animales de experimentación: generalmente se usan ratas, a menos que se indique otra cosa. De ordinario es un valor único, pero a veces se proporciona un intervalo. La letra «c» que antecede al valor indica que este se halla dentro de un intervalo más amplio de lo habitual adoptado para fines de clasificación. Cuando se encuentran distintos valores en la bibliografía científica, la clasificación se basa en el valor más bajo, a menos que haya indicios claros de que un valor alto es más fidedigno. Se utilizan los valores de la vía oral a menos que los de la vía dérmica coloquen el compuesto en una clase más peligrosa o sean significativamente menores que los valores orales, aunque estén en la misma clase. Los valores de la DL50 se indican con la letra D.

Cuadro 3. Clasificación según su composición química.

| Composición química          | Característica  | Ejemplo   |
|------------------------------|---|---|
| <b>Organoclorado (OC)</b>    | <p>Su estructura química corresponde a la de los hidrocarburos clorados aromáticos, insolubles en agua (liposolubles) por lo que con facilidad se acumulan en el tejido adiposo de los organismos vivos y favorece su lenta biodegradabilidad, su vida media puede ir desde los tres años hasta los 30 años en el caso del DDT, presenta alta residualidad* en suelos.</p> <p>Se dividen en tres grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DDT y sus derivados</li> <li>• Grupo del Benceno</li> <li>• Grupo de ciclodienos</li> </ul> | DDT, Aldrín, Dieldrín, Endrín, Endosulfán, Lindano                              |
| <b>Organofosforados (OF)</b> | <p>Pertenecen los grupos de ésteres, amidas derivados de ácidos fosfóricos, solubles en agua, se degrada por oxidación e hidrólisis, poco acumulables en organismos humanos, presentan menos persistencia, se utilizan para una gran cantidad de plagas agrícolas (gusanos, moscas, ácaros), domésticas (moscas, mosquitos, cucarachas), además de ser utilizados en el ganado para la eliminación de endoparásitos y ectoparásitos. Los daños causados a la población se encuentran la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa</p>           | Malatión, Paratión metílico, Clorpirifos, Fention, paratión, Diazinón, Temefos. |
| <b>Carbamatos</b>            | <p>Esteres derivado de ácidos N-metil, presentan solubilidad en agua por lo que pueden ser uno de los principales contaminantes de cuerpos de agua, toxicidad y persistencia intermedia, inhiben la enzima acetilcolinesterasa, pueden resultar más tóxicos que los organofosforados, pero menos persistentes.</p>  | Aldicarb, Pirimicarb b, Carbaril, Oxamil, Propamocarb, Methomyl, Carbofuran     |
| <b>Piretroides</b>           | <p>Son producidos a partir de la estructura de los piretros naturales que se encuentran en las flores del crisantemo. Presentan baja toxicidad en mamíferos son capaces de acumularse en la grasa corporal, piel, hígado, riñones, glándulas suprarrenales, ovarios, pulmón, sangre, corazón y testículos, casi nula acumulación en el medio ambiente.</p>  | Cipermetrina, Deltametrina, Permetrina, Lambdacihalotrina                       |
| <b>Neonicotinoides</b>       | <p>Actúan sobre el sistema nervioso de insectos, impidiendo la transmisión de impulsos nerviosos, son activos en dosis pequeñas.</p>  | Imidacloprid<br>Thiametoxam   |

Fuente: Elaboración propia con base en Ramírez y Lasaña, 2001.

Cuadro 4. Clasificación de plaguicidas según el organismo que controla.

| Clasificación       | Ejemplo de Ingrediente activo (IA)   | Organismo que controla | Ejemplo de plaga  |
|---------------------|--|------------------------|---|
| <b>Insecticidas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spinetoram</li> <li>• Abamectina</li> <li>• Lambdacialotrina</li> <li>• Fipronil</li> <li>• Indoxacarb</li> <li>• Clorpirifos etil</li> </ul> | Insectos               | <p>Minador de hoja (<i>Liriomyza spp.</i>)</p> <p>Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)</p> <p>Araña roja (<i>Tetranychus spp.</i>)</p> <p>Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)</p> |
| <b>Bactericidas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kasumicina</li> <li>• Sulfato de Gentamicina</li> <li>• Clorhidrato de Oxitetraciclina</li> <li>• Estreptomicina</li> </ul>                   | Bacterias              | <p><i>Pseudomonas</i></p> <p><i>Erwinia amylovora</i></p> <p><i>Xanthomonas vesicatoria</i></p>   |
| <b>Fungicidas</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tebuconazole</li> <li>• Clorotalonil</li> <li>• Propamocarb</li> </ul>  | Hongos                 | <p>mildiu vellosa (<i>Pseudoperonosporas cubensis</i>)</p> <p>Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)</p> <p>Damping off</p>   |
| <b>Herbicidas</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paraquat</li> <li>• Ácido 2,4 - Dicloro Fenoxi</li> <li>• Acético - Picloram</li> <li>• Glifosato</li> </ul>                                  | Malezas                | <p>Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i>)</p> <p>Quintonil (<i>Amaranthus hybridus</i>)</p> <p>Quelite cenizo (<i>Chenopodium berlandieri</i>)</p>   |



|                     |  |          |   |
|---------------------|--|----------|---|
|                     |  |          | <i>Moq.)</i>  |
| <b>Rodenticidas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Difethialone</li> </ul> | Roedores | Ratón de campo ( <i>Akodon spp</i> )<br><br>Ratón doméstico ( <i>Mus musculus</i> )             |
| <b>Moluscos</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metaldehído</li> </ul>  | Moluscos | Babosas ( <i>Vaginulus plebeius</i> ), ( <i>Arion hortensis</i> ), ( <i>Deroceras agreste</i> ) |

Fuente: Elaboración propia con información de ficha técnica de cada producto.

Cuadro 5. Clasificación según su presentación

| Presentación   | Presentación  |
|----------------|---|
| <b>Sólido</b>  | polvo (técnico, soluble, humectante), gránulos, tabletas o pastillas. |
| <b>Líquido</b> | concentración emulsionante, soluciones, suspensiones                  |
| <b>Gaseoso</b> | Fumigantes  |

Fuente: Elaboración propia en base en: Díaz y Betancourt, 2018

Por otro lado, es posible clasificar los plaguicidas por su vida media de efectividad, es decir, el tiempo necesario para que las moléculas de plaguicidas se degraden, después de su aplicación en el medio ambiente (residualidad). Bajo este criterio, los plaguicidas se clasifican en: No persistentes, Moderadamente persistentes, persistentes, y permanentes (Cuadro 6). La persistencia o residualidad se define como la capacidad del plaguicida de conservar sus características físicas, químicas y funcionales en el suelo, agua, organismos y productos utilizados como alimento luego de tener contacto con plaguicidas. Debido a la vida media y persistencia por su degradación en el medio ambiente, algunos plaguicidas se han clasificado como Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), a su vez, estos se dividen en dos subgrupos: los hidrocarburos poliaromáticos y los hidrocarburos halogenados (Albert, 1997).

Cuadro 6. Clasificación de plaguicidas según su vida media.

| Persistencia              | Vida media       | Ejemplo de plaguicida                                    |
|---------------------------|------------------|--|
| No persistente            | 0 - 12 semanas   | Malatión, Diazinón,<br>Carbarilo, Diametrín              |
| Moderadamente persistente | 1 - 18 meses     | Paratión, Lannate  |
| Persistente               | Menos de 20 años | DDT, Aldrín, Dieldrín                                    |
| Permanente                | Más de 20 años   | Productos que<br>contienen Mercurio,<br>Plomo, Arsénico. |

Fuente: Tomado de Díaz y Betancourt, 2018.

Stoorvogel y colaboradores (2002) describen dos clases de contaminación por el uso de plaguicidas. La primera es la contaminación "puntual", originada por derrames accidentales durante el transporte de envases y recipientes, o en la preparación, el manejo y la eliminación de las mezclas aplicadas. Algunos ejemplos de contaminación puntual pueden ser la eliminación de fundas y recipientes de plaguicidas en acequias y ríos, el lavado de bombas de aspersión en ríos e, incluso, la formación de embalses en los canales de riego para mezclar ahí los productos antes de su aplicación. La segunda es la denominada contaminación "no puntual", que se produce como resultado de la presencia de residuos de plaguicidas después de las aplicaciones convencionales sobre el cultivo. Ejemplos de contaminación no puntual son los producidos por lixiviación, escorrentía y deposición en suelo, agua o follaje y también de plaguicidas volatilizados a la atmósfera que han sido transportados por el viento.

Otra forma de clasificar los plaguicidas es por su modo de acción. Bajo este criterio se dividen en:

**Sistémicos:** son aquellos que penetran en la cutícula de la planta, siendo transportados por todo el sistema vascular; también pueden penetrar directamente la cutícula de los patógenos o trasladarse a través de su sistema digestivo. Algunas de estas sustancias presentan acción persistente.

**De contacto:** son aquellos que, como su nombre lo indica, solo basta con que toquen al insecto e inmediatamente penetran la cutícula de este, provocando su muerte. Algunos otros actúan removiendo la capa cerosa externa del insecto, causando pérdida de fluidos, induciendo la deshidratación y posteriormente a su muerte.

**Ingestión:** Para que estas sustancias actúen de manera efectiva, es necesario que el insecto mastique, chupe o ingiera parte de la planta rociada con plaguicidas.

**Fumigantes:** son aquellos que actúan como gases o vapores y poseen gran capacidad de difusión, ya que pueden ser absorbidos mediante la membrana pulmonar, intestino y piel de los artrópodos.

**Defoliantes:** son aquellos que provocan la caída de las hojas de las plantas.

**Desecantes:** los que provocan el secado de los tejidos vegetales.

Por último, es posible clasificar los plaguicidas según su origen (Cuadro 7) y por su especificidad, distinguiendo entre plaguicidas selectivos, que concentran su impacto solo sobre el organismo blanco, y plaguicidas no selectivas, cuyos efectos, además de actuar sobre el organismo blanco, pueden afectar a otros organismos.

Cuadro 7. Clasificación de plaguicidas según su origen.

|            |  |
|------------|--|
| Naturales  | Nicotina, Piretrina, extracto de Neem. |
| Sintéticos | DDT, Glifosato, Paratión.              |

Fuente: Elaboración propia.

## 1.4 Efectos de plaguicidas en la salud de la población.

En el presente apartado se describen los tipos de intoxicación y, de forma breve, se exponen las principales vías de intoxicación en trabajadores agrícolas. Además, se citan algunos estudios sobre las afectaciones a la salud humana que, de acuerdo al grado de exposición, toxicidad y grupo químico, alteran el cuerpo humano, poniendo énfasis en los grupos de los organofosforados, organoclorados, carbamatos y piretroides (Cuadro 8).

Las afectaciones a la salud dependen del grado de exposición y toxicidad del plaguicida, así como de las características de la persona afectada. Los efectos en la población pueden ser de dos tipos por: 1) intoxicaciones agudas, por las cuales se presentan en dosis altas y únicas sus efectos resultan poco tiempo después (minutos-horas) de tener contacto con la sustancia; y 2) intoxicaciones crónicas, las cuales: se presentan cuando la persona ha estado expuesta a dosis pequeñas por

un periodo de tiempo prolongado y el daño puede presentarse después de días e incluso de años (Casas, 2017).

Existen diferentes vías de intoxicación, entre las cuales se encuentran:

- **Vía oral:** ingestión que provoca daño en el intestino.
- **Vía ocular:** contacto a través de los ojos y produce daños que van desde irritación ocular hasta la opacificación corneal.
- **Vía dérmica:** a través del contacto con la piel y produce daños como irritación o quemaduras en la piel.
- **Vía respiratoria:** inhalación de micro partículas a través de la respiración que provoca daños sobre el sistema respiratorio.

En general, se ha reportado un mayor número de casos de intoxicación asociados a la vía oral, seguido de intoxicaciones vía dérmica y respiratoria (Viales, 2014; Amador et al., 2016).

Se ha demostrado que la toxicidad de los Organofosforados (OF) (malatión, diazinón, metamidofos, dimetoato) y Carbamatos (carbofuran), en concentraciones menores de 100 ppm del producto, pueden actuar como inhibidores por fosforilación de hasta un 80% de la enzima acetilcolinesterasa (AChE), causando la acumulación del neurotransmisor acetilcolina (AC), enzima encargada de mandar señales al sistema nervioso central y periférico, en la sinapsis colinérgica en el sistema nervioso. Algunos efectos que puede causar esta sustancia en el organismo son: efectos Nicotínicos; decaimiento, movimientos involuntarios pequeños; tics, fasciculaciones. Neurológicos; cefalea, insomnio, e inestabilidad emocional (Uzcátegui et al., 2013; Guevara, 2015; Lindao et al., 2017).

Un estudio muestra los principales síntomas y signos en pacientes que sufrieron intoxicación por plaguicidas. A continuación, se destacan los de mayor frecuencia: 1) cansancio-debilidad, 2) dolor de cabeza, 3) dolor muscular, 4) visión borrosa, 5) ojos irritados, 6) mareos y/o vértigo. La presencia de estos síntomas se debe posiblemente a intoxicación por Paratión, plaguicida Organofosforado. La mayoría de los pacientes fueron campesinos y la vía de intoxicación más frecuente fue por inhalación y contacto (López y Marroquín, 1970).

Un trabajo de investigación, realizado en México, titulado “Análisis temporal del riesgo por malformaciones congénitas atribuibles al uso de plaguicidas en el corredor florícola del Estado de México” muestra una posible asociación entre la exposición a plaguicidas por actividad ocupacional florícola y la mortalidad fetal e infantil por malformaciones congénitas (Hernández et al., 2016). Publicaciones similares confirman lo reportado al encontrar hasta 81 diferentes tipos de malformaciones congénitas en hijos de mujeres gestantes expuestas a plaguicidas (González et al., 2015).

Por su parte, un estudio realizado en el Centro Médico del Instituto Mexicano del Seguro Social de Veracruz, en el año 2001, demostró que los plaguicidas

organoclorados (OC) son un factor que se detecta en mayores niveles en mujeres con carcinoma mamario. Esto refiere que existe una posible coincidencia entre la mayor concentración de estos compuestos en el cuerpo humano y la prevalencia del carcinoma mamario en mujeres (Waliszewski et al., 2003).

Un estudio realizado en Nicaragua analizó los síntomas relacionados con la exposición a piretroides en los trabajadores de viveros del municipio de Estelí y encontró que los síntomas de intoxicación por piretroides reportados con mayor frecuencia por los trabajadores fueron el ardor en los ojos y la comezón, siendo la Deltametrina y Cipermetrina los ingredientes activos más utilizados (Castillo y Barba, 2017).

Larrea et al. (2010), menciona que los trabajadores agrícolas son los más vulnerables a sufrir algún daño por la exposición a plaguicidas, coincidiendo con lo reportado por Hernández et al. (2007) donde muestran que la mayoría de las intoxicaciones ocurren durante la aplicación de plaguicidas en campo demostrando que los trabajadores agrícolas son uno de los grupos más afectados, considerando que el número de muertes por plaguicidas pudiera superar a las causadas por enfermedades infecciosas.

Cuadro 8. Algunos efectos en la salud de la población humana ligados al uso de plaguicidas.

| Población      | Efectos en la salud  | Referencias   |
|----------------|--|---|
| <b>Mujeres</b> | 1) Alteraciones en el ciclo menstrual en mujeres adolescentes.<br><br>2) Problemas de fertilidad, abortos espontáneos, complicación en el embarazo, malformaciones congénitas. | Rodríguez y Mejía, 2020<br><br>Duk, 2006.                                     |
| <b>Hombres</b> | 1) Daño en ADN<br><br>2) Antecedentes familiares como aborto espontáneo e hijos con malformaciones.  | Hernández, 2017<br><br>Matheus <i>et al</i> , 2017.                           |
| <b>Niños</b>   | 1) Afectaciones en el proceso de multiplicación celular en los micronúcleos, células binucleadas, cariorexis, picnosis.<br><br>2) Alteraciones cognitivas                      | Benítez-Leite <i>et al.</i> , 2010<br><br>Yáñez-Estrada <i>et al.</i> , 2018. |

Fuente: Elaboración propia

## 1.5 Efectos de los plaguicidas en el medio ambiente.

En el presente apartado describiremos el impacto de los plaguicidas cuando entran en contacto con el medio ambiente. Asimismo, citaremos algunos estudios describiendo los efectos de plaguicidas en suelos y biodiversidad.

La contaminación y daños por plaguicidas al medio ambiente pueden tener efecto a corto y largo plazo. En lapsos cortos de tiempo, los daños por las sustancias ocurren casi de manera inmediata sobre organismos no objetivo, como son los humanos, insectos benéficos para los cultivos, flora y fauna nativa o sobre el medio ambiente (suelo, agua y aire). En el segundo caso, debido a su frecuencia de uso y a sus características fisicoquímicas, las sustancias pueden permanecer y bioacumularse en los diferentes organismos y el medio ambiente hasta causar algún daño (Albert y Benítez, 2005). Lo anterior depende, en buena medida, del grado de persistencia y vida media de cada producto. Esto debido a que algunas sustancias se degradan con mayor rapidez que otras. Para entender lo anterior, es importante tomar en cuenta tres conceptos importantes:

- 1) **Vida media en suelo:** es decir, el tiempo necesario para que un plaguicida sea degradado en el suelo, ya sea por microorganismos (hongos y bacterias), pH, temperatura u otros factores. En este sentido, la vida media puede clasificarse en función del agente, por ejemplo, la vida media por fotólisis hace referencia al tiempo necesario para que la mitad de un plaguicida se degrade por exposición a la luz solar y la vida media por hidrólisis expresa el tiempo requerido para que la mitad de un plaguicida se degrada por acción del agua (Jáquez *et al.*, 2013).
- 2) **Bioconcentración:** proceso en el cual los diferentes organismos toman sustancias nutritivas del medio ambiente para su subsistencia y,
- 3) **Biomagnificación:** proceso en el que algunas sustancias aumentan su concentración de manera gradual (Albert y Benítez, 2005).

Aunado a lo anterior, es necesario conocer algunas características físico-químicas de los plaguicidas importantes en la interacción con el medio ambiente como son:

### - Solubilidad en agua:

Se refiere a la cantidad de plaguicida disuelto en 1L de agua a 25° C (Torri 2015). De esta manera se determina la propiedad de movilidad de un plaguicida en el suelo. Considerando lo siguiente: Plaguicidas con solubilidad acuosa < 50 ppm<sup>1</sup> se consideran poco solubles, plaguicidas que presentan una solubilidad acuosa entre 50 - 500 ppm se consideran solubles y plaguicidas con solubilidad acuosa mayor a 500 ppm son muy solubles en suelos. Se debe considerar que tanto plaguicidas solubles e insolubles van a interactuar de alguna manera con la biota del medio (Albert y Benítez, 2005; Badii *et al.*, 2006).

---

<sup>1</sup> (mg del plaguicida / L de agua), S (mg/L)

Los plaguicidas con solubilidad acuosa mayor de 25 ppm no son persistentes en organismos vivos. Por otro lado, los que presentan una solubilidad acuosa menor a 25 ppm tienden a inmovilizarse en los suelos y a concentrarse en los organismos vivos. Se conoce que los plaguicidas organofosforados tienen una solubilidad acuosa mayor a 25 ppm, en tanto que los plaguicidas organoclorados tienen una solubilidad menor a 25 ppm. Debido a lo anterior, se entiende que son más contaminantes los plaguicidas organoclorados (Vega, 1988).

#### **- El coeficiente de partición lípido/agua:**

El coeficiente de partición lípido/agua de una sustancia muestra cuánto de una sustancia se disuelve en agua y cuánto en lípido; este coeficiente de una manera indirecta proporciona información sobre la solubilización y distribución de una sustancia en la materia orgánica del suelo o algún organismo vivo, específicamente de los no polares o no ionizable. Se cree que, si el medio contiene una mayor cantidad de arcilla, está más expuesto a las partículas de plaguicidas. Esto debido a que las partículas de plaguicidas tienden a precipitarse logrando su acumulación en el medio. Como consecuencia de ello, los organismos bentónicos son los más expuestos a sufrir daños por la precipitación de partículas de plaguicidas (Albert y Benítez, 2005).

Según el coeficiente de adsorción Koc, los plaguicidas se pueden clasificar en: Extremadamente móvil < 50 Koc (L/kg) , Muy móvil 50 - 150 Koc (L/kg), medianamente móvil 150 - 500 Koc (L/kg), ligeramente móvil 500 - 2000 Koc (L/kg) e inmóvil > 2000 Koc (L/kg) (Torri, 2015).

#### **- Presión de vapor.**

Se define como la presión que la fase gaseosa ejerce sobre un sólido o líquido en condiciones de equilibrio (Torri, 2015). La presión de vapor determina la volatilidad de una sustancia. Las sustancias con presión de vapor mayor a 10 mm de Hg a 25° C, tienen gran movilidad y se dispersan con facilidad hacia la atmósfera. Existen sustancias ligeramente volátiles, menos móviles, con presión entre 10 a 10 mm de Hg a 25° C, y las no volátiles, que son más persistentes en suelos y agua, con presión de vapor menor a los 10 mm de Hg. La determinación de la presión de vapor de un plaguicida permite calcular las pérdidas del plaguicida hacia la atmósfera, al momento de su aplicación, permitiendo corregir las fórmulas y formas de aplicación para un control efectivo de la plaga (Albert y Benítez, 2005; Badii et al., 2006).

#### **- Disociación y ionización.**

Las sustancias, al solubilizarse, se pueden o no disociar. Las que no se disocian son sustancias no iónicas sin carga. Las que se disocian, son sustancias iónicas que pueden tener carga positiva (catiónicas) o bien, carga negativa (aniónicas). Los plaguicidas aniónicos y los no iónicos son móviles en los suelos, mientras que los catiónicos son absorbidos, inmovilizándose en ellos ( Badii et al., 2006).

## **- Degradabilidad.**

Este efecto se refiere al tiempo que pueden permanecer las moléculas de los plaguicidas en el medio ambiente, en función del factor que las degrada, el cual puede ser mediante sistemas microbianos (biodegradabilidad) principalmente por hongos y bacterias, degradación química (químico degradabilidad) o por acción de la luz (foto degradabilidad) ( Badii y Landeros, 2007).

Refieren que la actividad de un plaguicida puede ser permanente, o bien, puede disminuir con el tiempo. Esto en función de su descomposición, ya sea química (químico degradabilidad), por acción de la luz (foto degradabilidad), o por acción de sistemas microbianos (biodegradabilidad).

Dado las propiedades físico químicas de los plaguicidas y la constante aplicación de una gran cantidad y diversidad de ellos en áreas agrícolas son una de las principales fuentes de contaminación al medio ambiente, debido al volumen de residuos generados y a las diferentes sustancias utilizadas (García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza, 2012). Las moléculas de estas sustancias entran en contacto con el entorno mediante complejos procesos de transporte, volatilización, precipitación pluvial, escurrimientos, infiltraciones y lixiviaciones, a través de los cuales llegan a contaminar diferentes ambientes y fuentes de alimentos, de tal manera que, por la ingesta del alimento contaminado, las moléculas de los plaguicidas se incorporan a la cadena trófica de los diferentes organismos, incluido el humano.

Por ejemplo, se ha documentado la concentración de plaguicidas organoclorados en el cultivo de trigo, probando que moléculas de plaguicidas se pueden almacenar dentro de las plantas, permitiendo su acumulación específica en la semilla, la cual, al incorporarse a la cadena trófica, actúa como fuente de contaminación para los consumidores (Waliszewski e Infanzón, 2003).

De forma más amplia, y debido a que las moléculas de plaguicidas son absorbidas por los diferentes organismos y permanecen en el medio ambiente, se puede considerar como reservorio y fuente de contaminación lo siguiente: 1) el entorno en sí, 2) los organismos que lo habitan y 3) productos y subproductos con fines alimenticios, medicinales o cosméticos producidos con materia prima rociada con plaguicidas (Murcia y Stashenko, 2008; Del Puerto et al., 2014; Casas, 2017).

## **- Daño en suelo por plaguicidas**

Son diversos los servicios ambientales que se aprovechan del recurso llamado suelo, entre los más relevantes se encuentran la generación de alimentos, siendo esta una de las actividades económicas más importantes del modelo de desarrollo que se lleva a cabo en México (Gómez-Oliver, 1995; Silva y Correa, 2009). Este modelo de producción agrícola demanda la utilización de una gran cantidad de insumos, entre los que se encuentran diversos plaguicidas. Por tal razón, los suelos agrícolas son los más expuestos a sufrir daños y contaminación debido a las constantes aplicaciones de estas sustancias, que en su mayoría se realizan sin ningún asesoramiento técnico. Debido a ello se ha provocado la degradación y contaminación de los suelos (Leal et al., 2013). Algunos estudios refieren que



probablemente hasta un 50% del producto, utilizado mediante aplicaciones aéreas, se deposita en el suelo (Stoorvogel et al., 2002), y que un 40% a 80% del volumen del producto se puede perder por volatilización, según las condiciones ambientales (Albert y Benítez, 2005).

La persistencia de los plaguicidas en suelos puede depender de algunas variables como la humedad, la materia orgánica, el pH, la temperatura, el intercambio iónico y el tipo de suelo. Algunos mecanismos que influyen en el destino y transporte de estas sustancias en el suelo son: fotólisis, hidrólisis, biodegradación, oxidación/reducción, propiedades texturales del suelo como granulometría y permeabilidad (Jáquez et al., 2013).

Con el objetivo de identificar la magnitud de riesgo de los plaguicidas, se han desarrollado complejos modelos matemáticos que simulan el movimiento de los plaguicidas a través del suelo. Ejemplos de estos modelos son 1) LEACHM, 2) PEARL 3) Hydrus 2-d, entre otros. Sin embargo, debido a la gran cantidad de datos requeridos para la alineación de la información, puede verse limitada su aplicación en campo (Stoorvogel et al., 2002).

En 2012, Leal y colaboradores, realizaron un estudio en zonas agrícolas en el estado de Sonora, México, tomando muestras de suelo de 45 sitios donde a través del Método de Dispersión en Matriz en Fase Sólida (DMFS) encontraron 17 plaguicidas organoclorados (POC's) en donde los de mayor incidencia fueron el DDE, seguido por el heptacloro epóxido y endosulfán, además del uso del DDT, el cual es un producto restringido por el sector salud desde los años setentas.

### **- Daño en agua por plaguicidas**

En México, la agricultura emplea alrededor de un 76% del agua (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI. s.f.). Sin embargo, no existe información disponible que describa el grado de contaminación orgánica con productos tóxicos en cuerpos de agua (García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza, 2012).

Al igual que los suelos, debido a su complejidad y diversidad, los ambientes acuáticos son vulnerables a sufrir contaminación por plaguicidas. Esta ocurre principalmente mediante procesos de escorrentía, deposición atmosférica, filtración y lixiviación pudiendo así contaminar depósitos de agua para consumo humano (Orta, 2002; Rodríguez et al., 2019). Algunos procesos que pueden sufrir sustancias de plaguicidas en medio acuático pueden ser:

- Biológicos: ocurren cuando la biota local transfiere estas sustancias a organismos superiores como aves, mamíferos, y humanos a través de las cadenas tróficas.
- Físicoquímico: sucede en el material suspendido en el medio, intercambio iónico, floculación y precipitación al medio sedimentario constituyendo un depósito importante al ambiente acuático (Monsalve, 2019).

De esta manera los residuos de plaguicidas interactúan y pueden ser absorbidos por la biota acuática o los organismos que llegan a consumir el agua (Badii et al., 2006).

En un estudio realizado en muestras de agua para consumo humano de seis acueductos del Municipio Rivas Dávila, Venezuela se exponen las concentraciones mínimas y máximas de trece plaguicidas, encontrando niveles por encima de los respectivos límites de sensibilidad de diez de los 13 plaguicidas estudiados. Se encuentra que las triazinas y carbofuran son los de más alta frecuencia de detección, seguido de Malatión y luego de los plaguicidas dimetoato y metribuzin (Flores-García et al., 2011). La Atrazina es un agrotóxico utilizado como herbicida sistémico, moderadamente móvil en los suelos y lixiviable lo que facilita la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Se ha demostrado que la Atrazina es muy tóxica para la vida acuática con bioacumulación e impactos en los peces, fitoplancton, zooplancton, crustáceos, micro crustáceos, moluscos, anfibios, abejas, aves y mamíferos (Rossi, 2023).

Hernández-Antonio y Hansen 2011, mediante muestreo y análisis de agua y sedimentos, evaluaron las afectaciones ambientales por el uso de plaguicidas, reportando concentraciones superiores a los límites establecidos de sustancias como atrazina, clordano, DDT (diclorodifeniltricloroetano), DDD (diclorodifenildicloroetano) y DDE (diclorodifenildicloroetileno). La preocupación de estos resultados está en que se siguen encontrando residuos de sustancias prohibidas según el convenio de Estocolmo 2001.

## 1.6 Daño a fauna silvestre por plaguicidas

La fauna silvestre no está fuera del peligro de los daños causados por plaguicidas y los tipos de envenenamiento que pudiera sufrir a causa de estas sustancias se clasifican como sigue:

**Envenenamiento agudo:** Ocurre cuando la fauna ingiere por medio del alimento una cantidad letal de plaguicidas. Un ejemplo de ello ocurre cuando un medio acuático es contaminado por cantidades letales para la biota acuática. Otro ejemplo es cuando las aves ingieren insectos que fueron rociados con plaguicidas. De igual manera, a causa del forrajeo por aves y mamíferos de plantas contaminadas o incluso por el consumo de semillas rociadas con algún tratamiento.

**Envenenamiento crónico:** Ocurre cuando la fauna ingiere de manera constante, por medio del alimento, cantidades no letales, pudiendo ocurrir un proceso de Bioacumulación en su organismo. Un ejemplo de ello ocurre cuando se realizan constantemente aplicaciones de plaguicidas en campo y pequeñas moléculas de estas sustancias llegan a través del aire, agua o suelo al alimento de aves, mamíferos e insectos que consumen las hojas, semillas, frutos, polen o néctar de plantas rociadas con plaguicidas.

**Envenenamiento secundario:** Este ocurre cuando un animal se alimenta de un organismo que muere o ha enfermado por la exposición a plaguicidas.

Algunos de los daños causados a fauna silvestre expuesta a plaguicidas son: efectos mutagénicos, no alcanzar la madurez sexual, muerte prematura y no desarrollarse por completo intrauterinamente, entre otros. Se ha encontrado que los principales grupos químicos causantes de envenenamiento de fauna silvestre e incluso

doméstica son los organofosforados y carbamatos (Rodríguez et al., 2006; Sánchez et al., 2008; Alcántara, 2012; Monsalve, 2019).

Los estudios para determinar el grado de afectación por plaguicidas son varios. Un ejemplo de ello es un estudio realizado con el fin de detectar los efectos provocados por la exposición a insecticidas anticolinesterásicos. Para ello, se analizaron biomarcadores hematológicos, de genotoxicidad y enzimáticos en comunidades aviares de la región del Monte central, Mendoza, Argentina. En dicho estudio se muestrearon un total de 297 aves silvestres de 37 especies diferentes. Además, se llevó a cabo la exposición a un plaguicida en huevos de *Coturnix coturnix* (codorniz) en tres momentos críticos de la incubación, encontrando una menor actividad de colinesterasa plasmática en aves de sitios agrícolas, alcanzando diferencias de hasta un 34% respecto a las aves de áreas naturales. Para los embriones de codorniz expuestos en condiciones controladas, se detectó un aumento de muertes embrionarias y efectos teratogénicos en patas, así como una asociación entre el daño hepático y renal, hasta un 38% de depresión de actividad colinesterasa plasmática y un aumento en las frecuencias de biomarcadores de genotoxicidad como micronúcleos y hendiduras nucleares (Martín, 2023).

Otro estudio desarrollado en un pastizal tropical en Veracruz, México, muestra los monitoreos de tres periodos estudiados sobre escarabajos estercoleros (Coleóptera: Scarabaeidae), insecto que es considerado como indicador de los cambios de uso del suelo. Este estudio está reportando una notable disminución en la riqueza específica y abundancia de escarabajos coprófagos, concluyendo que una de las posibles consecuencias se deba a los cambios en el manejo de las prácticas ganaderas con la implementación de medicamentos veterinarios como son desparasitantes (avermectinas y milbemicinas) y agroquímicos (glifosato o 2,4D) aplicados en las últimas décadas en el área de estudio (Martínez et al., 2017).

Otro grupo de sustancias que destaca en las afectaciones al medio ambiente y en particular a los polinizadores son los Neonicotinoides, los cuales son insecticidas sistémicos derivados de la nicotina. Estos actúan directamente sobre el sistema nervioso del insecto, provocando su inactivación y posterior muerte. La OMS los clasifica como moderado a ligeramente peligrosos (Clases II y III) (Zepeda, 2018). Estos insecticidas son ampliamente utilizados en una gran variedad de cultivos debido a que algunas plagas han desarrollado resistencia a plaguicidas organofosforado (OF), Carbamatos, y Piretroides (Michlig, 2022). Algunos ejemplos de ingredientes activos (IA) considerados neonicotinoides que se pueden encontrar en el Catálogo Oficial de Plaguicidas publicado por COFEPRIS, 2016 son: Imidacloprid, Acetamiprid, Clotianidin, Thiametoxam, Thiacloprid, Nitempyram.

Imidacloprid es un plaguicida de categoría extremadamente peligroso o tóxico (IA) de uso restringido en Europa por ser mortal para las abejas, sin embargo, en nuestro país cuenta con 60 registros autorizados para diferentes usos: agrícola, doméstico, jardinería, industrial (Bejarano et al., 2017). Su solubilidad en agua facilita la absorción en la planta, pudiendo así llegar hasta el polen. Las afectaciones en las abejas pueden ser de dos tipos: 1) letales que se presentan al instante y matan al instante a la abeja. 2) sub-letales son las que no matan al instante a la abeja sin embargo pueden ocasionar algunos efectos en la reproducción, comportamiento y el

desarrollo de órganos como las glándulas hipofaríngeas. La relación de la mortalidad en abejas con los plaguicidas está estrechamente relacionada con la gran demanda mundial de alimentos debido a que la mayoría de las grandes producciones agrícolas utilizan una gran cantidad de plaguicidas. Otra posible causa es que las abejas pueden recorrer grandes distancias en busca de su alimento pudiendo así toparse con flores que han sido asperjadas con algún plaguicida (Perilla, 2020).

La mayoría de las sustancias neonicotinoides presentan alta solubilidad en agua por lo que facilita su movimiento en suelos lo que les facilita que sea absorbido por las raíces de las plantas. Estas sustancias tienen la facilidad de translocación al polen y néctar de las flores lo que vuelve vulnerables a polinizadores y vertebrados que llegan a consumir la planta (Barranco *et al.* 2015; Zepeda, 2018). Por lo anterior, la preocupación por el daño a polinizadores es evidente entre los productores agrícolas y a la población en general debido a que se estima que tres cuartas partes de la producción agrícola mundial depende de ellos. Debido a que se considera que un 70% a 80% de plantas cultivadas son dependientes de la polinización por abejas y un 90% de plantas silvestres requieren obligatoriamente de la polinización de abejas u otros insectos (Sagot *et al.*, 2007; Méndez, 2019).

El Cuadro 9 sintetiza hallazgos científicos sobre efectos negativos ocasionados por plaguicidas en distintos organismos.

Cuadro 9. Algunos efectos negativos sobre diferentes organismos ligados a plaguicidas.

| Organismo                      | Efectos   | Literatura  |
|--------------------------------|---|---|
| <b>Peces</b>                   | Presencia de compuestos en tejidos de peces empleados para el consumo humano ( <i>Arius melanopus</i> y <i>Chiclasoma sp</i> ) principalmente DDT y endosulfán. | Díaz-González et al., (2005). Plaguicidas organoclorados en pastos y peces de los sistemas Candelaria-Panlau y Palizada del Este, laguna de Términos, Campeche, México.     |
| <b>Mamíferos / murciélagos</b> | Inhibición de la acetilcolinesterasa (AChE), alteraciones y estrés oxidativo en murciélagos derivados de la exposición accidental a plaguicidas.                | Andrade (2018). Impacto de los plaguicidas utilizados en cultivos mecanizados sobre pequeños mamíferos en la zona maya de Quintana Roo.                                     |
| <b>Reptiles/ Tortugas</b>      | La presencia de residuos de DDT y DDE en el huevo de tortuga de <i>Carey Eretmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766).   | Morales y Cobos-Gasca (2005). DDT y derivados en huevos de la tortuga de <i>Carey Eretmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766), en las costas del estado de Campeche, México |

|                      |   |   |
|----------------------|---|---|
| <b>Aves</b>          | Cambios en la conducta de vuelo y postura, mareos, dificultades para perchar y disminución del cuidado parental, salivación, fasciculación, letargia, anorexia, efectos reproductivos y la muerte.  | Cobos et al., (2011). Los plaguicidas y su impacto sobre la fauna silvestre de la Península de Yucatán.   |
| <b>Polinizadores</b> | Afectaciones al sistema nervioso: Organofosforados y carbamatos: inhiben la enzima que recicla la acetilcolina (AChE); los piretroides desestabilizan el canal de sodio en las neuronas; los neonicotinoides activan los receptores nicotínicos de acetilcolina (nAChR), y el fipronil bloquea los receptores del ácido γ-aminobutírico (GABA) y del glutamato que va asociado al canal del cloro | Botías y Sánchez-Bayo (2018). Papel de los plaguicidas en la pérdida de polinizadores.  |
| <b>Lombriz</b>       | Mortalidad de lombriz roja californiana ( <i>Eisenia foetida</i> ).   | Elías (2020). Impacto de los tres plaguicidas más utilizados del cultivo de <i>Allium cepa</i> (cebolla) del distrito de Lurín, Lima, Perú en <i>Eisenia foetida</i> (lombriz roja californiana). |

Fuente: Elaboración propia.

## 1.7 Marco regulatorio

En el presente apartado analizaremos algunos derechos humanos que pudieran estar siendo afectados debido al uso de plaguicidas en las áreas laborales dentro de los campos agrícolas. Enseguida se describen brevemente algunos de los convenios internacionales que se han logrado establecer en algunos países, incluyendo a México sobre las responsabilidades compartidas sobre el comercio internacional de productos químicos incluyendo a los plaguicidas. Con relación a ello, la Red de Acción en Plaguicidas (PAN), la cual es una organización civil no Gubernamental (ONG), dedicada a adoptar medidas internacionales mejorando políticas fitosanitarias en busca de la eliminación de plaguicidas peligrosos con fines de lograr un manejo de plagas seguro, socialmente justo y económicamente viable. Por último, se mencionan algunas Normas de la legislación y estancias gubernamentales con competencia en la materia aplicable a plaguicidas en México.

### 1.7.1 Derechos humanos y plaguicidas.

La Organización de las Naciones Unidas menciona que los derechos humanos son derechos inherentes a todos los seres humanos, sin distinción alguna de raza, sexo, nacionalidad, origen étnico, lengua, religión o cualquier otra condición (ONU, 2023).

En México, la Sexta Visitaduría General de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH), a través de la Dirección General del Programa de Los Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales (DESCA), es la unidad responsable de efectuar las acciones pertinentes para la protección y promoción de estos derechos humanos. Los DESCA son derechos humanos que garantizan condiciones sociales y económicas necesarias para una vida digna en libertad, los cuales se refieren a cuestiones básicas como el trabajo, seguridad social, salud, educación, alimentación, agua, vivienda, un medio ambiente adecuado y cultura (CNDH, 2023). Para el ejercicio pleno de tales derechos, el Estado tiene obligación de promover, respetar, proteger y garantizar su cumplimiento.

Con relación al uso de plaguicidas se debe de considerar que algunos de estos derechos se pudieran estar violando, siendo estos interdependientes, indivisibles e interrelacionados, entendiendo que al estar violando alguno de ellos se pudiera estar dañando el disfrute de otros considerando los siguientes:

### **Derecho a la salud:**

La constitución de la Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que “El goce del grado máximo de salud que se pueda lograr es uno de los derechos fundamentales de todo ser humano”.

Este derecho se puede complementar con las exigencias de un conjunto de criterios sociales que propicien la salud de todas las personas, entre ellos la disponibilidad de servicios de salud, condiciones de trabajo seguras, vivienda adecuada y alimentos nutritivos. Así mismo, incluye el derecho de acceso a un sistema de protección de la salud.

De igual manera, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), en el artículo 7 inciso B exhorta a que toda persona tiene derecho al goce de condiciones de trabajo equitativas y satisfactorias que le aseguren en especial la seguridad e higiene en el trabajo.

De igual manera en el Artículo 9 exhorta a reconocer el derecho de toda persona a la seguridad social, incluso al seguro social. Tomando en cuenta los puntos anteriores, el derecho a la salud pudiera estar siendo violado, debido a las condiciones precarias que se pueden observar en las unidades de producción agrícolas. Un ejemplo de ello es el poco o nulo uso de equipo de protección al momento de preparar y aplicar plaguicidas en los aplicadores, otro ejemplo son los residuos de plaguicidas que contienen las hortalizas que la población consume de forma cotidiana (PIDESC, 1976).

Lo anterior, tiene relación con el aumento de enfermedades no transmisibles como el cáncer o enfermedades respiratorias las cuales son comunes entre la población que hace uso de plaguicidas; ello se relaciona con su aumento considerable en países y población de bajos ingresos. Un ejemplo de ello pudieran ser las comunidades indígenas que migran a lugares donde la principal actividad económica es la agricultura y son empleados para desarrollar diferentes funciones, entre las que se encuentran la aplicación de plaguicidas, exponiéndose a sufrir una mayor cantidad

de enfermedades, condiciones insalubres de trabajo y dificultades para acceder a una atención sanitaria de calidad (OMS, 2022).

### **Derecho al agua:**

A través de la Resolución A/RES/64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas en Julio de 2010 reconoce explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. La resolución exhorta a los Estados y organizaciones internacionales a proporcionar recursos financieros, capacitación y la transferencia de tecnología para ayudar a los países, en particular a los países en vías de desarrollo, a proporcionar un suministro de agua potable y saneamiento saludable, limpio, accesible y asequible para todos

Así mismo la Observación General No15. El derecho al agua. Comité de Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Noviembre de 2022. Se establece que este derecho humano es “ indispensable para una vida digna”. También se define como el derecho al agua que cada persona puede disponer en cantidad suficiente, saludable, aceptable, físicamente accesible y asequible para uso personal y doméstico”. Este derecho pudiera estar siendo violado debido a las múltiples aplicaciones de plaguicidas debido a las evidencias de daño a mantos acuíferos, población humana, flora y fauna acuática (ONU, 2014; Polanco, 2017).

### **Derecho a la alimentación:**

La FAO define el derecho a la alimentación adecuada “cuando todo hombre, mujer o niño, ya sea solo o en común con otros, tiene acceso físico y económico, en todo momento, a la alimentación adecuada o a medios para obtenerla”.

Así mismo, los alimentos deben ser seguros para el consumo humano y estar libres de sustancias nocivas, como los contaminantes de los procesos industriales o agrícolas, incluidos los residuos de los plaguicidas (Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos, 2010). Algunos estudios muestran la presencia de residuos en diferentes alimentos como cereales, frutas, leguminosas, tubérculos y verduras (Murcia y Stashenko, 2008; Díaz-Vallejo et al., 2021), de aquí la preocupación en la población por la ingesta de productos contaminados por plaguicidas.

### **Derecho al medio ambiente saludable:**

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró en julio de 2022, que todas las personas del mundo tienen derecho a un medio ambiente saludable. También lo definen como el derecho a un “medio ambiente limpio, saludable y sostenible”.

Este derecho pueda estar siendo vulnerado debido a que diversos estudios muestran que varios de los alimentos como hortalizas, lácteos, semillas entre otros que consume la población contienen residuos de plaguicidas (Cantú-Nava et al., 2019)

### **Derecho a la infancia:**

En el Artículo 10, párrafo 3 exhorta que se debe proteger a los niños y adolescentes contra la explotación económica y social. Su empleo en trabajos nocivos para su

moral y salud, o en los cuales peligre su vida o se corra el riesgo de perjudicar su desarrollo normal, será sancionado por la ley. Los Estados deben establecer también límites de edad por debajo de los cuales quede prohibido y sancionado por la ley el empleo a sueldo de mano de obra infantil.

Con relación a lo anterior se ha documentado la presencia de trabajo infantil en algunas zonas agrícolas de México, un ejemplo es lo reportado por López, 2022 en un estudio realizado en el valle de Mexicali, además de mostrar algunos datos del valle de San Quintín, centro agrícola de Baja California donde también existe la presencia de trabajo infantil. Miranda, 2019 realizó la caracterización del trabajo infantil rural en México, mostrando que al menos el 26,7% de niños de 5 a 17 años está laborando en el sector agropecuario. De esta manera se evidencia la presencia de trabajo infantil en las producciones agrícolas en México, por ello posiblemente se esté violentando algunos derechos en los infantes.

### 1.7.2 Convenios internacionales Rotterdam, Convenio internacional de Estocolmo, Lista PAN (Pesticide Action Network).

#### **Convenio internacional Rotterdam.**

El convenio de Estocolmo tiene por objetivo responsabilizar a exportadores e importadores de sustancias químicas a través de un procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo (CFP) incluyendo a los plaguicidas. Lo anterior con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes (COP), así como promover las mejores prácticas y tecnologías disponibles para su reemplazo y prevenir el desarrollo de nuevos productos a través del fortalecimiento de las legislaciones nacionales y la instrumentación de planes nacionales de implementación para cumplir estos compromisos. México firmó el convenio el 23 de mayo de 2001, en Suecia, y lo ratificó el 10 de febrero de 2003. Fue el primer país de Latinoamérica que ratificó este convenio, el cual entró en vigor el 17 de mayo de 2004 (SEMARNAT, 2015: Mendoza-Cantú y Ize-Lema 2017).

#### **Convenio internacional de Estocolmo.**

Este convenio representa los esfuerzos por tratar la problemática provocada por la aplicación de plaguicidas que México firmó en 2001 y ratificó en 2003. Su objetivo es proteger la salud humana y el ambiente de sustancias químicas tóxicas, persistentes y bioacumulables, así como detener la producción, comercio, uso y liberación principalmente de COPs. Se conoce como la “docena sucia” a los 12 COPs que se pretenden eliminar en primera instancia, según lo acordado en el Convenio de Estocolmo, entre los cuales se incluyen a los bifenilos policlorados (PCBs), Aldrín, Dieldrín, Endrín, Mirex, Toxafeno o Canfecloro, Clordano, heptacloro, DDT, Hexaclorobenceno (HCB), Dioxinas y Furanos. Todas estas sustancias son



altamente contaminantes para el medio ambiente y pueden ser bioacumulables en tejidos de los diferentes organismos (García et al 2012; Mendoza-Cantú y Ize-Lema 2017).

### **Lista PAN (Pesticide Action Network International)<sup>2</sup>**

La Red Internacional de Plaguicidas PAN es una red de más de 600 organizaciones no gubernamentales, instituciones e individuos con presencia en más de 90 países cuyos objetivos son los siguientes:

1. Proteger la salud y el medio ambiente eliminando del mercado pesticidas altamente peligrosos y reemplazándolos por soluciones sostenibles.
2. Resistir el desarrollo y detener la introducción y el uso de la ingeniería genética en los sistemas de producción agrícola.
3. Promover el empoderamiento de los movimientos de base y de los cuidados para la lucha contra corporaciones de agroquímicos y semillas y desafiar la globalización corporativa.
4. Incrementar la inversión pública, el desarrollo, la adopción y la implementación de sistemas de manejo de plagas no químicos.
5. Difundir las acciones y objetivos del PAN Internacional.

Los Plaguicidas Altamente Peligrosos (PAP's) son aquellos que reconocidamente representan peligros agudos o crónicos para la salud o el medio ambiente, de acuerdo con los sistemas de clasificación internacionales aceptados, como los de la OMS o el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), o por figurar en acuerdos o convenciones internacionales pertinentes con carácter vinculante. Además, podrán considerarse muy peligrosos y tratarse como tales aquellos plaguicidas que, en condiciones de uso en un país, parezca que ocasionan un daño grave o irreversible para la salud o el medio ambiente (FAO y OMS, 2019).

En el año 2009 se creó la primera versión de la Lista de PAN creada por PAN Alemania. La lista de PAP's tiene como propósito servir como lista de los plaguicidas a ser prohibidos progresivamente. Esta lista puede ser utilizada como instrumento para la toma de decisiones en el ámbito de políticas públicas sobre plaguicidas, el desarrollo de lista de prohibiciones o restricciones en normas privadas o para priorizar acciones destinadas a la reducción de los peligros y riesgos sobre el uso de plaguicidas en determinado país.

La lista de PAP's de PAN Internacional contiene ingredientes activos destinados a destruir, disuadir, neutralizar, evitar la acción de o ejercer un efecto controlador sobre cualquier organismo dañino o molesto; o manejar el crecimiento vegetativo, con la excepción de aquellos que se usan como desinfectantes o medicamentos humanos o veterinarios de uso interno. Incluye: plaguicidas usados en agricultura, silvicultura, y jardinería (por ejemplo, Insecticidas, herbicidas, fungicidas, reguladores del crecimiento, fumigantes). El listado actualmente se basa en las clasificaciones de

---

<sup>2</sup> <https://pan-international.org/>

autoridades reconocidas y se creó compilando la información de entidades internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Comisión Europea, agencias nacionales (EPA de Estados Unidos, Japón), y la Base de datos de Propiedades de los Plaguicidas. La última revisión de la Clasificación de Plaguicidas por Peligro Recomendada por la OMS fue desarrollada en 2019.

## 1.8 Normatividad mexicana

En México, las autoridades regulatorias con mayor intervención en la regulación de plaguicidas son: 1) Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), 2) la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 3) Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), 4) Secretaría de Desarrollo Rural (SADER), 5) Secretaría del Trabajo y Prevención social (STPS), 6) Secretaría de Salud (SSA) (Cuadro 10). La COFEPRIS es la autoridad de regulación, control y ejecución, con relación a las actividades que requieren de autorización o permiso sanitario, vinculados a la elaboración, fabricación, preparación, certificación, importación y exportación de plaguicidas. Regula y controla los riesgos a la salud humana en sitios en donde se emplean plaguicidas; por tal razón, regula el uso, importación, exportación, aplicación y desechos peligrosos, incluso por medio de la elaboración de Normas (Cuadro 11). Con relación a la salud de la población la COFEPRIS tiene la autoridad de proponer a la Secretaría de Salud una política nacional de riesgos sanitarios que incluya a los plaguicidas.

La SEMARNAT está a cargo de diseñar y vigilar la implementación de la regulación que protege el suelo y recursos hídricos entre otros; asegura que la fabricación y uso de plaguicidas no dañe el medio ambiente, es responsable de emitir opiniones técnicas sobre los impactos y riesgos vinculados con la protección ambiental y la autorización de la importación y exportación de plaguicidas y gestiona los desechos y contenedores de plaguicidas. En conjunto con la PROFEPA investiga y litiga a industria en relación a las leyes ambientales.

El SENASICA tiene como objetivo proteger los recursos agrícolas, ganaderos y pesqueros de plagas y enfermedades, es el órgano encargado de certificar la calidad de los sistemas alimentarios y la reducción de riesgos de las mismas. En campo son responsables de evaluar la efectividad biológica de los residuos de plaguicidas, aspectos fitosanitarios de los Límites Máximos de Residuos (LMR) y en caso de emergencias puede ser utilizado para resolver el caso.

La secretaria de Desarrollo Agropecuario (SADER) es responsable de la coordinación, promoción y control de las actividades fitosanitarias a través del Programa de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas y que le permite establecer los Límites Máximos de Residuos (LMR). El Instituto Nacional de Ecología y Cambio

Climático (INECC) es el responsable del monitoreo ambiental de los plaguicidas, su residualidad e impacto. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) fortalece políticas laborales y el cumplimiento de los derechos laborales, por tal motivo tiene la responsabilidad de establecer las condiciones de seguridad de los trabajadores en la industria de los agropecuaria. La secretaria de Salud (SSA) gestiona un registro de intoxicaciones y muertes relacionadas a plaguicidas.

A pesar de que son varias las autoridades en México las involucradas en la gestión de los plaguicidas se puede observar irregularidades en la comercialización y uso en los campos de cultivo; una posible causa es que cada una de las autoridades pudiera tener diferentes prioridades y metas políticas con relación a los plaguicidas. Es importante considerar que la política existente y nueva que se genere sea realmente benéfica para todas las partes.

La legislación en México para la regulación de los plaguicidas se divide en tres diferentes leyes: 1) La Ley General de Salud (LGS) de 1984 tiene por objetivo identificar los efectos del uso de plaguicidas en la salud humana, clasifica y categoriza los productos de acuerdo al posible riesgo que pudieran representar indirectamente y regula los principales elementos del ciclo de vida de un plaguicida, define responsabilidades a la SSA.

2) La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente (LGE) de 1988 cuya meta principal es prevenir y regular la contaminación de suelo y agua por plaguicidas, desarrolla especificaciones para los estudios de campo que tengan como objetivo definir los LMR, evalúa su eficiencia biológica y su uso fitosanitario y promueve la reducción de la contaminación en campos agrícolas a través de la recolección de contenedores vacíos y define responsabilidades a SEMARNAT.

3) La Ley Federal de Sanidad Vegetal de 1994 regula el impacto de los plaguicidas en el medio ambiente considerando los impactos en la salud humana, prohíbe las importaciones de plaguicidas cuyo uso se ha prohibido en su lugar de origen y define responsabilidades a SADER.

Cuadro 10. Autoridades en México con competencia en la materia para el uso, comercialización y control de plaguicidas.

| Fases del ciclo de vida de los plaguicidas  | Instancias responsables del control   |
|---|---------------------------------------|
| Importación y exportación.  | SADER/ SSA / SEMARNAT / SECOFI / SHCP |
| Registro.   | COFEPRIS / SEMARNAT / SADER           |
| Proceso y uso.  | SEMARNAT / SSA / SADER / STPS         |
| Almacenamiento.   | SSA / SCT / STPS                      |
| Transporte.   | SCT / SSA / SEMARNAT / STPS           |
| Comercialización.   | SADER / SECOFI / SSA                  |
| Efectividad biológica.  | SENASICA / SADER                      |
| Establecimiento de Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas (LMR) en productos agrícolas. | SSA / SADER                           |
| Control de residuos en productos agrícolas.   | SSA                                   |
| Control de calidad de plaguicidas   | SSA                                   |
| Emisiones al aire   | SEMARNAT / SSA                        |
| Residuos peligrosos   | SEMARNAT / SSA / SCT                  |
| Ambiente laboral  | STPS / SSA                            |
| Salud ocupacional   | SSA / STPS                            |

Fuente: Modificado de Zepeda, 2018.

A continuación, se muestra un cuadro describiendo brevemente algunas Normas Oficiales Mexicanas que aplican en el uso de plaguicidas.

Cuadro 11. Normatividad en México con competencia en el manejo de plaguicidas.

| ID de la NOM          | Descripción   |
|-----------------------|---|
| NOM-032 SAG/FITO-2014 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establece los requisitos y las especificaciones fitosanitarias sobre la realización de estudios de efectividad biológica de los plaguicidas.</li> </ul>  |
| NOM-033-FITO.1995     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establece requisitos y especificaciones relativas a la notificación de inicio de operaciones, que se exige a los interesados en la comercialización de plaguicidas incluyendo la capacitación del personal que vende los productos.</li> </ul>   |
| NOM-034-FITO.1995     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establece requisitos y especificaciones fitosanitarias sobre el aviso de inicio de operación, que se exige a los interesados en la producción, formulación e importación de plaguicidas agrícolas. Obliga a los sujetos de la NOM responsables de la información incluida en la etiqueta ( instrucciones de uso, cosecha autorizada, nombre científico y común de la plaga, instrucciones de aplicación e intervalos de pre cosecha) además, de proporcionar asesoría técnica a los distribuidores o minoristas y controlar los plaguicidas producidos o formulados (cantidad, fecha de producción y distribución).</li> </ul> |
| NOM-232- SSA2-2009    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establece los requisitos, indicadores y características que deben cumplir el envase, embalaje y etiquetado de los plaguicidas, tanto técnicos como formulados y en sus diferentes presentaciones, a fin de minimizar los riesgos a la salud de los trabajadores ocupacionalmente expuestos y de la población en general, durante su almacenamiento, transporte, manejo y aplicación.</li> </ul>  |
| NOM-052-FITO-1995     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias que deben cumplir las personas físicas o morales que se dediquen a la aplicación aérea de plaguicidas agrícolas, así como propietarios de pistas y/o aeronaves, para presentar el aviso de inicio de funcionamiento y obtener el certificado del cumplimiento de la Norma, para ser inscritas en el Directorio Fitosanitario correspondiente; así como las obligaciones que se deriven de las mismas.</li> </ul>   |
| NOM-003-STPS-2016     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividades agrícolas-condiciones de seguridad y salud en el trabajo. La cual tiene como objetivo establecer las condiciones de seguridad y salud para prevenir los riesgos a los que están expuestos los trabajadores que desarrollan actividades agrícolas.</li> </ul>   |
| NOM-001SEMARNAT-2021  | Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales.  |
| NOM-077-FITO-2000     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establece las especificaciones, criterios y procedimientos en la evaluación de los estudios de la efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal.</li> </ul>  |

|                   |  |
|-------------------|--|
| NOM-232-SSA1-2009 | - Establece requisitos para los contenedores, acondicionamiento y etiquetado de los plaguicidas. |
|-------------------|--|

Fuente: Elaboración propia.

En el Catálogo de Plaguicidas de la COFEPRIS de 2016 se muestra el registro de 183 Ingredientes Activos (IA) en 3,140 registros sanitarios con distintas formulaciones, nombres comerciales y usos (agrícola, doméstico, jardinería, industrial). De los 183 ingredientes activos; 63 se encuentran en la clasificación IA e IB considerados altamente tóxicos para la salud humana, 63 tienen una toxicidad aguda alta perteneciendo a la categoría toxicológica IA y IB, 43 son considerados como probables carcinógenos en humanos, 35 son perturbadores endocrinos, 21 tóxicos para la reproducción y 2 mutagénicos.

Del total de registros sanitarios (3,140); 1,987 están autorizados para ser utilizados como insecticidas, 474 como fungicidas, 442 como herbicidas, 126 como rodenticidas, 78 como fumigantes, 24 como acaricidas; y solo 3 como miticida-ovicida-acaricida. Es necesario mencionar que algunos de los ingredientes activos que los componen y son autorizados en México en otros países están prohibidos, como son Glifosato Endosulfán, Captafol, Pentaclorofenol, Paratión metílico, Carbofuran, Paraquat, Benomilo entre otros.

## 1.9 Alternativas al uso de plaguicidas agrícolas.

Como respuesta a la gran problemática que se ha generado por el uso de plaguicidas, se han desarrollado diversas metodologías como opción hacia el uso de plaguicidas, estas son utilizadas tanto para el control de plagas como para la fertilización en cultivos agrícolas, las cuales han demostrado ser una excelente alternativa. A continuación, se describen brevemente algunas de ellas al uso de plaguicidas agrícolas que incluyen acciones de prevención y control:

### 1. Prevención:

#### Prácticas culturales

El control cultural de plagas consiste en minimizar todas aquellas condiciones favorables para la reproducción de plagas. Se clasifican en:

- Prácticas de saneamiento (eliminación de plantas voluntarias, eliminación de rastrojo y residuos de cosecha, eliminación de plantas infectadas y hospederos, destrucción de frutos dañados y caídos).

- Manejo de cultivo ( preparación del suelo, rotación de cultivos, cultivos de cobertura, fertilización y riego adecuados, cultivos asociados, barreras físicas).
- Exclusión (invernadero cerrado).
- Monitoreo (trampeo y registro de patógenos, planeación y calendarización de acciones de manejo y control).

Estas prácticas son importantes porque son reflejo de actividades culturales propias de cada población y sus ventajas pueden ser la reducción de costos, no genera contaminación ambiental, no se corre el riesgo de sufrir intoxicación (Berger, 2023).

## **2. Control**

### **Control mecánico**

Se refiere a la ejecución de acciones de eliminación y retiro manual de insectos plaga y órganos infectados de la planta, uso de trampas y barreras físicas o naturales.

### **Control biológico**

El control biológico consiste en la regulación, disminución y eliminación de plagas agrícolas utilizando poblaciones de enemigos naturales por lo general se utilizan insectos depredadores (entomófagos), parásitos y parasitoides. Los órdenes más utilizados son: Himenóptera, Díptera, Coleóptera, Neuróptera, Hemíptera, Thysanoptera, Dermáptera. Además, de insectos también se pueden utilizar algunos microorganismos principalmente bacterias y hongos que actúan como patógenos contra insectos plaga los géneros mayormente utilizados son: *Bacillus*, *Penicillium*, *Beauveria*, *Metarhizium*, *Lecanicillium*, *Hirsutella*, *Paecilomyces* (Guédez et al., 2008; Vázquez et al., 2008).

Los insectos depredadores atacan y se alimentan de otros insectos o ácaros plaga, pueden atacar a varias presas durante su vida, los depredadores que se alimentan de un gran número de especies plaga se denominan como polífagos, a los que se reduce su rango de alimento se denominan olífagos y finalmente los que solo se alimentan de una especie plaga en específico se denominan monófagos. De acuerdo a sus hábitos alimenticios se pueden clasificar en: masticadores que mastican y comen a su presa y los succionadores que succionan los jugos de sus presas (Badii y Abreu, 2006; Vázquez et al., 2008).

Los parasitoides son insectos que se desarrollan dentro o fuera del cuerpo de otro insecto huésped el cual es único necesario para poder cumplir con su ciclo de vida. El Insecto parasitado casi siempre muere cuando la larva parasitoide emerge como adulto de vida libre. Existen los parasitoides solitarios los cuales se desarrollan en un huésped por individuo, mientras que los parasitoides gregarios pueden

desarrollarse varios individuos de la misma progenie dentro de un mismo huésped (Badii y Abreu, 2006).

Dependiendo del lugar de desarrollo de los huevos y de las larvas parasitadas se clasifican en: endoparasitoides los cuales se desarrollan en el interior del huésped y en ectoparasitoides los cuales se desarrollan en el exterior de su huésped. De acuerdo al número de huéspedes que parasitan se clasifican en monófagos: que solo parasitan a una sola especie huésped y los generalistas los cuales pueden parasitar a varias especies huésped (Badii y Abreu, 2006; Vázquez et al., 2008).

Por último, los microorganismos patógenos son los que causan patologías o enfermedades a su huésped provocando su muerte (Vázquez et al., 2008). Algunas de las ventajas de utilizar control biológico de plagas es que los insectos plagan difícilmente generan resistencia hacia sus enemigos naturales, puede ser a largo plazo o permanente, no existe riesgo de sufrir intoxicaciones.

Se pueden emplear también hembras o macho estériles de organismos fitopatógenos.

## 1.10 Alternativas botánicas para el control de plagas agrícolas.

Debido a la capacidad de producción de diferentes metabolitos secundarios como fenoles, taninos, antocianinas, alcaloides o inhibidores enzimáticos, diversas especies de plantas han sido estudiadas y sus propiedades han sido aprovechadas para el combate de algunas plagas de importancia agrícola. Los efectos de estos metabolitos son repelentes, afectan los ciclos de vida de las plagas y las funciones de sus órganos. Algunos ejemplos de plantas que los contienen son:

**Árbol de Neem (*Azadirachta indica*):** Este es un árbol originario de la India, las partes de la planta que principalmente se aprovechan para realizar los preparados como insecticidas son las hojas y las semillas, de aquí se puede obtener en dos tipos el insecticida 1) el aceite y 2) en extracto. La azadiractina es el metabolito secundario con efectos insecticidas, este principalmente se encuentra en mayor cantidad en la semilla de la planta. Los efectos del Neem se han estudiado principalmente sobre plagas de importancia comercial como lo es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivo de tomate, incluso sobre algunos hongos de importancia agrícola. Algunos efectos del Neem sobre los insectos son: bloqueos fisiológicos que impiden la muda del exoesqueleto y esterilidad del insecto. Es importante considerar que la azadiractina se degrada fácilmente con la luz solar (Iannacone y Reyes, 2001; Vuelta y Font, 2007; Pérez, 2012). Otros autores reportan que el uso de diferentes extractos como tomillo, chile/ajo o canela/clavo de olor resultan efectivos contra la mosca de la fruta (Corrales, et al., 2018)

**Crisantemo (*Chrysanthemum*):** Uno de los principales aprovechamientos de esta planta es la extracción de piretrinas, este compuesto es extraído directamente de las flores secas de plantas del género *Chrysanthemum*. Existen dos especies



pertenecientes a este género las cuales contienen una cantidad considerable de piretrinas que puede considerarse lo suficientemente tóxica para poder ser utilizado como insecticida siendo: *C. cinerariaefolium* y *C. coccineum*. Se han realizado mezclas con esta y otras plantas para estudiar su efecto sobre diferentes plagas y cultivos agrícolas. Su acción insecticida de las piretrinas es por contacto provocando inactividad debido a su acción neurotóxica (Ocaña, 1997; Aguirre et al., 2012; Pérez, 2012).

**Tabaco (*Nicotiana tabacum*):** el principal alcaloide utilizado como insecticida producido por esta planta es la nicotina, algunos productores para realizar la aplicación en sus cultivos optan por combinarlo con jabón potásico para su mejor adherencia a las hojas (Martínez, 2011).

**Cinco negritos (*Lantana camara*):** Es una planta conocida mundialmente debido a su uso como medicinal y ornamental. Se sabe que su follaje posee una gran cantidad de compuestos que pueden ser utilizados como insecticida. Existen estudios que demuestran que mediante la extracción de aceites esenciales de su follaje se ha utilizado en plagas como la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) con resultados positivos (Valdez et al., 2018).

Otros autores reportan que el uso de diferentes extractos como tomillo, chile/ajo o canela/clavo de olor resultan efectivos contra la mosca de la fruta (Corrales, et al., 2018) Con lo anterior se demuestra que sí existen alternativas hacia el uso de plaguicidas en la producción agrícola los cuales pueden traer múltiples beneficios en las áreas de producción.

## 1.11 Alternativas de fertilización en cultivos agrícolas.

La producción agrícola sustentable es un modelo de producción alternativo de la agroindustria en donde los insumos utilizados durante todo el proceso de producción provienen de la naturaleza y no han pasado por un proceso o tratamiento con algún producto de síntesis química como son los plaguicidas. Este modelo de producción promueve la disminución y de ser posible la eliminación del uso de plaguicidas en los cultivos agrícolas. Algunas de las ventajas de producir hortalizas bajo este modelo de producción son: productos inocuos libres de contaminantes, regeneración de suelos, conservación de la agrobiodiversidad, facilita las interacciones microorganismo-planta lo que ayuda a mantener una nutrición óptima para los cultivos volviendo a las plantas más vigorosas y resistentes a plagas y enfermedades y promoviendo la recirculación de materia en los espacios productivos eliminando la dependencia para la compra de insumos (González y Huerta, 2015). A continuación, se describen algunas alternativas hacia el uso de plaguicidas para la nutrición de los cultivos.

**Lombricultura:** Una excelente alternativa para aprovechar los residuos o excedentes de las cosechas es mediante la cría de lombrices, esta técnica de fabricación de fertilizantes naturales se obtiene a partir de la cría de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), el resultado de la descomposición de residuos orgánicos resulta en dos abonos de calidad uno sólido llamado humus y un líquido o

lixiviado. Rubio (2023) reporta la caracterización y comparación de abonos orgánicos utilizando como sustrato tres diferentes tipos de estiércol (equino, bovino, ovino) producidos por medio de lombricultura mostrando que el estiércol de bovino reúne las mejores características fisicoquímicas para la producción de este abono. Pueden emplearse otros insectos como tenebrios o mosca soldado para la degradación de materia orgánica y producción de abonos naturales.

**Bocashi:** Proceso aeróbico de aproximadamente 21 días que resulta de la mezcla de varios materiales como: estiércol principalmente de rumiantes, tierra negra, aserrín u hojarasca, melaza/piloncillo, levadura, cenizas, harina de rocas, salvado de trigo o cascarilla de arroz, agua y carbón vegetal. Estos insumos se pueden adaptar a la materia prima disponible en la comunidad. Debido a esta diversidad de ingredientes la mezcla es rica en minerales, materia orgánica y microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos) benéficos para el suelo y las plantas, estos últimos tienen gran importancia pues son los que facilitan la transformación de los materiales en otros, brindando los cuales aplicándolos al suelo se mejoran ciertas características físicas y químicas del mismo como es la estructura, pH, retención de humedad entre otros. Debido al proceso de descomposición de la materia orgánica los nutrientes se vuelven más asimilables para las plantas que crecen sobre el sustrato (Agüero y Terry 2014).

**Biofermentos:** Se elaboran a partir de una fermentación anaeróbica causada por microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos), principalmente son elaborados con estiércol de rumiantes, agua, levadura, melaza, cenizas o harina de rocas incluso algunos productores para enriquecer la mezcla optan por agregar los desechos de fruta de las parcelas, siendo esta una gran alternativa para el aprovechamiento de estos residuos. Al igual que en el Bocashi a través de este proceso de fermentación los nutrientes se vuelven más accesibles para la planta (Pacheco, et al. 2017).



# CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

## 2.1 Localización geográfica y política.

En el municipio de Arroyo Seco la agricultura es la principal actividad económica representada por el 46%. Registra un total de 829 unidades de producción agrícola en 7,244.8 hectáreas. De ellas 145 unidades son de riego abarcando 606.7 hectáreas y 731 unidades son de temporal abarcando 6,638 hectáreas (Presidencia Municipal de Arroyo Seco, 2021).

El valle agrícola de Concá se localiza a una altitud de 580 msnm dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG), el cual es un espacio que por su naturaleza se consideran importantes para la preservación de especies de flora y fauna para su conservación, investigación científica, aplicación de modelos sostenibles para la conservación (SEMARNAT, 2023), la RBSG forma parte de la Sierra Madre Oriental (Figura 1). Políticamente forma parte del municipio de Arroyo Seco localizado entre los paralelos 21° 17' y 21° 35' de latitud norte y los meridianos 99° 24' y 99° 48' de longitud oeste. Ubicado geográficamente al noreste del estado de Querétaro, México (20° 50'-20° 41' N y 98° 50'-100° 10' W) (Plan de Desarrollo Municipal Arroyo Seco, Qro. 2022).

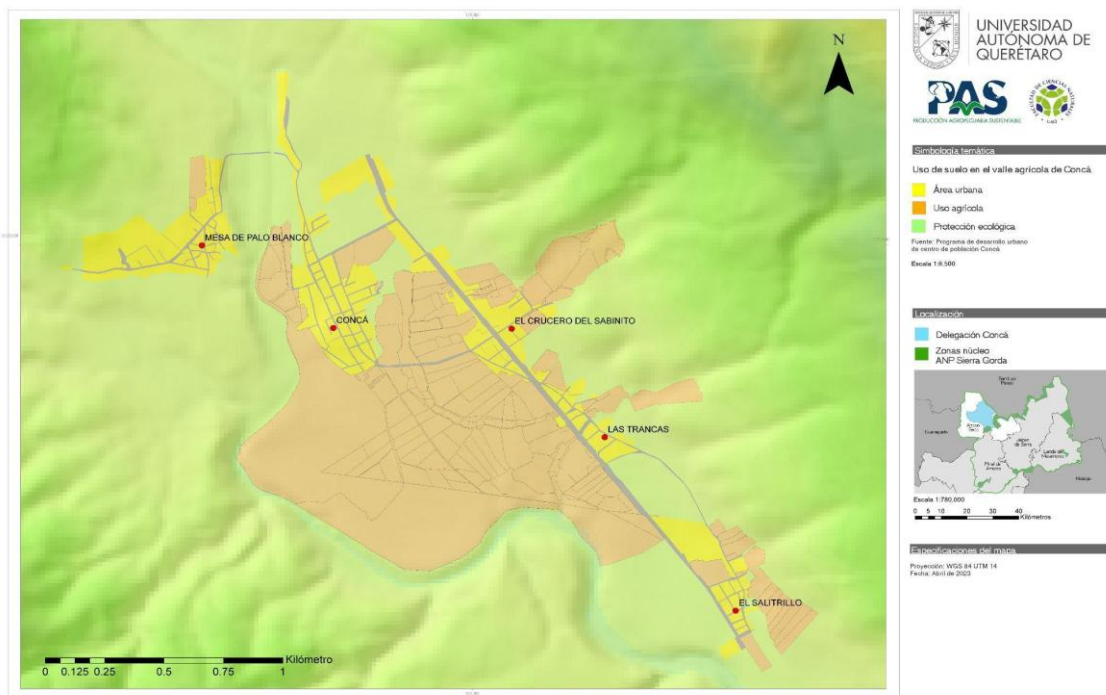


Figura 1. Ubicación del valle agrícola de Concá.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2 Vegetación.

En el área de estudio predominan dos tipos de vegetación: 1) bosque tropical caducifolio con las especies dominantes *Bursera simaruba* (chacá), *Capparis incana* (palo cenizo), *Esenbeckia berlandieri* (jopoy), *Lysiloma microphylla* (palo de arco), *Phoebe tampicensis* (laurel) y *Psidium sartorianum* (guayabillo), *Acacia coulteri* (guajillo), *Guazuma ulmifolia* (aquiche) y *Bursera lancifolia* (chacá) y, 2) vegetación acuática y subacuática, debido a su ubicación a las orillas del río Santa María. Las principales especies son: *Platanus mexicana* (álamo), *Taxodium mucronatum* (sabino), *Salix sp.* (sauces) y *Carya illinoensis* (nogal). (Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, 1999; Avilés et al., 2022).

## 2.3 Fauna

Existe una gran diversidad de fauna acuática y terrestre en la zona; entre la fauna acuática más común encontramos a sapos, ranas, peces: tilapia y charales, algunos artrópodos; langosta a los que comúnmente la gente de la comunidad llaman “burritos”, aunque en menos cantidad pero también los habitantes reportan una especie de crustáceo parecido al langostino al cual nombran “acamaya”, todos estos se pueden encontrar desde el área de los manantiales, las acequias o canales de riego hasta el río Santa María.

Además, entre las especies terrestres más comunes se encuentran: zorro rojo, tlacuaches, culebras, chachalacas, zopilote negro.

## 2.4 Clima

Los climas que predominan son: semicálido subhúmedo (A)C(w0)(w) y cálido subhúmedo AW(w) ambos con lluvias en verano de menor humedad, temperatura media anual de 24.3y precipitación promedio anual 653.8 (Carbajal, 2019; Avilés et al., 2022).

## 2.5 Suelo

Se han identificado seis tipos de suelos; Luvisol crómico (LC), Rendzina (E), Litosol (I), Cambisol cálcico (Bk), Luvisol cálcico (Lk), Vertisol pélico (Vp). La litología del valle está conformada por materiales del tipo basáltico y aluvial (Carbajal, 2019).

## 2.6 Hidrografía

Con respecto de la hidrografía, la microcuenca forma parte de la cuenca del río Pánuco, atravesando el río Santa María, dentro de la comunidad existe un manantial el cual es aprovechado por los habitantes con fines recreativos, culturales y subsistencia, siendo el más importante el abasto de agua potable a través de canales que abastecen los sistemas de riego para la producción agrícola, principalmente para la producción de hortalizas, cítricos y mangos. (Plan de Desarrollo Municipal Arroyo Seco, Qro. 2021).

## 2.7 Socioeconómico

En el Valle de Concá la principal actividad económica es la agricultura sobre todo de hortalizas y algunos frutales. La mayoría de las producciones de hortalizas se desarrollan a cielo abierto empleando cubiertas plásticas al suelo y en menor cantidad bajo invernadero (Carbajal, 2019). El riego se alimenta gracias a los manantiales ubicados en la comunidad y el agua se distribuye por acequias que la recorren. Se impulsa el riego por gravedad o bomba y se distribuye con cintilla o rodado. La producción de monocultivos abarca principalmente chile (*Capsicum annuum*), jitomate (*Solanum lycopersicum*), calabaza (*Cucurbita pepo*), tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*), maíz (*Zea mays*) y cebolla (*Allium cepa*). Con respecto de la producción frutícola se tienen extensiones importantes de frutales como naranja (*Citrus x sinensis*) y mango (*Mangifera indica*). Además, se observa el uso de tecnologías como tractores, bombas de aspersión eléctricas, semillas transgénicas, y riego por goteo.

El principal mercado para algunos de los productores es estados como Nuevo León, San Luis Potosí y Querétaro, y otra parte de la cosecha se consume a nivel local principalmente el maíz utilizado como forraje (ovinos, bovinos) y en la preparación de algunos platillos (tortillas, tamales).

En el sistema productivo se ha identificado la presencia de diversas plagas, como el gusano cogollero, la mosca blanca, *Diaphorina citri* vector del virus de la tristeza de los cítricos (VTC), hongos las cuales son controladas con plaguicidas (Carbajal, 2019). Además, se ha documentado la presencia de jornaleros migrantes indígenas del pueblo Xi'Oi, los cuales, con frecuencia se desplazan desde Santa María Acapulco, algunos con sus familias para emplearse en la región como jornaleros agrícolas desarrollando actividades como siembra, cosecha y aplicación de plaguicidas, asimismo, tanto productores como jornaleros reciben muy poca o nula asistencia técnica sobre el uso de plaguicidas por lo que se realiza un mal manejo de estas sustancias (UAQ, 2014).

En la zona de estudio se ha identificado un negocio distribuidor de plaguicidas, que, en ocasiones al adquirir los plaguicidas, ofrece a los productores pequeñas capacitaciones sobre qué productos utilizar para el combate de ciertas plagas. De igual manera, algunos productores reciben visitas por parte de “ingenieros” que forman parte de los expendios de plaguicidas, estos facilitan los diferentes productos, pero no los asesoran sobre otros temas importantes que implica el uso de plaguicidas, como son: los posibles daños a la salud y al medio ambiente o el uso correcto de equipo de protección, calibración del equipo de aspersión, entre otros temas de importancia.

Además, en la zona tiene presencia el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Querétaro (CESAVEQ) quien ofrece acompañamiento a un grupo pequeño de productores (principalmente a productores de cítricos) ofreciendo algunas alternativas hacia el uso de plaguicidas. En el año 2002 dio inició el programa de campo limpio en el estado de Querétaro, debido a ello se colocaron dos jaulas para el acopio de envases de plaguicidas en la comunidad de Concá.

Dentro de la zona de estudio en los últimos años se ha observado un aumento en la construcción de viviendas a la periferia de los campos de cultivo, asimismo algunos productores han optado por la crianza de algunos animales de granja para su venta y autoconsumo, los principales animales son: gallinas, puercos, vacas y borregos. También en el año 2013 la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) abre un nuevo campus, ofreciendo estudios de nivel medio superior en el área agropecuaria y de educación superior. A manera de recomendación, es necesario realizar futuros estudios sobre el posible impacto que pudieran tener las personas que habitan o frecuentan esta zona de cultivo como pueden ser las personas que viven en la periferia del área productiva, los animales que están siendo criados en zonas cercanas a las áreas de aspersión de plaguicidas e incluso del personal del campus, debido a que pudieran estar recibiendo los impactos negativos de las aspersiones de plaguicidas, puesto que la contaminación puede llegar a través del aire.

## 2.8 Manejo de residuos sólidos

De acuerdo a lo descrito en el Plan Municipal de Arroyo Seco, Querétaro, 2021-2024, en el municipio se generan diariamente de 8 a 10 toneladas de residuos sólidos, entre ellos los residuos provenientes de producciones agropecuarias, el municipio cuenta con un relleno sanitario municipal ubicado en la localidad de Mesas de Agua Fría, sin embargo, este no cumple con las normas establecidas por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA) y está llegando a su máxima capacidad. Además, este documento no da especificaciones sobre la recolección y separación de residuos peligrosos como lo podrían ser los envases de plaguicidas.





# CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

## 3.1 Justificación

En el valle de Conca la principal actividad económica es la agricultura, debido a esto se ha visto un aumento en el uso de plaguicidas en la producción de monocultivos de hortalizas. Debido a que no existe información específica sobre la cantidad y características de los plaguicidas utilizados para el combate de plagas agrícolas en la zona, es necesario efectuar un diagnóstico de los productos y prácticas empleadas por los productores, debido a que se pudiera estar liberando una gran cantidad de residuos altamente peligrosos para la salud humana y ambiental.

Este estudio puede servir de base para futuras investigaciones en población ocupacionalmente expuesta a plaguicidas o en el medio ambiente, desarrollar instrumentos que permitan la concientización sobre la reducción y uso de alternativas hacia el uso de plaguicidas con el objetivo de mejorar las condiciones laborales de los trabajadores agrícolas encaminado a generar sistemas de producción agrícola sustentables.

## 3.2 Pregunta de investigación

¿Cuál es la percepción de los productores agrícolas sobre el uso de plaguicidas y sus posibles efectos en la salud y el medio ambiente?

## 3.3 Diseño de instrumentos

Con la finalidad de cumplir los objetivos de la investigación se diseñó una encuesta con preguntas abiertas y cerradas como herramienta de campo para conocer aspectos demográficos, así como de la percepción del uso y manejo de plaguicidas sobre los sistemas de producción agrícola (Anexo 1). Se retomaron ítems provenientes de investigaciones similares que buscaban identificar la percepción sobre el uso de plaguicidas (García et al., 2002; Bernardino, 2013). Como sugiere Anaya (2016) se realizó una prueba piloto con la finalidad de poder ajustar el instrumento, como resultado se añadió una pregunta relacionada al tiempo dedicado a la producción agrícola, debido a que el tiempo puede ser factor importante para la confiabilidad de los resultados.

Para detectar el uso de plaguicidas, el diseño de los instrumentos de recolección de información contempló nueve apartados:

### **1) Información socioeconómica.**

En este apartado se obtuvo información de los productores como: nombre, edad, escolaridad, años dedicados a la agricultura, último año de escolaridad y superficie sembrada

## **2) Conocimiento y uso de plaguicidas.**

En este apartado se documentaron los tipos de plaguicidas (herbicidas, fungicidas, bactericidas, insecticidas) utilizados para el control y eliminación de las diferentes plagas que afectan los cultivos de producción agrícola.

## **3) Percepción de la exposición a plaguicidas.**

En este apartado se documentó la perspectiva del uso de plaguicidas hacia la salud, evidenciando algunos casos de intoxicación e incluso de muerte por el uso de plaguicidas.

## **4) Síntomas asociados al uso de plaguicidas.**

En este apartado se describen los principales síntomas (dolor de cabeza, visión borrosa, mareos, irritación en la piel, náuseas, vómito, desorientación) reportados cuando los productores son aplicadores o por alguno de sus trabajadores.

## **5) El productor no es aplicador.**

En este apartado se documentaron algunas prácticas durante el uso de plaguicidas por parte de los productores que no son aplicadores y contratan personal para realizar este trabajo incluyendo algunas preguntas como: ¿qué indicaciones da a sus trabajadores cuando aplican plaguicidas?, ¿Ofrece equipo de protección? ¿Cuál?

## **6) Hábitos durante y después de la aplicación de plaguicidas.**

En este apartado se documentaron los hábitos de los productores que también son aplicadores de plaguicidas, con la finalidad de identificar hábitos como: lavado de manos, consumo de alimentos o bebidas entre otros que pudieran poner en riesgo su salud.

## **7) Manejo de envases y percepción de daño al medio ambiente**

En este apartado se documentó las prácticas que realizan los productores referentes al manejo de envases y su percepción del impacto al medio ambiente, se incluyeron preguntas como: ¿Dónde almacena los envases de plaguicidas?, ¿Cómo maneja los envases vacíos?, ¿Considera que el uso de plaguicidas pudiera contaminar de una forma el medio ambiente?

## **8) Uso de equipo de protección.**

El objetivo de este apartado es conocer qué equipo de protección usan o no los productores-aplicadores u ofrecer a sus empleados al momento de aplicar plaguicidas, conocer sus hábitos y sitios en donde preparan las mezclas, y cuál sería la razón que los convenciera a usar el correcto equipo de protección.

## **9) Conocimiento y uso de alternativas de plaguicidas.**

En este apartado se documentó la perspectiva del posible uso y conocimiento de alternativas de plaguicidas. El instrumento empleado puede consultarse en el anexo 1.

Por último, se realizó una entrevista a una persona perteneciente al CESAVERQ (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Querétaro) con la finalidad de conocer si existe por su parte intervención para brindar a los productores agrícolas asesorías sobre el manejo adecuado de los fitosanitarios. El documento empleado puede consultarse en el anexo 2.

### 3.4 Recolección de la información

Se realizaron recorridos visitando las unidades de producción agrícola y en otras ocasiones se visitaron los hogares de los entrevistados. Las entrevistas permitieron recolectar información sobre las prácticas de los productores, entremezclada con la opinión y reflexiones de los entrevistados en torno del tema. Previo a comenzar con la entrevista se solicitó el consentimiento de cada productor (ver anexo 3) y una vez que este era aprobatorio se procedía a realizar la entrevista a manera de charla. Además, se solicitaba a los productores su consentimiento para poder grabar la entrevista, y si la respuesta era favorable se procedía a utilizar una grabadora digital de voz Sony ICD-TX650.

Para la selección de los entrevistados se aplicó la metodología Snow Ball propuesta por Parker et al., 2019. Este instrumento es utilizado en poblaciones de difícil acceso, carentes de marco muestral, por lo que no es posible aplicar una técnica de muestreo probabilístico, basado en la idea de una investigación de una red social la cual se amplía poco a poco basándose en los contactos proporcionados por otros entrevistados (Martín-Crespo y Salamanca, 2007). Las entrevistas se realizaron entre febrero y junio del 2022. En total, se llevaron a cabo 20 entrevistas semiestructuradas.

### 3.5 Análisis de la información

La sistematización de la información se realizó con ayuda del programa Excel, posteriormente para el análisis de los datos y creación de tablas y gráficos se utilizó el programa Google Data Studio.

### 3.6 Limitaciones de la metodología utilizada

Hubo algunos casos donde no pudo hacerse la entrevista por estas razones.

- No accedió a participar en el estudio.
- El productor se encontraba fuera del país.
- No se pudo localizar al productor.



# CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1 Información socioeconómica

En esta sección se presentan los resultados de la información socioeconómica de los productores entrevistados (Cuadro 12). La población de productores agrícolas que participó en este estudio fue de un total de 20 individuos, de los cuales 19 (95%) eran del género masculino.

El rango de edades abarcó desde un joven de 25 años con estudios de licenciatura hasta un adulto mayor de 67 años sin estudios. Además, se entrevistó a una mujer (5%) que, además de ser jefa de familia, tiene el control de la producción agrícola en 12 hectáreas. En cuanto a la distribución por edades de la población de estudio, se observa que 11 son adultos (55%), 5 son adultos mayores (+65) (25%) y 4 son jóvenes (18-35 años) (20%), la edad promedio fue de 49.5 años.

El rango de años dedicados a la agricultura en los productores abarcó desde un joven que lleva 5 años hasta un adulto mayor que lleva 60 años dedicados a la agricultura, con una media de 26 y un rango de 55.

En relación al nivel de educación de la población de estudio, 8 (40%) productores mencionaron tener educación básica, 5 (25%) alcanzaron un nivel superior, 4 (20%) completaron el nivel medio superior y 3 (15%) no tenían estudios. Es importante destacar que más del 45% de la población de estudio cuenta con estudios a nivel superior y medio superior, lo que puede indicar una posible disposición hacia el uso de tecnologías entre ellas el uso de plaguicidas. Galindo-González et al. (2000), en un estudio realizado en la región central de Zacatecas, encontró la correlación entre el grado de escolaridad y las siguientes variables: exposición a medios de comunicación, relación con agentes de cambio, contacto con casas comerciales y cosmopolitismo.

Con relación a lo anterior, según González (2014), la educación juega un papel preponderante en los procesos de concientización, organización y capacitación de los productores, siendo un aspecto fundamental para el uso y manejo adecuado de los fitosanitarios. Esto se debe a que, al no estar conscientes del peligro que estos agentes tóxicos representan para su salud y el ambiente, se lleva a cabo un uso y manejo inadecuado, lo cual tiene consecuencias fatales en varios casos.

Cuadro 12. Información socioeconómica de los entrevistados.

| Características | Total     |
|-----------------|-----------|
| Género          | [ n (%) ] |
| Masculino       | 19 (95%)  |
| Femenino        | 1 (5%)    |

| Edad                 | Edad     |
|----------------------|----------|
| Adulto               | 11 (55%) |
| Adulto mayor         | 5 (25%)  |
| Joven                | 4 (20%)  |
| Nivel de educación   |          |
| Educación básica     | 8 (40%)  |
| Nivel superior       | 5 (25%)  |
| Nivel medio superior | 4 (20%)  |
| No tenía estudios    | 3 (15%)  |

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a si los productores también son aplicadores de plaguicidas, 15 (75%) mencionaron que sí realizan aplicaciones, mientras que sólo 5 (25%) mencionaron que no llevan a cabo aplicaciones y, en ocasiones, se encargan únicamente de preparar las mezclas y contratar personal para realizar las aplicaciones (Figura 2).

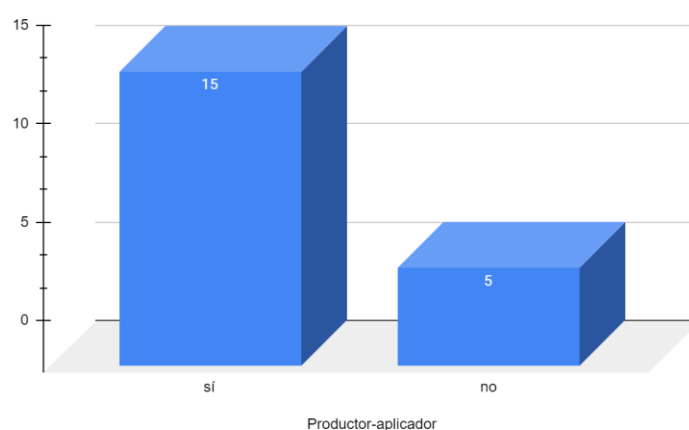


Figura 2. Cantidad de Productores-Applicadores entrevistados en el valle agrícola de Concá.  
Fuente: Elaboración propia

La superficie sembrada que indicaron los productores va desde una hectárea hasta 12 hectáreas (Figura 3). La mayoría de ellos produce hortalizas a cielo abierto con sistema de riego; gracias a que en la comunidad existe un manantial los productores cuentan con agua para riego de sus cultivos todo el año, esta se distribuye por medio de canales/acequias que se encuentran en las áreas productivas. Además, solo dos

productores mencionaron que además de producir a cielo abierto parte de su producción es bajo invernadero (Figura 4).

Se observó que algunos de los productores utilizan cubiertas plásticas al suelo y cintilla para el sistema de riego. Se sabe que la utilización de cubiertas en el suelo puede generar contaminación debido a la gran cantidad de residuos generados y a que es un material inorgánico que tiene alta durabilidad; se calcula que puede tardar entre 100 y 1000 años para degradarse (Zenner de Polanía y Peña, 2013), además, se pudo observar la quema de estos materiales en las orillas de las parcelas, una posible causa de estas conductas por parte de algunos productores es que comentan que no hay un lugar donde puedan llevar estos residuos para que sean desechados o reciclados, además de que no se lleva a cabo la colecta directa de estos desechos por parte de algún departamento de gobierno u organización, sin embargo, se requiere realizar estudios puntuales para determinar el posible impacto sobre el medio ambiente y las posibles alternativas hacia el uso de estas herramientas.

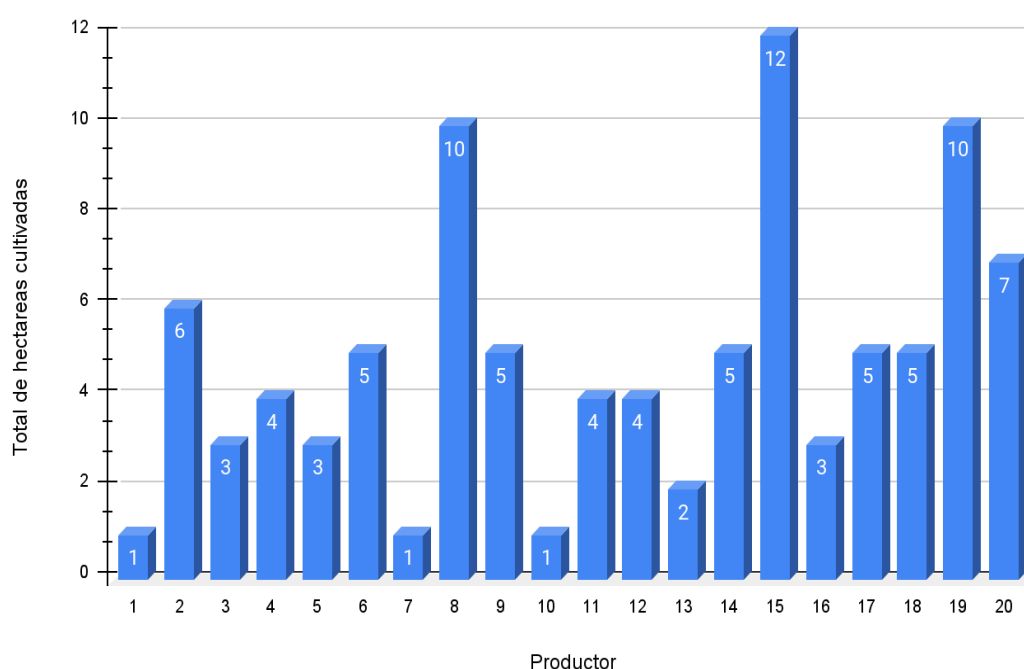


Figura 3. Superficie de uso agrícola en Conca (hectárea cultivada / productor).  
Fuente: Elaboración propia

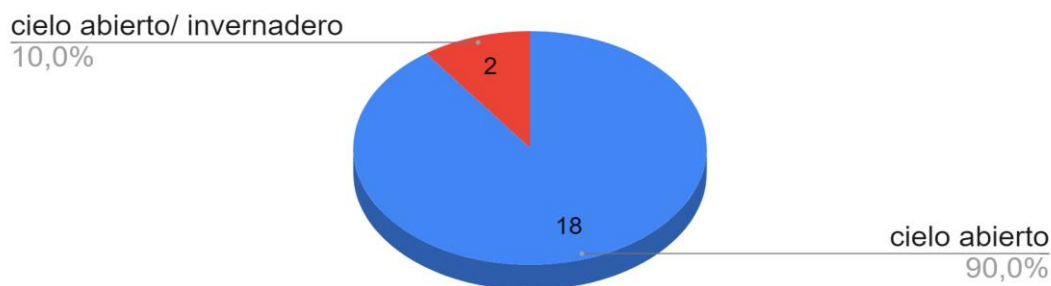


Figura 4. Principales sistemas de producción agrícola empleados por los productores entrevistados.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Conocimiento y uso de plaguicidas en la agricultura del Valle de Concá.

En este apartado se muestran los resultados referentes al conocimiento y uso de plaguicidas utilizados en los diferentes cultivos en el valle agrícola de Concá. Se responderán las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los principales cultivos sembrados en el Valle agrícola de Concá? ¿Cuáles son las principales plagas que identifican los productores en sus cultivos? ¿Qué características tienen los plaguicidas utilizados en la agricultura en el Valle agrícola de Concá?

Los principales cultivos mencionados por los productores fueron: maíz 17 (22.1%), chile en diferentes variedades 16 (20.8%), calabaza 15 (19.5%), jitomate 14 (18.2%), tomate de cáscara 11 (14.3%) y cebolla 4 (5.2%) (Figura 5). Carbajal (2019) al evaluar la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios en el valle de la microcuenca Concá reporta a los cultivos de maíz, jitomate y chile como los principales cultivos producidos en el valle.

Además, en la comunidad se pueden encontrar varias huertas de árboles frutales de naranja y mango. La mayoría de los productores han optado por sembrar árboles de estas dos especies en los bordes de las parcelas, utilizando una parte de los frutos para consumo propio, alimentación de sus animales y algunos los comercializan a nivel local.



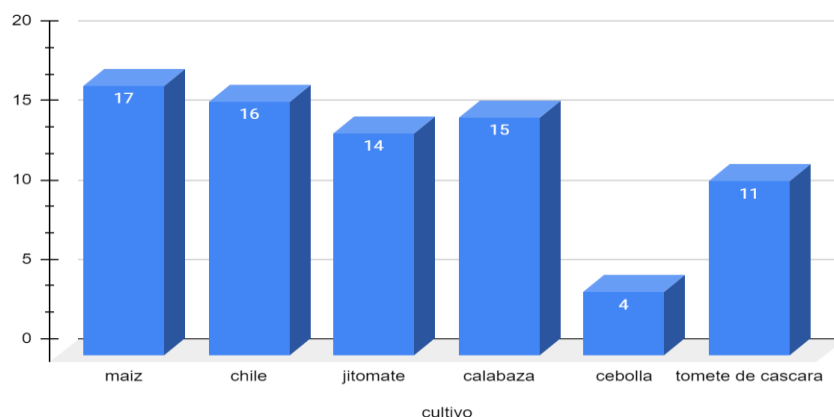


Figura 5. Principales cultivos en Conacá

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, se observa un aumento en los monocultivos cuya práctica está estrechamente relacionada con el uso de plaguicidas, lo cual puede ocasionar numerosos impactos en la salud humana y el medio ambiente.

Un ejemplo de esto se encuentra en los monocultivos de agave azul (*Agave tequilana* Weber) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el estado de Jalisco, México. En el caso del agave azul, se sabe que utilizando el método tradicional de siembra se requiere eliminar por completo cualquier tipo de pasto mediante el uso de herbicidas. En cuanto a la caña de azúcar, Jalisco es el segundo productor a nivel nacional y, específicamente, en el municipio de Autlán de Navarro se considera uno de los valles agrícolas más importantes en la producción de caña de azúcar. Durante el periodo de 2004 a 2011 se reportaron un total de 459 casos de intoxicaciones por plaguicidas en esta zona (Guzmán et al., 2016), lo cual está directamente relacionado con el uso intensivo de plaguicidas asociados a monocultivos.

Otro ejemplo es la producción extensiva de aguacate en el estado de Michoacán, la cual está ligada al cambio de uso de suelo (pérdida de bosques), disminución de la superficie de cultivos de granos básicos, principalmente del sistema milpa, y uso excesivo de agua. Los requerimientos promedio de agua por hectárea son de 1,380 m<sup>3</sup>/hectárea/año, y se estima que se aplican anualmente 450,000 litros de insecticidas, 900,000 toneladas de fungicidas y 30,000 de fertilizantes en esta producción (Méndez, 2019).

Tomando en cuenta los 81 registros del presente trabajo, los cultivos con mayor cantidad de plaguicidas utilizados durante su producción son: chile con 69 (23.2%), seguido de calabaza con 64 (21.5%), jitomate con 57 (19.1%), maíz 45 (15.1%), cebolla 33 (11.1%), tomate de cáscara 30 (10.1%) productos (Figura 6).

Estos datos son similares a lo reportado por Galindo-Mendoza y colaboradores (2021) en un estudio realizado en el valle agrícola de Rio Verde y Ciudad Fernández, San Luis Potosí, el cual mostró que los cultivos en los que con mayor frecuencia se emplean plaguicidas restringidos eran el maíz y las hortalizas (tomate rojo, tomate verde, chile, calabaza) con un 48 y 38%, respectivamente.

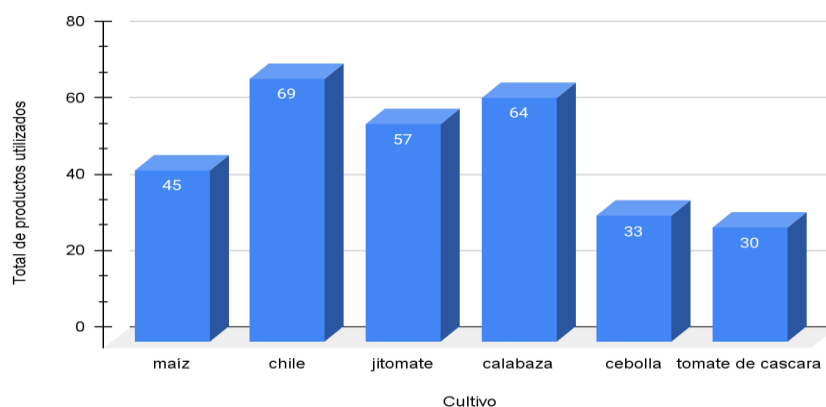


Figura 6. Cantidad de plaguicidas utilizados por cultivo en el valle agrícola de Conacá.  
Fuente: Elaboración propia.

Los productores reconocieron un total de 16 plagas presentes en sus cultivos. Sobresalen los daños ocasionados por insectos como mosca blanca, araña roja, ácaro blanco, picudo, gusano cogollero, grillos, minadores y trips. Los daños provocados por actividad fúngica son ocasionados por: tizón, oídio, mildiu, cenicillas. Además, se efectúa el control de malezas, mal llamadas “malas hierbas”. Datos similares fueron reportados por Esquivel-Valenzuela y colaboradores (2019) quienes mencionaron las principales plagas de La Comarca Lagunera: mosca blanca, cenicillas, tizón temprano y gusano minador de la hoja en cultivos de chile, tomate, sandía y melón. Según Galindo-Mendoza y colaboradores (2021) es indispensable que los productores reconozcan las especies que dañan los cultivos para que hagan un uso específico, responsable y controlado del plaguicida.

La mayoría de los productores adquiere sus semillas con las mismas distribuidoras de plaguicidas, en su mayoría OMG, solo 2 de los productores mencionaron que conservan sus semillas de maíz, frijol y tomatillo para utilizarlas en el siguiente ciclo.

### 4.3 Características de plaguicidas utilizados en la agricultura del Valle de Conacá.

Con la finalidad de conocer más a profundidad las características de los productos utilizados, se realizó el siguiente análisis.

En total se registraron 81 productos con diferente nombre comercial, este dato representa un 5.8% de los 1406 registros sanitarios vigentes de uso agrícola, forestal o pecuario en México según el Catálogo de plaguicidas 2016. Los plaguicidas más utilizados por los 20 productores entrevistados según su nombre comercial fueron Palgus (15/20), Tamarón (12/20) Cipermetrina (9/20), , Confidor 70 WG (9/20), Regen 4 SC (8/20), , Agrimec 1.8% C.E. (6/20), Muraya max (6/20) Coragen (5/20), Vydate (5/20), Movento (5/20) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Características químicas y toxicológicas de los plaguicidas utilizados con mayor frecuencia en la agricultura en el Valle agrícola de Conca.

| Nombre comercial  | Categoría toxicológica (CT)* | Grupo químico (GQ) | Ingrediente activo (IA) | Lista Pesticide Action Network (PAN) | Tóxico para abejas (lista PAN)*** | Acción biológica |
|-------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Palgus            | V                            | Spinosyn           | Spinetoram              | Sí                                   | Sí                                | Insecticida      |
| Agrimec 1.8% C.E. | II                           | Pentaciclina       | Abamectina              | Sí                                   | Sí                                | Insecticida      |
| Regen 4 SC        | II                           | Neonicotinoides    | Fipronil                | Sí                                   | Sí                                | Insecticida      |
| Confidor 70 WG    | IV                           | Neonicotinoides    | Imidacloprid            | Sí                                   | Sí                                | Insecticida      |
| Tamarón           | II                           | Organofosforado    | Metamidofos**           | Sí                                   | Sí                                | Insecticida      |
| Coragen           | V                            | Diamidas           | Clorantianiliprol       | Sí                                   | No                                | Insecticida      |
| Vydate            | I                            | Carbamatos         | Oxamil                  | Sí                                   | Sí                                | Insecticida      |
| Muraya max        | IV                           | Neonicotinoides    | Imidacloprid            | Sí                                   | Sí                                | Insecticida      |
| Movento           | IV                           | Spinosyn           | Spinetoram              | Sí                                   | Sí                                | Insecticida      |
| Cipermetrina      | III                          | Piretroides        | Cipermetrina            | Sí                                   | Sí                                | Insecticida      |

\*Para la determinación de la categoría toxicológica se consultó el Registro Sanitario de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR, elaborado por la COFEPRIS. \*\*Producto de uso restringido según el Registro Sanitario de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR, elaborado por la COFEPRIS. \*\*\*Toxicidad alta para las abejas por tener una dosis letal media menor de 2 microgramos por abeja (DL50 µg/abeja < 2).

Fuente: Elaboración propia.

De los 81 productos registrados, 57 (70.4%) de ellos de acuerdo a su IA son considerados como Plaguicidas Altamente Peligrosos (PAP's) (Figura 7) esta cifra representa un 31.1% de los 183 IA con registro en México considerados altamente peligrosos en los distintos usos (agrícola, doméstico, jardinería, industrial). Además 35 (43.2%) IA encontrados son considerados altamente tóxicos para abejas según la Red de Acción Internacional sobre Plaguicidas (PAN, por sus siglas en inglés) esta

cifra representa un 42.7% de los 82 IA con registro en México considerados altamente peligrosos tóxicos para abejas (Figura 8).

Es importante destacar que los dos ingredientes activos (IA) (Imidacloprid y Fipronil) encontrados en el presente estudio pertenecen al grupo de los Neonicotinoides, los cuales fueron restringidos temporalmente en la Unión Europea por su alta toxicidad para las abejas (Bejarano *et al.*, 2017).

Datos similares fueron reportados por Castillo-Cadena y colaboradores, (2017) encontraron que el 75% de los plaguicidas más empleados por los floricultores del corredor hortiflorícola del Estado de México, están dentro de la lista de plaguicidas altamente peligrosos elaborada por PAN Internacional (PAN, 2015).

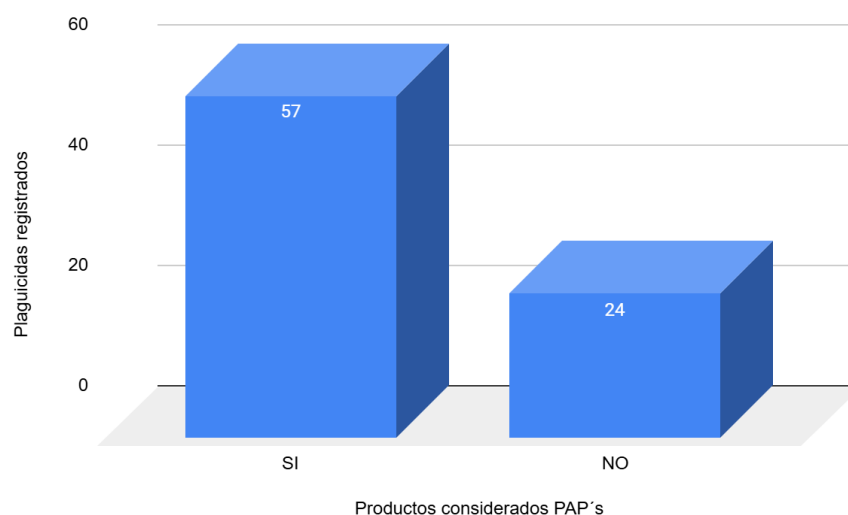


Figura 7. Productos considerados como altamente peligrosos según la lista PAN (Pesticide Action Network International, 2016) utilizados en los sistemas de producción agrícola en el Valle de Conca.

Fuente: Elaboración propia

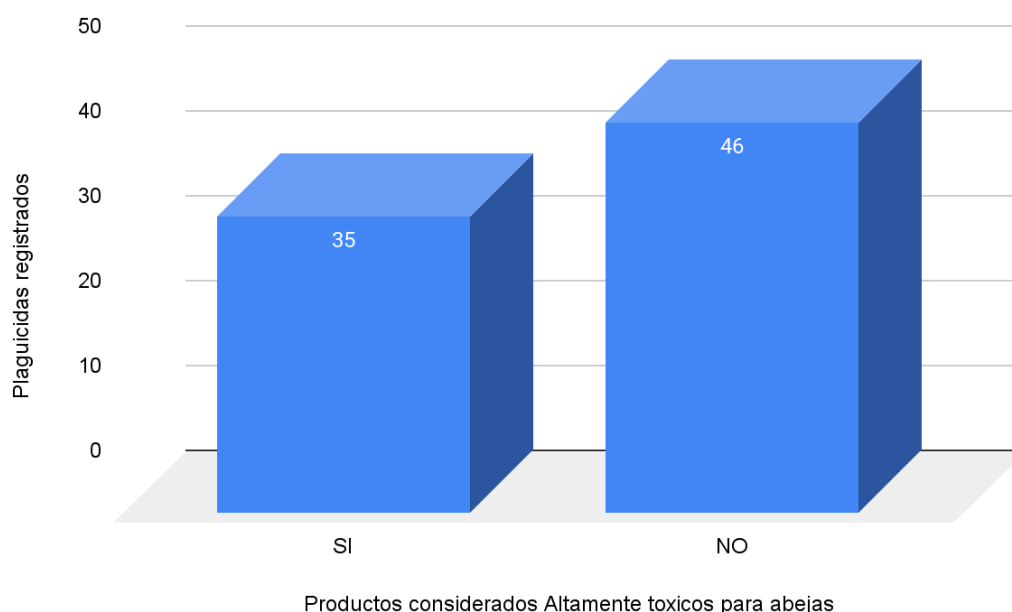


Figura 8. Productos considerados como altamente tóxicos para abejas según la lista PAN (Pesticide Action Network International, 2016) utilizados en los sistemas de producción agrícola en el Valle de Conca.

Fuente: Elaboración propia

Datos recientes reportados por Galindo-Mendoza y colaboradores (2021) mencionan que del año 2007 al 2021 a nivel nacional se utilizaron más de 1.5 millones de toneladas de diferentes plaguicidas, siendo los más producidos y consumidos a nivel nacional los fungicidas (42%), seguidos de los insecticidas (29%) y finalmente los herbicidas y defoliantes (29%). En el presente estudio se encontraron estos tres grupos de plaguicidas como los de mayor uso debido a que de acuerdo a su acción biológica, de los 81 productos 45 (55.6%) fueron insecticidas, 20 (24.7%) fungicidas, 11 (13.6%) herbicidas, 3 (3.7%) bactericidas y solo 2 (2.7%) son fungicidas-bactericidas (Figura 9).

Datos similares fueron reportados por Bernardino (2013) mostrando los tipos de plaguicidas empleados en la zona de Los Altos de Chiapas siendo el grupo de los Insecticidas (45.5%) los más utilizados, seguido de los fungicidas (40.0%) y herbicidas (10.9%). De igual manera, Esquivel-Valenzuela y colaboradores (2019) encontraron al grupo de los insecticidas, fungicidas y herbicidas como los plaguicidas más utilizados en la Comarca Lagunera. Asimismo, García-Hernández y colaboradores (2017) reportaron los plaguicidas altamente peligrosos en el Valle del Yaqui, Sonora siendo el grupo de los fungicidas (40 %) los más utilizados, seguido de los insecticidas (35 %) y finalmente los herbicidas (25 %). Por su parte, González-Arias y colaboradores (2010) reportaron que los plaguicidas más comercializados en el estado de Sonora fueron los insecticidas, herbicidas y fungicidas.

De acuerdo a lo descrito por Bejarano et al (2017) en México de los 3,140 registros vigentes de plaguicidas, 1,987 (63%) están autorizados para ser utilizados como

(insecticida, insecticida-acaricida, insecticida-larvicida, o insecticida-nematicida), siguiendo los fungicidas y fungicidas-bactericidas con 474 registros y finalmente los herbicidas y desecantes con 442 registros.

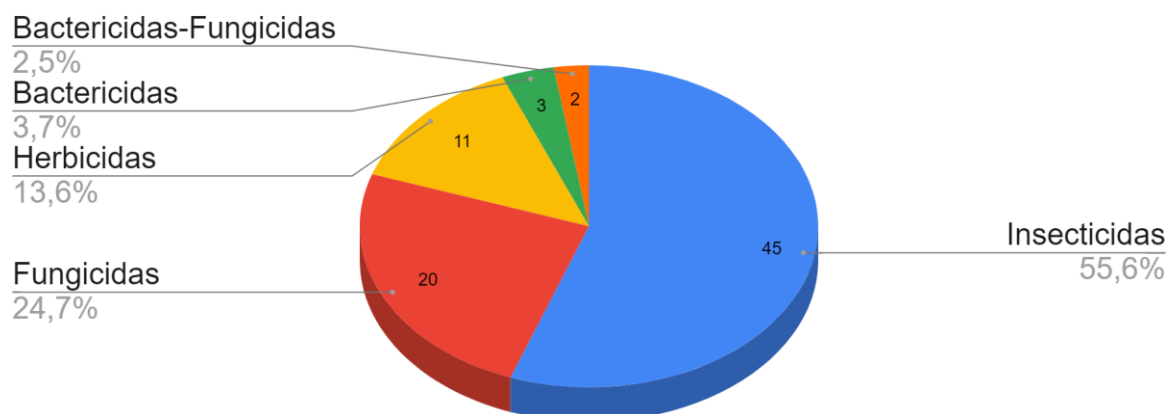


Figura 9. Los plaguicidas más utilizados en la agricultura en el Valle de Conca según su acción biológica.

Fuente: Elaboración propia

De los 45 productos registrados como insecticidas de acuerdo a su presentación, 42 fueron en presentación líquida y 3 en polvo. Se registraron 28 IA de los cuales los que contienen un mayor número de registros de productos son: Lambda cyhalotrina registrados en 4 productos seguido de Imidacloprid, Clorpirifos etil, Spinetoram, Abamectina y Paratión metílico registrados en 3 productos comerciales cada uno, seguido de Permetrina, Fipronil, Deltametrina y Metamidofos con 2 registros. 21 (75%) de los IA registrados en productos clasificados como insecticidas son considerados PAP's según la lista PAN (**Pesticide Action Network International**, 2016).

De acuerdo a su Grupo Químico (GP) se registraron 13 GP y un producto no clasificado, destacando: Organofosforados (OF) con 14 registros (17.3%), 11 registros de Piretroides sintéticos (PS) (13,6%), 6 registros del grupo de Neonicotinoides (7.4%), Carbamatos (CA), 4 registros del grupo de los Bipiridilos (4.9%) y triazoles (4.9%) y finalmente 3 registros del grupo de los Spinocyn (3.7%) y Pentacíclicas (3.7%) (Cuadro 14).

Cuadro 14. Características químicas y toxicológicas de los insecticidas utilizados en la agricultura en el Valle agrícola de Conká.

| Nombre comercial  | Categoría toxicológica (CT)* | Grupo químico (GQ) | Ingrediente activo (IA)            | Lista Pesticide Action Network (PAN) | Toxico para abejas (lista PAN) *** |
|-------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Palgus            | V                            | Spinocyn           | Spinetoram                         | Si                                   | Si                                 |
| Agrimec 1.8% C.E. | II                           | Pentaciclina       | Abamectina                         | Si                                   | Si                                 |
| Agriver 1.8% C.E. | II                           | Pentaciclina       | Abamectina                         | Si                                   | Si                                 |
| Abamit 1.8 C.E.   | II                           | Pentaciclina       | Abamectina                         | Si                                   | Si                                 |
| Kiudo             | II                           | Piretroides        | Lambda Cyhalotrina                 | Si                                   | Si                                 |
| Avaut EC          | IV                           | Oxadiazinas        | Indoxacarb                         | Si                                   | Si                                 |
| Regen 4 SC        | II                           | Neonicotinoides    | Firponil                           | Si                                   | Si                                 |
| KarateZeon 12 CS  | III                          | Piretroides        | Lambda Cyhalotrina                 | Si                                   | Si                                 |
| Exalt             | V                            | Spinocyn           | Spinetoram                         | Si                                   | Si                                 |
| Sagamet           | II                           | Organofosforados   | Metamidofos**<br>"USO RESTRINGIDO" | Si                                   | Si                                 |
| Codigo            | II                           | Piretroides        | Permetrina                         | Si                                   | Si                                 |
| Dulko sc          | IV                           | Neonicotinoides    | Fipronil                           | Si                                   | Si                                 |

|                   |     |                      |                                    |    |    |
|-------------------|-----|----------------------|------------------------------------|----|----|
| Confidor 70 WG    | IV  | Neonicotinoides      | Imidaclopid                        | Si | Si |
| Tamarón           | II  | Organofosforados     | Metamidofos**<br>"USO RESTRINGIDO" | Si | Si |
| Coragen           | V   | Diamidas             | Clorantraniliprol                  | Si | No |
| Vydate            | I   | Carbamatos           | Oxamil                             | Si | Si |
| Lannate           | II  | Carbamatos           | Metomilo                           | Si | Si |
| Muraya max        | IV  | Neonicotinoides      | Imidaclopid                        | Si | Si |
| Malatión          | IV  | Organofosforados     | Malatión                           | Si | Si |
| Movento           | IV  | Spinocyn             | Spinetoram                         | No | No |
| Evisect           | IV  | Nereistoxinas        | Tiocyclam-<br>hidrogenoxalato      | No | No |
| Beleaf            | V   | Piridinocarboxamidas | Flonicamid                         | Si | Si |
| Imidacropid       | IV  | Neonicotinoides      | Imidaclopid                        | Si | Si |
| Orthene           | III | Organofosforados     | Acefato                            | No | No |
| Oberon speed      | IV  | Ácido tetronico      | Spiromesifen                       | No | No |
| Fentrol           | IV  | Piretroides          | Gamma cyhalotrina                  | Si | Si |
| Carioca 480       | IV  | Organofosforados     | Clorpirifos etil                   | Si | No |
| Folidol           | I   | Organofosforados     | Paratión metílico                  | Si | No |
| Paratión metílico | I   | Organofosforados     | Paratión metílico                  | Si | Si |
| Cipermetrina      | III | Piretroides          | Cipermetrina                       | Si | Si |
| Lorsban 50 W      | III | Organofosforados     | Clorpirifos etil                   | Si | Si |
| Sidelt            | IV  | Piretroides          | Deltametrina                       | Si | No |
| Fito klor         | III | Organofosforados     | Paratión metílico                  | Si | Si |
| Morgan            | III | Piretroides          | Lamda cyhalotrina                  | Si | Si |
| Akaris            | IV  | Piretroides          | Bifentrina                         | Si | No |
| Mocap             | III | Organofosforados     | Etoprofos                          | Si | Si |
| Permefos          | II  | Piretroides          | Permetrina                         | Si | Si |
| Carbofuran        | III | Carbamatos           | Carbofuran                         | No | No |



|              |     |                  |                        |    |    |
|--------------|-----|------------------|------------------------|----|----|
| Tapp's O     | IV  | No clasificado   | Metaldehído            | Si | Si |
| Foley Rey    | III | Organofosforados | Clorpirifos etil       | No | No |
| Belt         | V   | Organofosforados | Flumendiamide          | No | No |
| Demin        | IV  | Avamectina       | Benzoato de emamectina | Si | Si |
| Actara       | IV  | Neonicotinoides  | Thiametoxam            | Si | Si |
| Giro         | III | Piretroides      | Fenpropatrín           | Si | Si |
| Decis Expert | III | Piretroides      | Deltametrina           | Si | Si |

\*Para la determinación de la categoría toxicológica se consultó el Registro Sanitario de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR, elaborado por la COFEPRIS. \*\*Producto de uso restringido según el Registro Sanitario de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR, elaborado por la COFEPRIS.\*\*\*Toxicidad alta para las abejas por tener una dosis letal media menor de 2 microgramos por abeja (DL50 µg/abeja < 2).

Fuente: Elaboración propia.

Algunos ingredientes activos como: imidacloprid, abamectina, mancozeb, metomilo y clorotalonil considerados PAP's encontrados en el presente estudio, también fueron reportados en Sinaloa por Martínez-Valenzuela y colaboradores (2017) y por García-Hernández y colaboradores (2017) en Sonora.

Entre los insecticidas más utilizados por los productores se encuentra el Palgus (15 productores de 20), seguido del Tamarón (12/20) y finalmente Cipermetrina y Confidor 70 WG (9/20). Palgus es un producto que contiene como IA Spinosyn, considerado PAP's además de ser altamente tóxico para animales (peces, invertebrados acuáticos) y plantas acuáticas (algas y plantas vasculares). Además, es altamente tóxico para las abejas como se describe en la ficha técnica del producto. Tamarón es un producto que como ingrediente activo contiene Metamidofos, también considerado PAP's, este es un compuesto prohibido en muchos países, pues es moderadamente tóxico para peces, puede actuar como inhibidor de la enzima acetilcolinesterasa (Sch) y es muy tóxico para abejas (Arnold, 2018).

Cabe resaltar que, aunque en menor cantidad se encontraron 3 productos (Carioca 480, Lorsban 50 W y Foley Rey) con el ingrediente activo Clorpirifos. Este ingrediente activo es un compuesto neurotóxico que afecta el sistema nervioso incluso a muy bajas dosis; durante el embarazo puede afectar el desarrollo cerebral de las niñas y niños, con alteraciones en la morfofisiología cerebral, disminuye el coeficiente intelectual y causa problemas de atención. En cuanto a los efectos adversos del clorpirifos sobre el medio ambiente, se ha documentado una elevada toxicidad en abejas, peces y otras especies de invertebrados, anfibios, aves y mamíferos. El Clorpirifos ha sido prohibido en 40 países. Su degradación en el ambiente puede tener una vida media de días hasta de varios años<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> <https://www.rapam.org/2874-2/>

Con relación a los fungicidas, 14 tienen una presentación líquida y 6 en polvo. Estos mismos registran 17 IA destacando: Tebuconazole, Carbendazim y Metalaxil con 2 productos cada uno. Mismos que registran 14 grupos químicos destacando: Triazoles y Carbamatos con 4 (20%) registros cada grupo, seguido del grupo Fenilamidas con 2 (10%) registros. Los fungicidas más utilizados son: Previcur (4 productores de 20), Luna (3/20) y Captan, Ridomil, Folicur y Manzate (2/20). 10 (50%) de los IA registrados en el presente estudio como fungicidas son considerados PAP's según la lista PAN (Pesticide Action Network International, 2016) (Cuadro 15).

Cuadro 15. Características químicas y toxicológicas de los fungicidas utilizados en la agricultura en el Valle agrícola de Conca.

| Nombre comercial | Categoría toxicológica (CT) | Grupo químico (GQ)   | Ingrediente activo            | Lista Pesticide Action Network (PAN) | Tóxico para abejas (lista PAN) |
|------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Benoma-t         | IV                          | Bencimidazoles       | Benomilo                      | Sí                                   | No                             |
| Folicur          | IV                          | Triazoles            | Azufre elemental+Clororalonil | Sí                                   | No                             |
| Sulfoclor        | II                          | Benzonitrilo clorado | Clorotalonil                  | Sí                                   | No                             |
| Previcur         | IV                          | Carbamatos           | Propamocarb Clorhidrato       | No                                   | No                             |
| Rodazim          | IV                          | Carbamatos           | Carbendazim                   | Sí                                   | No                             |
| Inspire Gold     | IV                          | Conazol Clorado      | Oxicloruro de cobre           | No                                   | No                             |
| Matiz            | V                           | Triazoles            | Tebucanazole                  | Sí                                   | No                             |
| Amistar Gold     | IV                          | Estrobilurinas       | Azoxistrobin                  | No                                   | No                             |
| Carbendex        | IV                          | Carbamatos           | Carbendazim                   | Sí                                   | No                             |
| Oxibub           | IV                          | Cúprico              | Oxicloruro de cobre           | No                                   | No                             |
| Luna             | IV                          | Triazoles            | Tebucanazole                  | Sí                                   | No                             |
| Consist max      | IV                          | Estrobina            | Trifloxystrobin               | No                                   | No                             |
| Sanazole         | IV                          | Triazoles            | Propiconazol                  | No                                   | No                             |

|              |    |                                      |                    |    |    |
|--------------|----|--------------------------------------|--------------------|----|----|
| Soldier      | IV | Metoxiacrilatos                      | Azoxystrobin       | No | No |
| Captán       | IV | Ftalimida clorado                    | Captán             | Sí | No |
| Cercobín     | IV | Carbamatos                           | Tiofanato metílico | Sí | No |
| Ridomil      | IV | Fenilmidas                           | Metalaxil          | No | No |
| Manzate      | IV | Alquilenbis<br>(ditiocarbamatos<br>) | Mancozeb           | Sí | No |
| Metalaxil    | IV | Fenilmidas                           | Metalaxil          | No | No |
| Clorotalonil | IV | Cloronitrilos                        | cymoxanil          | No | No |

Fuente: Elaboración propia.

Se registraron 11 productos utilizados como herbicidas, todos en presentación líquida. Estos mismos registran 6 IA destacando: Paraquat con 4 productos, seguido de Glufosinato de amonio y Glifosato (producto prohibido en México) en 2 productos. 4 (66.7%) de los IA son considerados PAP's según la lista (Pesticide Action Network International, 2016). Estos productos registran 5 grupos químicos destacando: Organofosforados y Bipiridilo con 4 (36.4%) registros cada uno. Los productos comerciales más utilizados como herbicidas son el Sagacuat el cual contiene como ingrediente activo el Paraquat considerado de "uso restringido" según los Registros Sanitarios de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR (COFEPRIS (Cuadro 16).

Cuadro 16. Características químicas y toxicológicas de los herbicidas utilizados en la agricultura en el Valle agrícola de Conca.

| Nombre comercial | Categoría toxicológica (CT)* | Grupo químico (GQ) | Ingrediente activo (IA)          | Lista Pesticide Action Network (PAN) | Tóxico para abejas (lista PAN) |
|------------------|------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Dragocson        | I                            | Bipiridilo         | Paracuat "Uso restringido"       | Sí                                   | No                             |
| Escorpión SL     | IV                           | Piridina clorado   | ácido 2,4-Dicloro Fenoxi Acético | No                                   | No                             |
| Tarang           | V                            | Organofosforados   | Glufosinato de amonio            | Sí                                   | No                             |
| Sagacuat         | III                          | Bipiridilo         | Paracuat "Uso restringido"       | Sí                                   | No                             |

|              |    |                              |                            |    |    |
|--------------|----|------------------------------|----------------------------|----|----|
| Reeva Super  | IV | Organofosforados             | Glufosinato de amonio      | Sí | No |
| Diablosato   | IV | Organofosforados             | Glifosato                  | Sí | No |
| Paracuat     | II | Bipiridilo                   | Paracuat "Uso restringido" | Sí | Sí |
| Select ultra | V  | Ciclohexanodinas             | Clethodim                  | No | No |
| Prensil 240  | IV | Difenileter Clorado Fluorado | Oxifluorfen                | Sí | No |
| Glifosato    | IV | Organofosforado              | Glifosato                  | Sí | No |
| Gramoxone    | IV | Bipiridilo                   | Paracuat "Uso restringido" | Sí | Sí |

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, se registraron 3 productos utilizados como bactericidas, todos en presentación en polvo. Estos mismos registran 3 IA: Clorhidrato de Oxitetraciclina, Gentamicina y Streptomicina. Además, registran 3 grupos químicos: Tetraciclinas (33.3%), Gentamicinas (33.3%) y Antibiótico Clorado (33.3%). Los productos comerciales más utilizados como bactericidas son Intermicin 100 y Terra Q (Cuadro 17).

Cuadro 17. Características químicas y toxicológicas de los bactericidas utilizados en la agricultura en el Valle agrícola de Conca.

| Nombre comercial | Categoría toxicológica (CT)* | Grupo químico (GQ)  | Ingrediente activo (IA)        | Lista Pesticide Action Network (PAN) | Tóxico para abejas (lista PAN) |
|------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Terra Qú         | IV                           | Tetraciclinas       | Clorhidrato de Oxitetraciclina | No                                   | No                             |
| Agrigent         | V                            | Gentamicinas        | Gentamicina                    | No                                   | No                             |
| Intermicin 100   | IV                           | Antibiótico Clorado | Streptomicina                  | No                                   | No                             |

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en menor proporción se encontraron productos utilizados como fungicida-bactericida, registrando 2 productos: 1 presentación líquida y 1 en polvo. Los IA presentes fueron Estreptomicina y Kasumicina pertenecientes a los grupos químicos Tetraciclinas (50%) y Aminoglucósidos (50%) respectivamente.

Del total de productos registrados (81) su presentación es líquida para 69 (85%) y 12 en polvo (15%). En relación a la acción biológica y su presentación 42 (61%) son insecticidas líquidos, 14 (20 %) fungicidas líquidos, 11 (16 %) herbicidas líquidos, 1 (1 %) fungicida-bactericida líquido, 6 (50 %) fungicidas en polvo, 3 (25 %) bactericidas en polvo, 3 (25 %) insecticidas en polvo (Figura 10).



Figura 10. Plaguicidas utilizados en la agricultura en el Valle de Conca según su presentación y acción biológica.

Fuente: Elaboración propia

En el presente estudio se identificaron 39 grupos químicos (GQ) distintos y uno no clasificado, los principales GQ utilizados son los Organofosforados registrados en 14 (17.3%) productos, seguidos del grupo de los Piretroides sintéticos (PS) con 11 (13.6%), el grupo de los Carbamatos (CA) con 6 (7.4%) , los Neonicotinoides con 6 (7.4%), Bipiridilo 4 (4.9%), Triazoles con 4 (4.9%), Spinocyn con 3 ( 3.7%), Pentacíclica con 3 ( 3.7%), Tetraciclinas 2 (2.5%) y Fenilmidas con 2 (2.5%) (Figura 11). Esto coincide con lo encontrado por García y colaboradores (2017) mencionan que el grupo de los organofosforados (OF) son de los principales grupos de plaguicidas utilizados en el Valle del Yaqui en Sonora, México.

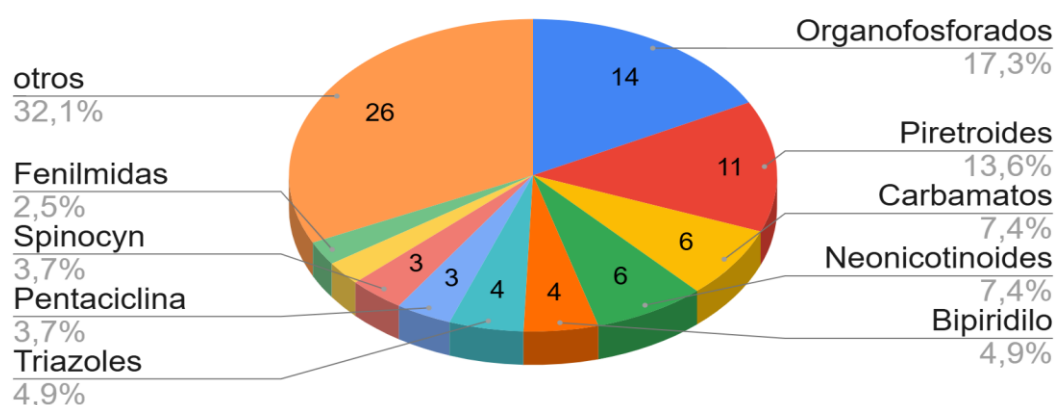


Figura 11. Principales grupos químicos utilizados en la agricultura del Valle de Conca  
Fuente: Elaboración propia

En el presente estudio se registró que el 95% de los productores utiliza diferentes tipos de plaguicidas pertenecientes a diferentes categorías toxicológicas (CT). De los productos utilizados 44 (54.3%) pertenecen a la categoría toxicológica IV, 12 (14.8%) son de categoría toxicológica II, 12 (14.8%) son de categoría toxicológica III, 9 (11.1%) son de categoría toxicológica V y 4 (4.9%) son de categoría I (Figura 12). (Para la determinación de la categoría toxicológica de los plaguicidas se consultó el Registro Sanitario de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR, elaborado por la COFEPRIS<sup>4</sup>)

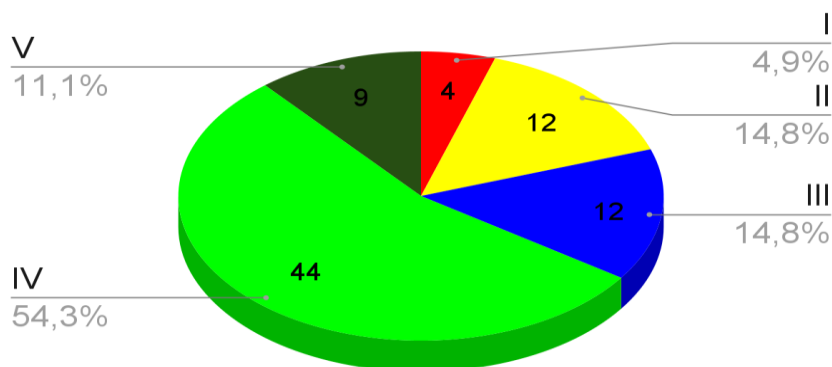


Figura 12. Uso de productos según su categoría toxicológica utilizadas en el Valle agrícola de Conca.

CT I (color rojo) = sumamente peligroso; CT II (color amarillo) = muy peligroso; CT III (color azul) = moderadamente peligroso, CT IV (color verde claro) = poco peligroso y CT V (color verde oscuro) = poco probable que presente peligro (FAO, 2019).

Fuente: Elaboración propia.

<sup>4</sup> <http://siipris03.cofepris.gob.mx/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp>

De acuerdo a la acción biológica y a la categoría toxicológica, los cinco principales grupos son: fungicidas categoría IV (18), seguido de insecticidas categoría IV (16), Insecticidas categoría III (11) , insecticidas categoría II (10), Herbicidas categoría IV (6) (Figura 13).

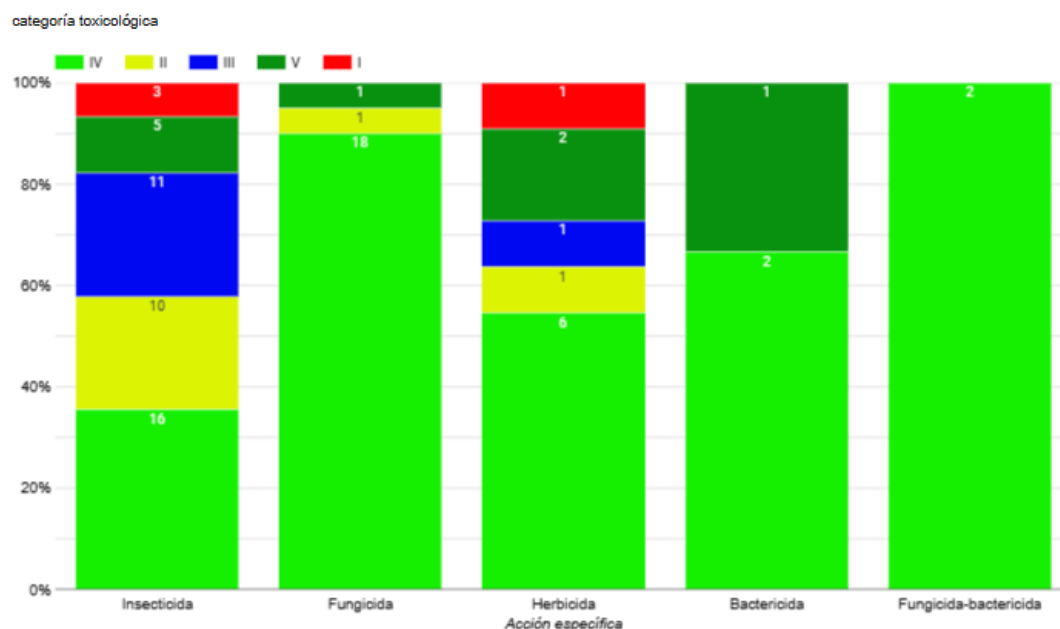


Figura 13. Uso de productos según su acción biológica y categoría toxicológica utilizadas en el Valle agrícola de Conca.

Fuente: Elaboración propia

En total, se registraron 60 ingredientes activos (IA) en los 81 productos comerciales, de los cuales 38 (63.3%) son considerados como altamente peligrosos esto equivale a un 20.8% de los 183 IA autorizados con registro en México considerados como altamente peligrosos (Bejarano et al, 2017). El IA con un mayor número de registro en los productos comerciales registrados es el Paraquat registrado en cuatro productos, seguido de Paratión metílico, Clorpirifos etil, Imidacloprid, Spinetoram registrados en tres productos cada uno, seguido de Abamectina, Metalaxil, Paratión metílico, Carbendazim, Metamidofos, Deltametrina, Glufosinato de amonio, Permetrina, Tebucanazole y Glifosato como IA en dos productos cada uno (Figura 14). Se encontró que varios IA se comercializan con diferentes nombres comerciales.

Se destaca el uso de dos ingredientes activos, Paraquat y Metamidofos, con uso restringido incluidos en el Catálogo de Registros Sanitarios de plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR de la COFEPRIS. Estos productos son autorizados en México, sin embargo, el Paraquat está prohibido en 38 países y el Metamidofos está prohibido en 40 países. De igual manera, se destaca el uso de Glifosato considerado como posible causante de cáncer en humanos y prohibido en varios países y que en México por decreto que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus

competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente. México (DOF, 2020).

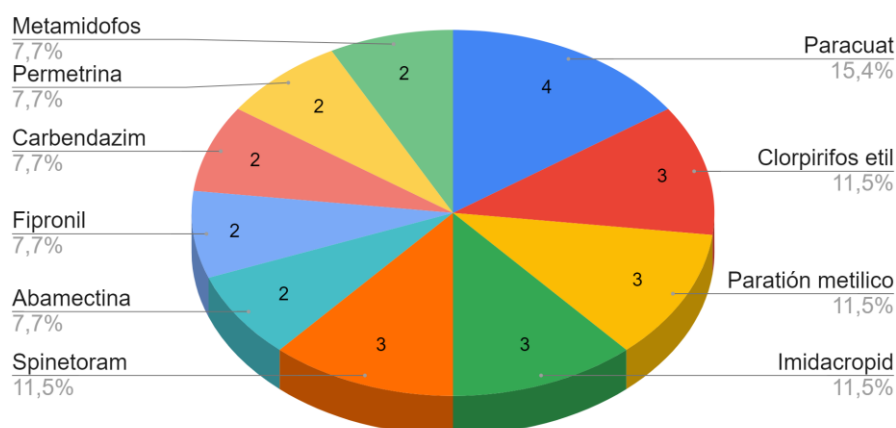


Figura 14. Principales ingredientes activos utilizados en la agricultura en el Valle de Conca.  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 Conductas de los productores al momento de usar plaguicidas

En este apartado se responde a la siguiente pregunta ¿Cuál es la percepción de los productores agrícolas sobre el uso de plaguicidas?

La mayoría de los productores ha cambiado los productos para combatir las plagas o enfermedades en los cultivos, lo que mencionan con mayor frecuencia es que “siempre salen productos nuevos y variedades de cultivos que necesitan de productos específicos” (Productor #11, comunicación personal, 2022).

Además, los productores han notado que algunas plagas han creado resistencia a algunos productos por lo que es necesario sustituir los productos o aplicarlos con mayor frecuencia y en ocasiones aumentar la dosis recomendada:

“Las plagas van creando resistencia a los productos y algunos productos pierden su efecto contra los bichos (Productor #3, comunicación personal, 2022).

“Años atrás solo era necesario utilizar uno o dos productos por ciclo” (Productor #4, comunicación personal, 2022).

Además, algunos productores tienen la idea de que realizar mezclas de productos ayudará a que las plagas no generen resistencia.



“Para evitar que las plagas creen resistencia realizo aplicaciones intercalando diferentes productos, así me lo recomienda el ingeniero asesor” (Productor #15, comunicación personal, 2022).

“Antes aplicaba menos cantidad de productos, ahora tengo que aplicar más productos por la resistencia de los insectos” (Productor #3, comunicación personal, 2022).

“Realizar aplicaciones cada semana como preventivas desde el trasplante, en ocasiones combinar más de dos productos (insecticidas, fungicidas, herbicidas) para no hacer doble trabajo, también cuando observó que la plaga ya invadió demasiado el cultivo aplicar dosis más grandes” (Productor #8, comunicación personal, 2022).

Prácticas similares fueron reportadas por Bernardino (2013), pues menciona que una práctica muy común en Los Altos de Chiapas es mezclar distintos plaguicidas en una sola aplicación (insecticidas con fungicidas, y hasta con fertilizantes foliares). Incluso hubo casos en que se mezclaron hasta 8 productos diferentes. Esto con la idea de que esta práctica disminuye el número de las aplicaciones necesarias y por lo tanto reduce los costos.

El 50% de los productores refirió que sí ha cambiado la cantidad de productos que utiliza. Además, mencionan que dependiendo de la fenología de la planta y de la incidencia de la plaga o enfermedad es como deciden la dosis a aplicar, en los últimos años han observado que algunas plagas han creado resistencia a algunos productos.

“Antes solo aplicábamos productos cada ocho días ahora las aplicaciones se realizan cada segundo o tercer día” (Productor #4, comunicación personal, 2022)

“No he cambiado la dosis de producto sin embargo si he comprado más cantidad de productos para combatir las plagas” (Productor #20, comunicación personal, 2022)

Otros sólo aumentan las dosis al doble o cambian de producto a uno más “fuerte” cuando la incidencia de la plaga es más de lo “normal”.

“Antes realizaba aplicaciones cada 8 días, ahora las realiza cada tercer día y gasto mucho dinero en los productos” (Productor #11, comunicación personal, 2022).

Como conclusión de lo anterior, podemos afirmar que los productores a través de los años han generado dependencia al uso de plaguicidas lo que posiblemente ha repercutido en incrementar la resistencia de las plagas y, por ende, agravar los efectos negativos derivados del uso excesivo de plaguicidas en el valle.

La mayoría de los productores refiere seguir las instrucciones del asesor o las instrucciones del envase, además de hacer aplicaciones preventivas al menos una vez por semana, otros productores llevan a cabo aplicaciones desde el trasplante o siembra como preventivos, otros ejecutan monitoreos por la parcela y si detectan la presencia de plaga realizan la aplicación de algún producto dependiendo de la incidencia de la plaga y fenología de la planta o de acuerdo al daño detectado.

“Llevó a cabo monitoreos por la parcela y si detecto una plaga tomó una muestra y la llevo con el ingeniero en el expendio de plaguicidas para que me venda algún

producto específico para combatir la plaga” (productor #12, comunicación personal, 2022).

“Desde el trasplante llevó a cabo aplicaciones cada semana como preventivas, en ocasiones combinó productos (fungicidas, herbicidas, insecticidas) para evitar doble trabajo y cuando observó que la incidencia de la plaga ya es mucha hago aplicaciones con dosis más grandes” (Productor #8, comunicación personal, 2022).

Gordón y Marrugo (2017) muestran algunos de los factores ambientales que los productores toman en cuenta antes de ejecutar aplicaciones de plaguicidas tales como: tener en cuenta el viento, horario, humedad y temperatura. En el presente estudio los productores mencionaron que sí toman en cuenta el estado del tiempo para las aplicaciones, todos mencionaron que respetan los días de no aplicación antes de la cosecha, pues existen productos muy fuertes que necesitan de 2 a 3 días para poder cosecharlos y ofrecer productos inocuos. De acuerdo a lo descrito por Martínez-Valenzuela y colaboradores (2015) es importante considerar factores ambientales (viento, temperatura y humedad relativa del aire) debido a que estos afectan la dispersión y volatilización del producto, de tal manera que se puede provocar el arrastre y/o evaporación del plaguicida. Lo anterior podría evitarse si se aplica el tamaño de la gota correcto y/o agregar algún aditivo o coadyuvante que actúe como antievaporante.

“No pueden aplicar producto cuando es muy temprano pues la planta está mojada por el sereno, también no se realizan aplicaciones cuando llueve o hace mucho calor pues la planta no aprovecharía el producto” (Productor #12, comunicación personal, 2022).

Sin embargo, los productores mencionan que esto va a depender del cultivo, por ejemplo: en el cultivo de calabaza en ocasiones sí es necesario hacer aplicaciones y cosechar al mismo tiempo. En cultivo de jitomate no se puede cosechar mojado y las aplicaciones se realizan después de la cosecha. En el maíz no se puede hacer aplicaciones cuando la planta ya tiene la mazorca.

Con respecto de la interpretación de etiquetas, el 85% de productores sí saben interpretar las etiquetas mientras el 15% no lo hace. Estos últimos pertenecen al grupo de adultos mayores que no saben leer pues no tuvieron estudios o su nivel de escolaridad es el básico. Solo un productor refirió que no sabe leer y solo sigue las indicaciones que recibe del asesor. López y colaboradores (2018) refieren que los jornaleros analfabetos tienen mayor riesgo de exposición, debido a que no pueden entender las indicaciones de uso. Asimismo, el monolingüismo es un factor que aumenta el riesgo de exposición a plaguicidas en estas comunidades, debido a que en algunos casos los aplicadores son personas de comunidades indígenas, las cuales tienen un limitado conocimiento del español. Tal es el caso del valle de Concá en dónde gran parte de los jornaleros son hombres y mujeres de comunidades indígenas Xiúi de los estados vecinos de San Luis Potosí y Guanajuato.

“Me guio a base de mi experiencia en el conocimiento de los ingredientes activos y en ocasiones recibo pequeñas capacitaciones por parte de los ingenieros que nos visitan para vendernos los productos” (Productor #9, comunicación personal, 2022).

Sin embargo, a pesar de que la mayoría de los productores refiere sí saber interpretar las etiquetas, el 65% los productores-aplicadores que saben interpretar las etiquetas también han sufrido, al menos en una ocasión, algún accidente por el uso de plaguicidas.

Asimismo, 5 de los encuestados (25%) mencionaron ser productores-aplicadores que, a pesar de saber interpretar las etiquetas, también han sufrido accidentes, y refieren que nunca han recibido capacitaciones. Solo 1 (5%) de los productores-aplicadores, no sabe interpretar las etiquetas, no ha recibido capacitaciones y ha sufrido accidentes por el uso de plaguicidas.

Para decidir la dosis a utilizar, la mayoría de los productores refiere seguir las instrucciones del envase o las indicaciones del asesor. Algunos se basan en su experiencia y, en ocasiones, cuando la incidencia de la plaga es demasiado grande duplican las dosis del producto.

La compra de productos, suele hacerse en el expendio que se encuentra en la comunidad. Sin embargo, cuando no encuentran el producto específico que necesitan, acuden a expendios ubicados en localidades cercanas como Jalpan de Serra, Saldiveña, San Ciro de Acosta o Río Verde. Además, reciben constantes visitas por parte de ingenieros que pertenecen a expendios de plaguicidas, quienes les venden los productos directamente en campo. Esta adquisición de plaguicidas se ejecuta sin ningún tipo de restricción y sin considerar las características o advertencias del producto. Debido a que en algunos países no existen normas ni mecanismos para el control de calidad, la compra y vigilancia en el uso de estos productos llega a ser muy deficiente (García, 1999; Bejarano et al., 2017). Esta baja regulación ocurre también en el valle de Conca.

Algunos de los productores mencionaron que adquieren plaguicidas porque no existe en la zona un establecimiento que ofrezca alternativas al uso de estos productos:

“No existe otro tipo de capacitación para producción de productos naturales” (Productor #16, comunicación personal, 2022).

Algunos productores comentan que solo siguen la receta del ingeniero que los asesora y ni siquiera conocen los productos que están aplicando, ellos lo comparan con una receta de doctor.

En el presente estudio 18 (90%) de los productores refirió que el precio de los plaguicidas no es justo y solo 2 (10%) mencionó que sí es justo por su efectividad: Ello coincide con lo encontrado por Zepeda-Jazo (2016) quien menciona que en México más de 80% de las unidades de producción agropecuaria se quejan de los altos costos de insumos.

“Los costos son muy elevados” (Productor #8, comunicación personal, 2022).

“Algunos productos son poco efectivos en el combate a plagas y no es seguro” (Productor #15, comunicación personal, 2022).

“La pérdida del dinero es irreparable pues no cuentan con garantía” (Productor #19, comunicación personal, 2022).

Aunado a lo anterior, 12 (60%) de los productores mencionaron que no han recibido capacitaciones; 8 (40%) de los productores mencionó que sí han recibido capacitación (Figura 15) sin embargo, refieren haber recibido esta capacitación hace más de 3, 6, 10 y hasta 12 años, las cuales fueron impartidas directamente por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Querétaro (CESAVEQ), por ingenieros de los expendios de plaguicidas o bien por la Confederación Nacional Campesina (CNC). Datos similares son reportados por Esquivel-Valenzuela y colaboradores (2019) exponiendo que solo un pequeño porcentaje de los productores (40%) han recibido capacitaciones impartidas por personal del Comité de Sanidad Vegetal o por las mismas distribuidoras de plaguicidas.

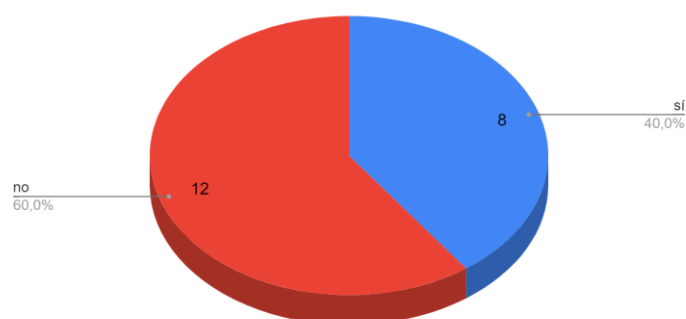


Figura 15. Productores que han recibido capacitación sobre el uso de plaguicidas.  
Fuente: Elaboración propia

Esto es evidencia de la poca o nula participación de instituciones, empresas u organizaciones gubernamentales que se encarguen de ofrecer asesoramiento y acompañamiento necesario a los productores para el correcto manejo de plaguicidas. García (1999) hace referencia a que no es suficiente con que los productores reciban capacitaciones sobre un correcto manejo de plaguicidas pues debemos tener presente que estas sustancias a pesar del grupo químico o categoría toxicológica a la que pertenezcan se deben de reconocer que son “venenos” como lo recuerda la etimología de la terminación “cida”, la cual deriva de la raíz latina “caedere” que significa matar.

Por consecuencia, 8 (40%) de los productores refirieron no haber recibido capacitación, pero sí haber sufrido algún accidente con plaguicidas. 6 (30%) mencionaron sí haber recibido capacitación y sí haber sufrido algún accidente, 4

(20%) mencionó no haber recibido capacitaciones y no haber sufrido accidentes y finalmente solo 2 (10%) productores afirman haber recibido capacitaciones y no sufrir algún daño por el uso de plaguicidas. Aquí podemos resaltar que a pesar de que la mayoría de productores que refieren haber recibido o no capacitaciones también han sufrido en al menos una ocasión accidentes (Cuadro 18). El 40% de los productores recibió alguna capacitación y a pesar de ello un cuarto de ellos tuvo algún accidente, mientras que un tercio de los productores que no recibieron capacitación ha estado expuesto a un incidente.

Cuadro 18. Productores que han recibido capacitaciones sobre el uso de plaguicidas y su relación con accidentes laborales.

| <b>Productores que han recibido capacitación</b> | <b>Productores que han sufrido accidente</b> | <b>Total [ n (%) ]</b> |
|--|--|------------------------|
| No   | Sí   | 8 (40%)                |
| Sí   | Sí   | 6(30%)                 |
| No   | No   | 4(20%)                 |
| Sí   | No   | 2(10%)                 |

Fuente: Elaboración propia

Algunos productores refieren que prefieren no contratar a personal para aplicar plaguicidas pues son conscientes de los daños a la salud que pueden sufrir, otros solo le mencionan al personal que realiza las aplicaciones que no debe de comer, beber o fumar durante la aplicación, y que calibren el equipo de aspersión y prepare la mezcla según la receta del ingeniero asesor. Son pocos los productores que ofrecen una demostración para indicar cómo llevar a cabo la aplicación, además de recomendar el uso de equipo de protección personal como pañuelos.

Respecto a si los productores ofrecen o usan equipo de protección al momento de preparar y aplicar plaguicidas, el 55% refirieron que sí ofrecen al menos un instrumento de protección (cubrebocas, pañuelos, botas, overol, mascarilla, impermeable) (Figura 16). Sin embargo, comentan que, aunque se les provee del equipo, algunos trabajadores no lo utilizan justificando que hace más lento el trabajo, o bien, que es incómodo o insoportable por las altas temperaturas que caracterizan a la zona. En relación a lo anterior, Yengle y colaboradores (2008) mencionan que más del 50% de los agricultores en el distrito de Huaral, Perú utilizan equipo de protección incorrecto. En el presente estudio 9 de los productores (45%) refirió que no ofrece ningún tipo de protección a sus trabajadores, lo que pone en riesgo su salud al ignorar los posibles daños.

A pesar de que la mayoría de los productores refiere contar u ofrecer el equipo de protección, en las áreas productivas se pudo observar lo contrario. Las condiciones precarias de los trabajadores agrícolas los deja expuestos a sufrir algún posible daño

a la salud, debido a que es escaso el equipo de protección mínimo (guantes, lentes, mascarilla, overol) al momento de preparar y aplicar plaguicidas. Actividades como el comer, beber, dormir o fumar en el sitio asperjado se siguen observando en el Valle agrícola de Concá.

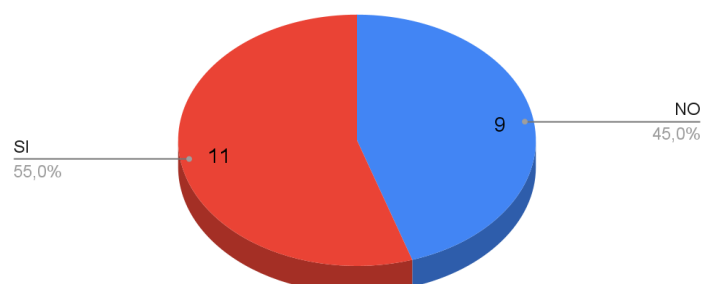


Figura 16. Productores que ofrecen equipo de protección personal a sus trabajadores para la aplicación de plaguicidas.

Fuente: Elaboración propia

Con relación al equipo de protección que los productores usan o dan a sus trabajadores para realizar la aplicación de plaguicidas, los entrevistados comentaron lo siguiente: 11 utiliza cubrebocas/mascarillas (36.7%), 5 usa botas (16.7%), 5 no utiliza ningún instrumento de protección (16.7%), 4 utiliza pañuelos (13.3%), 3 utiliza guantes (10%) y, finalmente, el 3.3% utiliza overol o una bolsa (Figura 17). Sin embargo, de acuerdo a los criterios descritos por García y colaboradores (2002), todos los productores incumplen con lo necesario para calificar la protección personal como “correcta” (utilización siempre de mínimo 3 prendas de protección durante el manejo de plaguicidas).

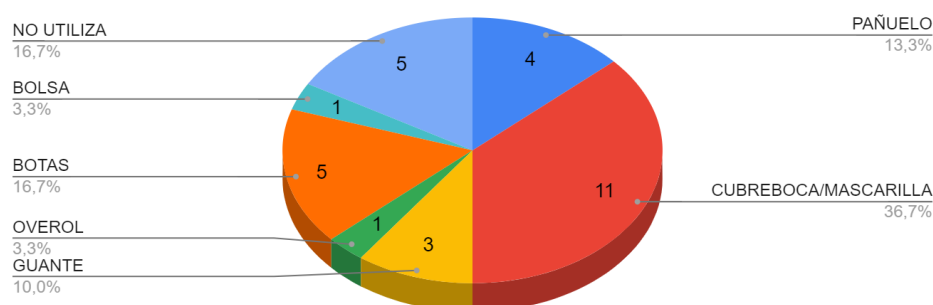


Figura 17. Uso de equipo de protección personal para la aplicación de plaguicidas.

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, 16 (80%) de los productores no utiliza algún instrumento de protección al momento de preparar las mezclas de plaguicidas, solo 4 (20%) mencionaron que utiliza guantes. La mayoría de los productores mencionaron que no es un hábito el uso de equipo de protección, otros mencionaron que no tienen conocimiento del correcto uso del equipo de protección pues no hay quien ofrezca ese tipo de

asesorías, otros mencionan que no utilizan porque creen que no tienen contacto directo con el producto o que las cantidades que preparan son pocas, incluso algunos mencionaron que creen que no utilizan productos “fuertes” y que por eso no es necesario el equipo de protección, solo un productor mencionó que considera que los equipos de protección son caros y esta es una causa por la cual él prefiere la aplicación de productos naturales en su parcela. Con relación a lo anterior, Díaz y Betancourt (2018) describen y recomiendan el equipo de protección necesario al momento de preparar y aplicar plaguicidas siendo estas las siguientes:

- El Overol manga larga (traje impermeable) evita que la ropa se moje con el plaguicida y luego sea absorbido por la piel.
- Las botas evitan que las piernas y pies se mojen con el plaguicida y luego sea absorbido por la piel; el overol manga larga debe ser introducido en las botas para una mayor protección de la piel.
- Los guantes evitan que el plaguicida entre al cuerpo al ser absorbido por la piel, protegiéndola de los efectos producido por el químico. Los guantes de mejor protección son los de nitrilo ya que estos no se dañan con químicos corrosivos, además de que son más duraderos y resistentes que los guantes comunes.
- La mascarilla evita la inhalación de los plaguicidas mientras se los está preparando y aplicando.
- Las gafas evitan que los ojos entren en contacto con los vapores de los plaguicidas.
- El equipo de protección personal debe estar limpio y en buenas condiciones, para ello el overol, botas y guantes debe lavarse con agua y jabón, utilizando guantes impermeables que al igual deben ser lavados al final. Las caretas con respirador o mascarillas y gafas deben ser limpiadas y luego desinfectadas con alcohol.

En lo que respecta a los hábitos después de las aplicaciones, el 100% se lava las manos solo con agua; 85% se lava las manos con agua y jabón; 20% come, bebe o fuma; 70% lava la ropa y 30% utiliza la misma ropa durante varios días. Por lo anterior, es evidente la exposición de los aplicadores a los plaguicidas y su riesgo de intoxicación. En específico, en torno del uso de ropa especial para la aplicación de plaguicidas, son pocos los que mencionan que cuentan con un cambio propio para tal actividad, otros mencionaron que no se cambian la ropa al término de la aplicación sino hasta concluir la jornada laboral llevando la ropa con residuos a su hogar, otros indicaron que en casa lavan la ropa que utilizan durante las aplicaciones junto con la ropa de su familia. Bernardino (2013) menciona que una mujer comentó que ella experimenta náuseas cuando su marido regresa del trabajo después de aplicar metamidofos, y que su hija en una ocasión quedó aletargada cuando se acercó a él (“el olor del químico se pega en la ropa y es muy fuerte”).

En relación al almacenamiento antes y después de usar plaguicidas, la mayoría de los productores refieren que tienen un lugar específico (bodega) en la parcela o en su casa, sin embargo, algunos también llegan a almacenar alimento para sus animales

dentro de la misma bodega, otro duerme, cocina y desempeña otras actividades dentro de la bodega (Figura 18). Díaz y Betancourt, 2018 da algunas recomendaciones para un correcto almacenamiento de plaguicidas, éstas deben incluir una separación completa de los plaguicidas almacenados o exhibidos de los productos alimenticios u otros bienes fungibles; una ventilación adecuada; con pisos impermeables; una protección adecuada contra el acceso no autorizado; con disponibilidad en el lugar de los materiales y equipos necesarios para hacer frente a fugas y otras emergencias.

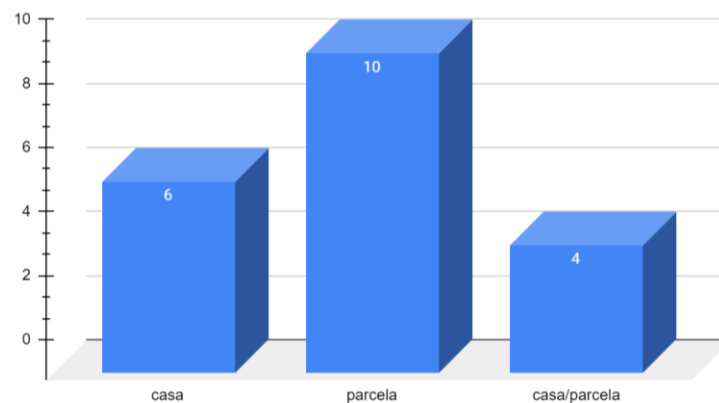


Figura 18. Lugares de almacenamiento de plaguicidas.

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, al preguntar por el lavado del equipo de aspersión después de aplicar plaguicidas, 18 (90%) productores refieren que sí lavan el equipo, solo 2 (10%) productores mencionaron que no lo hacen (Figura 19). Sin embargo, lo preocupante de esto es que los productores mencionan que el lavado del equipo ocurre directamente en las orillas de la parcela arrojando los residuos directamente al suelo, otros productores mencionan que el lavado se ejecuta en las orillas de las acequias que se encuentran entre las parcelas.

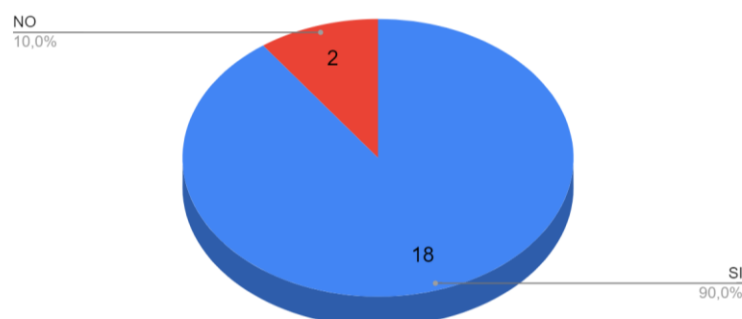


Figura 19. Lavado del equipo de aspersión.

Fuente: Elaboración propia.



García y colaboradores (2006) mencionan que un 71% de los aplicadores de plaguicidas entrevistados calificaron como “nulos” los niveles de riesgo al manipular estas sustancias, a su vez, utilizan el equipo de protección incorrecto. En el presente estudio, la mayoría de productores (65%) comentaron que solo en caso de sufrir algún accidente grave o llegar a enfermar por el uso de estas sustancias utilizarían el equipo de protección, por el contrario, un porcentaje menor (35%) de productores menciona que sí utilizarían el equipo de protección por salud, protección a su familia y están interesados en recibir capacitaciones del correcto uso del equipo de protección.

El método para aplicar plaguicidas más utilizado por los productores es la bomba de aspersión y el sistema por goteo. Según Bernardino (2013), el primer método puede estar ligado a superficies pequeñas y en superficies de siembra mayores la aplicación de plaguicidas se realiza mediante máquinas por cuestiones de rapidez y eficiencia. Es relevante mencionar que se observó en algunos casos que el equipo de aspersión (mochilas) se encuentra en estado de deterioro haciendo más vulnerable a los trabajadores a sufrir algún accidente. Así mismo, se suma la poca disponibilidad de negocios que ofrezcan equipo de calidad lo que hace más difícil a los productores renovar equipos de seguridad.

Lo más común es que si al finalizar la aplicación de producto en toda la parcela aún les queda producto en la bomba de aspersión o en el tambo repiten la aplicación hasta terminar todo el producto (Figura 20). Esto pone en evidencia la falta de capacitación para calcular las dosis y volúmenes requeridos.

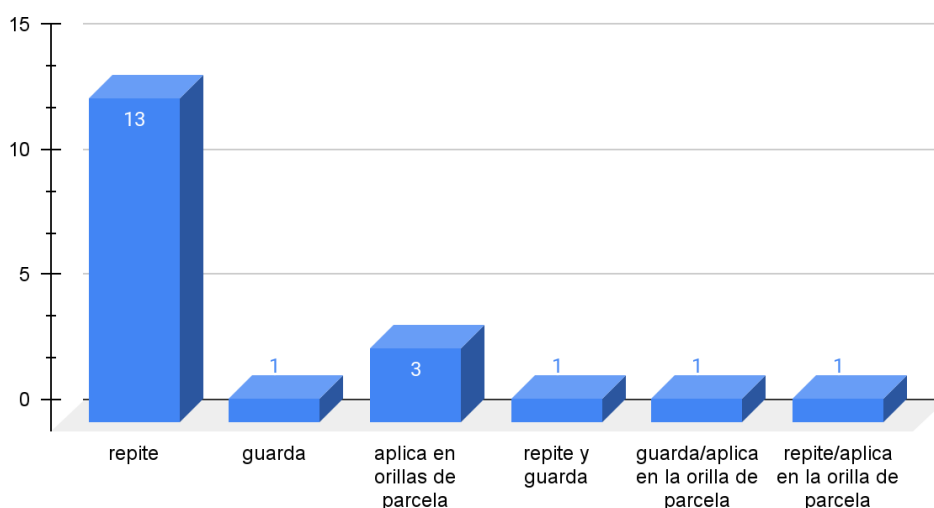


Figura 20. Líquido sobrante

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al manejo de envases vacíos, la mayoría de los productores menciona que los coloca temporalmente en costales o bolsas para posteriormente llevarlos a los centros de acopio primarios, es decir, a las jaulas de malla ciclónica colocadas por CESAVEQ en el valle de Concá. Sin embargo, esta actividad no cumple con características de seguridad y control. Existen dos puntos dentro de la comunidad en donde se encuentran estas jaulas en los cuales se ha observado que la gran cantidad de envases utilizados en la agricultura en ocasiones rebasa la capacidad de esas

jaulas, por lo que los envases son colocados fuera de ellas, no cumpliendo por completo la demanda de residuos generados.

A pesar de que se encuentran estos sitios se ha observado que un porcentaje menor de productores siguen quemando de envases, los abandonan en las orillas de la parcela e incluso se han encontrado envases de plaguicidas en los canales de agua que se distribuyen entre las parcelas, generando así focos de infección y contaminación para flora, fauna y la salud de la población. Solo el 15% de los productores mencionó efectuar el triple lavado a los envases para después depositarlos en las jaulas.

Además, son nulas las señaléticas en las áreas de cultivo que indiquen un correcto manejo de los envases, la calibración de equipo de aspersión, la precaución o advertencia por el uso de plaguicidas y el uso de equipo de protección personal para evitar posibles daños a la salud. Lo anterior, puede ser una de las causas del mal manejo de plaguicidas.

Es importante resaltar que cerca de las áreas asperjadas se encuentran viviendas, unidades de producción animal e incluso una universidad. Posiblemente moléculas de estas sustancias están afectando a diferentes organismos, pero se requerirían investigaciones puntuales para determinarlo.

## 4.5 Percepción de daño a la salud por el uso de plaguicidas

En el presente apartado se describe la percepción de los productores hacia posibles daños a la salud ligados al uso de plaguicidas. Se muestran algunos de los principales síntomas a la salud reportados por aplicadores de plaguicidas, así mismo, cuáles son los principales plaguicidas causantes de los malestares. Finalmente se describen algunas conductas de los aplicadores en caso de sufrir algún accidente por el uso de plaguicidas.

En el presente estudio se encontró que todos los productores consideran que el constante uso de plaguicidas puede generar algún daño a la salud. De igual manera, todos los productores conocen o han sufrido al menos un caso de intoxicación o muerte provocado por el uso de plaguicidas, en su mayoría el afectado fue alguno de sus trabajadores y en otros casos el afectado ha sido el productor, incluso uno de ellos presenta secuelas (visión borrosa). Los plaguicidas mencionados con mayor frecuencia por los cuales han sufrido algún accidente son: Lannate, Tamarón, Vydate, Regent, Movento, Muralla, Malatión, Paratión y Furadan. Según Cortés-Genchi (2007), uno de cada tres agricultores del Valle de Tixtla, Guerrero refirió haberse intoxicado alguna vez durante su vida laboral en el campo.

Más allá de los casos de intoxicación de los que tienen conocimiento, la mayor parte de los productores 14 (70%) han experimentado por sí mismos daños a la salud relacionados con el uso de plaguicidas. Entre los accidentes más comunes son: daño en la vista, visión borrosa, irritación en la piel, desmayos. Una mujer comentó: “un día mis hijos se metieron a bañar a la acequia y de repente comenzaron a sentir irritación en la piel y comenzaron a enrroncharse, yo creo que es porque más arriba lavaron una bomba de aspersión”. Otro productor refiere tener visión borrosa debido a que él

no utiliza ningún equipo de protección al momento de mezclar o aplicar plaguicidas. Incluso algunos productores refieren haber conocido a personas que murieron a consecuencia del uso de plaguicidas.

10 (50%) de los productores refiere ser Productor-Aplicador y haber sufrido accidentes por el uso de plaguicidas, solo un porcentaje menor 1 (5%) mencionó no se aplicador y no haber sufrido accidentes (Cuadro 19).

Cuadro 19. Productores-aplicadores que han sufrido accidentes por el uso de plaguicidas.

| <b>Productor-Aplicador</b> | <b>Ha sufrido accidente</b> | <b>Total</b> |
|----------------------------|-----------------------------|--------------|
| Si                         | Si                          | 10           |
| Si                         | No                          | 5            |
| No                         | Si                          | 4            |
| No                         | No                          | 1            |

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.1 Principales síntomas a la salud reportados por el uso de plaguicidas.

Los síntomas reportados con mayor frecuencia por los entrevistados fueron: mareos (23.1%), vómito (23.1%), náuseas (12.8%), visión borrosa (10.3%), debilidad y desorientación (7.7%), dolor de cabeza, irritación en la piel (5.1%), ardor en los ojos (2.6%) y diarrea (2.6%) (Figura 21). Los plaguicidas que se mencionan como causantes de estos síntomas fueron: Lannate, Tamarón, Vydate, Regent, Movento, Muralla, Malatión, Paratión, Furadan.

Tamarón es un producto que contiene IA Metamidofos. Bernardino (2013) reporta síntomas ocasionados por este producto en aplicadores de los Altos de Chiapas siendo los principales síntomas: náuseas, vómitos y dolor de cabeza a los agricultores que lo aplican. Asimismo, algunos síntomas provocados por Furadan reportados fueron: baja de presión, mareos, náuseas, vómitos y aletargamiento. En ocasiones, se presentan incluso dificultades respiratorias y temblores, y hay personas que han tenido que ser hospitalizadas a causa de estos síntomas.

Estas manifestaciones son similares a las reportadas por Gordón y Marrugo (2017) en trabajadores de la Subregión Mojana, Colombia donde los encuestados presentaron ardor en los ojos (51%), cefaleas (24%), vómito (15%) y mareos (12%) entre los principales síntomas. De igual manera, los principales síntomas reportados

por López-Martínez (2018) en una población de jornaleros huicholes en la costa del Estado de Nayarit, México fueron: 82.3% dolor de cabeza, 54% sensación de vómito y el 75% mareos durante la jornada laboral. Asimismo, el 68% de la población indicó ardor en los ojos, 69.1% dolor de estómago y 40.9% salivación excesiva. Bernardino (2013) reportó problemas de irritación de la piel, dolor de cabeza, náuseas, mareos, vómitos, ardor en ojos, nariz y labios, aletargamiento, dolor de cabeza, visión borrosa, lagrimeo, quemaduras en la piel, entumecimiento de la lengua, baja de presión, temblores y dificultades respiratorias en aplicadores entrevistados de Los Altos de Chiapas, México.

Guzmán y colaboradores (2016) en un estudio realizado en la región Sierra de Amula, Jalisco mencionó que el 68% de los afectados por alguna intoxicación no acuden al centro de atención médica, considerando innecesario debido a que considera los síntomas “leves” y solucionarlos con remedios caseros proporcionados por familiares o por ellos mismos (ingiriendo leche, jugo de limón, bicarbonato o tomando un baño). Otros recurren a solo lavarse con “agua con sal” la piel afectada o los ojos irritados, y “chupar limón” (Bernardino, 2013).

Camarena y colaboradores (s.f.) en un estudio con en mujeres indígenas jornaleras en Baja California, muestra algunos de los remedios utilizados para contrarrestar los efectos en la piel al sufrir daño por plaguicida como la aplicación de alcohol y limón, así como el ajo molido rascado sobre la piel. En este mismo estudio las mujeres jornaleras mencionan que otro factor que las deja aún más vulnerables es que no son acreedores a un seguro médico que cubra los gastos en caso de sufrir algún accidente, recurriendo en su mayoría a métodos tradicionales en caso de intoxicación.

Una posible causa de lo mencionado pudiera ser la informalidad del trabajo debido a que los jornaleros agrícolas no firman como tal con un contrato laboral. Además de que las áreas productivas no cuentan con botiquín de primeros auxilios.

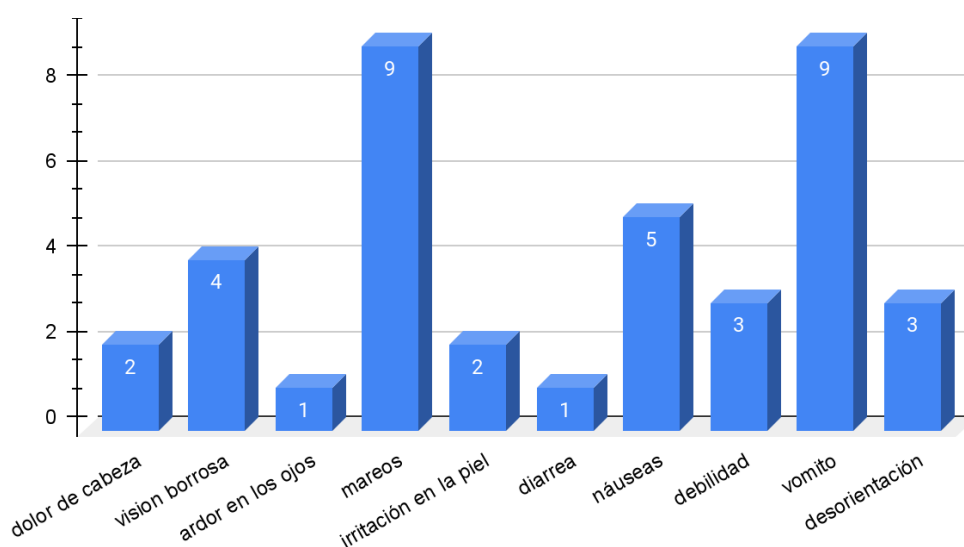


Figura 21. Principales síntomas en la salud reportados en aplicadores de plaguicidas.  
Fuente: Elaboración propia

## 4.6 Percepción de daño al medio ambiente por el uso de plaguicidas

En el presente estudio 95% de los productores reconoce que el uso de plaguicidas puede dañar de alguna manera el medio ambiente. El daño más percibido por los productores al medio ambiente es el agua con 41%, seguido del suelo con 20.5%, contaminación del aire con 17.9%, fauna 12.8% y finalmente la flora con un 7.7% (Figura 22). De acuerdo con Vega (2021), las prácticas agrícolas han tenido una influencia directa sobre la biodiversidad y los ecosistemas, y de acuerdo al tipo de agricultura que se practique, esta influencia puede ser positiva o negativa para la biodiversidad.

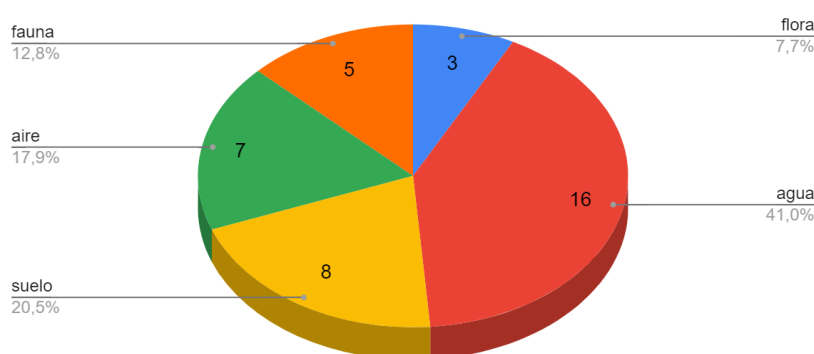


Figura 22. Percepción de los productores del daño al medio ambiente por el uso de plaguicidas.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.7 Percepción y uso de alternativas para la fertilización y eliminación de plagas agrícolas

Respecto al conocimiento y uso de alternativas para la fertilización y eliminación de plagas, 13 (65%) productores mencionaron conocer alternativas como biofermentos, lixiviado de lombriz, vermicomposta, estiércol de vaca, extractos de Neem y ajo, o jabón potásico. De igual manera, todos los productores que conocen alguna alternativa también han utilizado al menos una en su parcela.

A la pregunta: “Desde su punto de vista ¿qué le haría pensar que vale la pena probar alternativas al uso de plaguicidas en su parcela? Los productores respondieron lo siguiente:

- “No tengo mucho conocimiento de su eficiencia en los cultivos, no hay donde comprar esos productos y no hay asesoría en la zona”
- “La contaminación al medio ambiente”
- “Por lo económico y producir productos más limpios”.
- “Por el precio de los productos químicos que son demasiado caros”

- “Primero conocer los productos y experiencias de otros agricultores que lo utilicen y tengas éxito”.
- “Recibiendo asesoría si probaría productos nuevos”.
- “Que los productos (plaguicidas) se venden muy caros a diferencia de los productos naturales que son muy baratos y no dañan a la salud de las personas, tanto los que aplican como los que consumen los productos cosechados”.
- “Los precios de los plaguicidas son muy caros, con asesoría y viendo buenos resultados con otros productores”.
- “Si solo con asesoría”.
- “Para disminuir el daño al medio ambiente, pero solo con asesoría si usaría estos productos”.
- “Que más productores lo hagan para ver si funciona o realizar pequeñas pruebas, está dispuesto a recibir capacitación para el uso de otros productos.
- “Por el cuidado al medio ambiente, a la salud de las personas y ofrecer productos más limpios libre de plaguicidas”.
- “Por el precio de los productos orgánicos que se pagan a un mejor precio, me gustaría recibir capacitación sobre la elaboración de productos naturales”.



## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES GENERALES

En las unidades de producción agrícola del valle de Concá, la recopilación de información y su análisis permitió identificar características fisicoquímicas de los plaguicidas utilizados en la producción de hortalizas y forrajes, encontrando una gran diversidad de productos con diferentes usos (insecticida, fungicida, herbicida) y nombres comerciales.

Por parte de los productores, se encontró la aplicación de diferentes ingredientes activos como Metamidofos, Imidacloprid, Fipronil, Cipermetrina, Spinetoram, Oxamil, los cuales son considerados como altamente peligrosos y podrían estar afectando la salud de la población y el cuidado del medio ambiente.

De acuerdo a los resultados encontrados se puede considerar que de acuerdo a su acción biológica los productos con mayor uso en las producciones agrícolas de Concá son los insecticidas, seguido de los fungicidas y finalmente los herbicidas.

En cuanto a las prácticas de manejo de los fitosanitarios, se pudo identificar un manejo incorrecto del equipo de protección al momento de preparar, almacenar y aplicar los productos. Por ello, es importante considerar el impacto al suelo y los cuerpos de agua con estas prácticas pues los residuos son directamente arrojados en ambos medios, en los que posiblemente se genera la bioconcentración en organismos y biomagnificación en el ambiente.

Por lo anterior, es necesario fomentar la intervención de las autoridades educativas y gubernamentales con competencia en la materia para ofrecer capacitaciones sobre la concientización a los productores y jornaleros sobre la comunicación de riesgos que implica el uso de plaguicidas, además de ofrecer alternativas sustentables para la eliminación de plagas y nutrición de los cultivos agrícolas, de igual manera promover la vigilancia, regulación y prohibición de productos considerados como altamente peligrosos así como el correcto manejo de residuos.

Cabe resaltar que la comunidad se encuentra dentro de una Reserva de la Biósfera, por lo cual se pudiera proponer la elaboración de leyes y normas específicas para la gestión de plaguicidas que fomenten el cuidado y protección del medio ambiente.

Debido a que no existen reportes específicos en la comunidad de Concá sobre los impactos que pudieran estar ocasionando estos productos ya sea directamente sobre un organismo específico, como las abejas, en el cauce del río Santa María, en el suelo, en la salud de los aplicadores o en la salud de los consumidores de los productos que se lanzan a la venta, es necesario realizar más investigaciones para determinar si la aplicación de plaguicidas considerados como altamente peligrosos está provocando daños a la salud de la población y al medio ambiente.

A manera de recomendación, es necesario realizar futuros estudios sobre el posible impacto que pudieran tener las personas que habitan o frecuentan esta zona de cultivo como pueden ser las personas que viven en la periferia del área productiva, los animales que están siendo criados en zonas cercanas a las áreas de aspersión de plaguicidas e incluso del personal del campus, debido a que pudieran estar



recibiendo los impactos negativos de las aspersiones de plaguicidas, puesto que la contaminación puede llegar a través del aire.

Por ello, la presente investigación es un valioso punto de partida para dichos estudios, así como para proponer capacitaciones a los productores y aplicadores de plaguicidas del valle agrícola de Conká.

Se encontró un porcentaje menor de productores con el interés en recibir capacitaciones sobre el uso correcto del equipo de protección, debido a su percepción de posibles daños a la salud, impulsados a realizar posibles cambios en el manejo de plaguicidas. Es importante considerar que existen productores que están dispuestos a utilizar bioinsumos en sus cultivos, por este motivo es necesario brindar acompañamiento a productores ofreciendo capacitaciones en específico sobre la fabricación y aplicación de alternativas hacia el uso de plaguicidas en el valle agrícola de Conká. Debido a que los productores refieren que si existiera en la zona algún negocio que ponga a la venta bioinsumos además de la capacitación correspondiente a su aplicación en campo. Por ello, es imprescindible la intervención de instituciones gubernamentales y académicas para desarrollar una agricultura potencial que pueda cubrir la actual demanda de alimentos de una manera sustentable.



## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguero, D., Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativas nutricionales para suelos y plantas. *Cultivos tropicales* 35(4): 52-59.

Anaya, V. (2016). Relación humano-carnívoro en la Biosfera de la Sierra Gorda, Querétaro, México. Tesis Doctoral en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Querétaro.

Aguirre, V., Delgado, V., Anrango, M.J., Díaz, N. (2012). Obtención y evaluación in vitro de la eficiencia de extractos con principios activos de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), ajo (*Allium sativum*) y crisantemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) como fungicidas naturales para el control de *Botrytis cinerea*, *Phragmidium mucronatum* y *Sphaerotheca pannosa* presentes en el cultivo de rosas orgánicas. Centro de Investigaciones Científicas ESPE.

Amador, M.E. González, O.M., Paz, H.G. (2016). Caracterización de intoxicaciones agudas en el departamento de Antibuca. *Rev. Med Hondur* 84(3 y 4): 92-94.

Andrade, M. (2018). Impacto de los plaguicidas utilizados en cultivos mecanizados sobre pequeños mamíferos en la zona maya de Quintana Roo. Tesis Doctoral en Ciencias y Desarrollo Sustentable. El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR.

Alcántara, M. 2008. Plan de acción para la erradicación del uso ilegal de venenos en el medio natural en Aragón. Actas del Seminario Mortalidad por intoxicación en aves necrófagas. Problemática y soluciones. Aínsa, Huesca.

Albert, L.A. y Benítez, J.A. (2005). Impacto ambiental de los plaguicidas en los ecosistemas costeros, p. 157-176. En: Botello, A. V., Rendón-von Osten, J., Gold-Bouchot, G. y Agraz-Hernández, C. (Eds.). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da Edición. Univ. Autón. de Campeche, Univ. Nal. Autón. de México, Instituto Nacional de Ecología. 696 p.

Albert, L.A. (1997). Compuestos orgánicos persistentes. *Albert L. Editora. Introducción a la Toxicología Ambiental. ECO/OPS/OMS*, 333-335.

Alvarado-Ibarra, J., Valencia-Lopez, C.A., Castillo-Moreno, M.R., Luna-Reyes, P.D., Borboa-Servín, J.A., Mexia-Apodaca, M.E., Ruiz-Sandoval, N.C. (2018). Agroquímicos organofosforados y su potencial daño en la salud de trabajadores agrícolas del campo sonorense. *CIENCIA ergo-sum*, 26(1). DOI: <https://doi.org/10.30878/ces.v26n1a8>

Arnold, B.H.(2018). Toxicidad aguda del tamarón (metamidofos) y sherpa (cipermetrina) en zooplancton de *Chydorus globosus*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero forestal y del ambiente. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Huancayo-Perú.

Badii, M.H., Garza, V., y Landeros, J. (2006). Efecto de los plaguicidas en la fauna silvestre. *Culcyt* 3(14-15): 22-44.

Badii, M.H. y Abreu, J.L. (2006). Control biológico una forma sustentable de control de plagas. *Daena: International Journal of Good Conscience* 1(1) : 82-89.

Badii, M.H. y Landeros, J. (2007). Plaguicidas que afectan a la salud humana y a la sustentabilidad. *Culcyt* 4(19): 21-34.

Barrón, A. y Barriga, J.A. (2017). Intoxicación por plaguicidas. En R. Martínez y Martínez (Ed.), *Salud y enfermedad del niño y del adolescente* (pp 1747-1754). El manual moderno.

Benítez-Trinidad, A.B; Herrera-Moreno, J.F; Xotlanihua-Gervacio, M. C; Bernal-Hernández, Y.Y; Medina-Díaz, I.M; Barrón-Vivanco, B.S; González-Arias, C.Z; Rojas-García, A.E. (2018). Patrón de uso de plaguicidas y biomarcadores en la población de fumigadores urbanos. *Rev. Int. Contam. Ambie.* (Especial sobre Contaminación y Toxicología por Plaguicidas (CTP), 34: 61-71, DOI: 10.20937/RICA.2018.34.esp01.04.

Berger, 2023. Prácticas culturales en el manejo de plagas y enfermedades en hortalizas. recuperado de : [Prácticas culturales en el manejo de plagas y enfermedades en hortalizas - Berger - ES](#).

Barranco, M., Vergara, C., & Mora, A. (2015). Conocimiento actual de efecto de los insecticidas derivados de la nicotina (neonicotinoides) en las poblaciones de abejas polinizadoras. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*. DOI: 10.26423/rctu.v2i3.66

Bernardino, H.U. (2013). *Plaguicidas: percepciones de su uso en comunidades rurales de Los Altos de Chiapas*. Tesis Doctoral en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. El Colegio de la Frontera Sur ECOSUR.

Bejarano, F. (2017). Los plaguicidas altamente peligrosos de México. Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A. C. (RAPAM).

Benítez-Leite, S., Macchi, M.L., Fernández, V., Franco, D., Ferro, E.A., Mojoli, A., Cuevas, F., Alfonso, J., Sales, L. (2010). Daño celular en una población infantil potencialmente expuesta a pesticidas. *Pediatr. (Asunción)* 37(2): 97-106.

Botías, C. y Sánchez-Bayo, F. (2018). Papel de los plaguicidas en la pérdida de polinizadores. *Ecosistemas* 27(2): 34-41.

Botello, A.V., J. Rendón von Osten, J. A. Benítez y G. Gold-Bouchot (eds.), 2014. Golfo de México. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. uac, unam-icmyl, cinvestav Unidad Mérida. 1174 p.

Camarena, L., Glascoe, C.A., Arellano, E., Zúñiga, E., Martínez, C. (2012). Agroquímicos y mujeres indígenas jornaleras en Baja California. En Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Instituto Nacional de Ecología (INE). Género, ambiente y contaminación por sustancias químicas.

Castillo, G.I. y Barba, K.R. (2017). Nivel de exposición a piretroides y prevalencia de síntomas en trabajadores de viveros del departamento de Estelí. Tesis Doctoral en Medicina y Cirugía. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Facultad de Ciencias Médicas.

Casas, F. O. (2017). Evaluación de las estrategias de capacitación al personal médico y comunicación de riesgos del programa. Proyecto Terminal Maestría en Salud Pública en Servicio. Instituto nacional de salud pública escuela de salud pública de México.

Cantú-Nava, P.C., Meza-Montenegro, M.M., Valenzuela-Quintanar, A.I., Osorio-Rosas, C., García-Zamorano, H., Grajeda-Cota, P., Gutiérrez-Coronado, M.L. (2019). Determinación de plaguicidas organoclorados en hortalizas del sur de Sonora: calidad y seguridad de los alimentos en relación a los límites máximos permitidos. *Biotecnia / XXI* (2): 19-27.

Carbajal, O. (2019). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agropecuarios del valle de la microcuenca de Concá, Arroyo Seco, Querétaro. Tesis de maestría en Gestión integrada de cuencas. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales.

Cobos, V.M., Barrientos, R., Chi, Cintia. (2011). Los plaguicidas y su impacto en fauna silvestre en la Península de Yucatán. *Bioagrobiencias* 4(2): 4-9.

Comisión Nacional de los Derechos Humanos ( 21 de noviembre de 2023). *Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales*. <https://www.cndh.org.mx/programa/39/derechos-economicos-sociales-culturales-y-ambientales#:~:text=La%20Sexta%20Visitadur%C3%ADa%20General%20de,promoci%C3%B3n%20de%20estos%20derechos%20humanos>.

Cortés-Guenchi, P., Villegas-Arrizón, A., Aguilar-Madrid, G., Paz-Román, M.P., Maruris-Reducindo, M., Juárez-Pérez, C.A. (2008). Síntomas ocasionados por plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 46(2): 145-152.

Corrales, J., Rodríguez, A., Villalobos, K., Hernández, S., Alvarad, O. (2018). Evaluación de tres extractos naturales contra *Bemisia tabaci* en el cultivo del melón, Puntarenas, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 42(2): 93-106.

Del Puerto, A.M., Suárez, S., Palacio, D.E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* 52 (3):372-387.

Díaz-González, G., Botello, A.V., y Ponce-Vélez, G. 2005. Plaguicidas organoclorados en pastos y peces de los sistemas Candelaria-Panlau y Palizada del Este, laguna de Términos, Campeche, México. p. 207-224. En Botello, A. V., Rendón-von Osten, J., Gold-Bouchot, G. y Agraz-Hernández, C. (Eds.). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da Edición. Univ. Autón. de Campeche, Univ. Nal. Autón. de México, Instituto Nacional de Ecología. 696 p.

Díaz, O., y Betancourt, C. R. (2018). Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido: una revisión. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 14-30. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

Díaz-Vallejo, J., Barraza-Villarreal, A., Yáñez-Estrada, L., Hernández-Cadena, L. (2021). Plaguicidas en alimentos: riesgo a la salud y marco regulatorio en Veracruz, México. *Salud Publica Mex.*, 63: 486-497.

Duk, S. (2006). Biomonitorización de mujeres trabajadoras temporeras agrícolas expuestas a pesticidas en la VIII región, Chile. ACADEMIA. III Semana Argentina de la salud+seguridad en el trabajo.

Durán-Nah J.J y Collí-Quintal J. (2000). Intoxicación aguda por plaguicidas. *Salud Publica Mex* 2000;42 (1): 53-55.

Elias,D.F. (2020). Impacto de los tres plaguicidas más utilizados del cultivo de *Allium cepa* (cebolla) del distrito de Lurín, Lima, Perú en *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana). Tesis de Ingeniero Ambiental. Universidad Científica del Sur. Facultad de Ciencias Ambientales.

Esquivel-Valenzuela, B., Cueto-Wong, J.A., Valdez-Cepeda, R.D., Pedroza-Sandoval, A., Trejo-Calzada, R., Pérez-Veyna, O. (2019). Prácticas de manejo y análisis de riesgos por el uso de plaguicidas en la comarca lagunera, México. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, 35 (1): 25-33. DOI: 10.20937/RICA.2019.35.01.02.

FAO y OMS. 2020. Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas - Directrices sobre los Plaguicidas Altamente Peligrosos. Roma. 46 pp. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

Flores-García, M.E., Molina-Morales, Y., Balza-Quintero, A., Benítez-Díaz, P.R., Miranda-Contreras, L. (2011). Residuos de plaguicidas en aguas para consumo humano en una comunidad agrícola del estado Mérida, Venezuela. 52(4): 295-311.

Ferrer, A. (2003). Intoxicación por plaguicidas. *ANALES Sis San Navarra*, 26 (1): 155-171.

Galindo-González, G., Tabares-Rodríguez, W.C., Gómez-Aguirre G. (2000). Caracterización de productores agrícolas de seis distritos de desarrollo rural de Zacatecas. *Terra Latinoamericana*.18 (1):83-92.

Galindo-Mendoza, M.G., Aldaz-Galicia, N.Y., Contreras-Servín, C., Saldierna-Salas, G., Almendarez-Rocha, S.D. (2021). Articulación territorial en la gestión de plaguicidas en el marco de la protección fitosanitaria. El caso del valle agrícola de Río Verde y Ciudad Fernández, San Luis Potosí. *Investigaciones geográficas*. 106. DOI: [dx.doi.org/10.14350/riq.60415](https://doi.org/10.14350/riq.60415)

García, A.M., Ramírez, A., Lacasaña, M. (2002). Prácticas de utilización de plaguicidas en agricultores. *Gac Sanit* 16(3):236-40.

García-Fabila, M.M., Amaya-Chávez, A., Castillo-Cadena, J., Waliszewski, S.M., Sánchez, J., Rafael-Valencia Quintana, P., Reyes-Reyes, A. (2014). Niveles de contaminación ambiental por plaguicidas. En Ma. L. Ortiz Hernández., E. Sánchez Salinas., J.L. Folch Mallol., A. Olvera Velona., E. Dantán González. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos. *Los plaguicidas en México. Aspectos generales, toxicológicos y ambientales*. pág, 152.

García, J.E. (1998). Intoxicaciones agudas con plaguicidas: costos humanos y económicos. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health*, 4(6): 382-387.

García, J.E. (1999). El mito del manejo seguro de los plaguicidas en los países en desarrollo. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*. 52: 25-41.

García, A.M., Ramírez, A., Lacasaña, M. (2002). Prácticas de utilización de plaguicidas en agricultores. *Gac Sanit*. 16 (3): 236-240.

García-Gutiérrez, C. y Rodríguez-Meza, G.D. (2012). Problemática y riesgos ambientales por el uso de plaguicidas en Sinaloa. Universidad Autónoma Indígena de México. *Ra Ximhai*, 8 (3): 1-10.

García, A., Rosado, D., Salas, M.J. (2012). Panorama actual de los contaminantes orgánicos persistentes. *Rev Biociencias*, 7 (1): 81-88.

García, J., Leyva, G., Aguilera, D. (2017). Los plaguicidas altamente peligrosos en el Valle agrícola del Yaqui, Sonora. En Bejarano, F (Ed). (2017). *Plaguicidas Altamente Peligrosos en México*. Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A. C. (RAPAM).

González-Arias, C.A., Robledo-Marengo, M.L., Medina-Díaz, I.M., Velázquez-Fernández, J.B., Girón-Pérez, M.I., Quintanilla-Vega, B., Ostrosky-Wegman, P., Pérez-Herrera, N.E., Rojas-García, A.E. (2010). Patrón de uso y venta de plaguicidas en Nayarit, México. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, 26 (3): 221-228.

Gómez-Arroyo, S., Martínez-Valenzuela, C., Carbajal-López, y Martínez-Arroyo, A., Calderón-segura, M. E., Villalobos-Pietrini, R., Waliszewski, S. M. (2013). Riesgo genotóxico por la exposición ocupacional a plaguicidas en América Latina. *Revista Internacional de Contaminación y Ambiente*. 29, 159-180

Gómez-Oliver, L. (1995). *El papel de la agricultura en el desarrollo de México* (No. HC131 G63). Santiago de Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

González, A. (2014). Programa de concientización para el uso de plaguicidas en la comunidad de productores agrícolas de Butare, municipio Colina, estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias*. 14 (3):257-267.

González, I.R., Rubianes, A.G., Sobrevilla, A.C. (2015). Prevalencia y riesgo de malformación congénita en mujeres gestantes expuestas a plaguicidas. En el Hospital Regional de Ica, Perú. *Rev méd panacea* 5(2).

González-Ordóñez, A. (2010). Programa de concientización para el uso de plaguicidas en la comunidad de productores agrícolas de Butare, municipio Colina, estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias*, 14 (3):257-267.

González, R y Huerta, E. (2015). El abono en la base de los cultivos orgánicos. *Ecofronteras* 19(55):18-20.

Gordon, C. y Marrugo, J.L. (2017). Conocimiento, actitudes y prácticas en el manejo de plaguicidas químicos por trabajadores agrícolas de la subregión Mojana Sucreña. *Memorias III Seminario Internacional de Ciencias Ambientales SUE-Caribe*. p. 138-141. disponible en: [https://mca.edu.co/wp-content/uploads/2019/09/m2017\\_36.pdf](https://mca.edu.co/wp-content/uploads/2019/09/m2017_36.pdf) .

Gordon, C. y Marrugo, J.L. (2017). Prácticas agrícolas y riesgos a la salud por el uso de plaguicidas en agricultores subregión Mojana-Colombia. *RIAA Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9 (1):30-40. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.2098>.

Guédez, C., Castillo, C., Cañizales, L., Olivar, R. (2008). Control biológico: una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. *ACADEMIA* 7(13): 50-74.

Guzmán-Plazola, P., Guevara-Gutiérrez, R.D., Olguín-López, J.L., Mancilla-Villa, O.R. (2016). Perspectiva campesina , intoxicación por plaguicidas y uso de agroquímicos. *IDESIA*. 34 (3): 69-80.



Guédez, C., Castillo C., Cañizales, L., Olivar R. (2008). Control biológico: una alternativa para el desarrollo sustentable y sostenible. *ACADEMIA*, 7 (13): 50-74.

Guevara, G. (2015). Intoxicación crónica por inhibidores de la colinesterasa relacionado con los factores laborales en la florícola AGRORAB. Informe de investigación para optar por el título de Médico. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud.

Hernández, D.M. (2017). Contaminantes Orgánicos Persistentes en familias de jornaleros de la caña de azúcar en el Sureste de México. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. ECOSUR, El Colegio de la Frontera Sur.

Hernández-González, M.M., Jiménez-Garcés, C., Jiménez-Albarrán, F.R., Arceo-Guzmán, M.E. (2007). Caracterización de las intoxicaciones agudas por plaguicida: perfil ocupacional y conductas de uso de agroquímicos en una zona agrícola del estado de México, México. *Rev. Int. Contam. Ambient*, 23 (4): 159-167.

Hernández, R.E., Gómez, M.A., Romero, A.T., Santana, M.V., Mastachi, C.A., Hernández, M., Martínez, H. (2016). Análisis temporal del riesgo por malformaciones congénitas atribuibles al uso de plaguicidas en el corredor florícola del Estado de México. *Rev. Ciencias de la Salud ergo-sum* 24(3): 244-252.

Herrera-Moreno, J.F., Benitez-Treinidad, A.B., Xotlanihua-Gervacio, M.C., Bernal-Hernández Y.Y., Medina-Díaz, I .M., Barrón-Vivanco, B.S., González-Arias, C.A., Pérez-Herrera N., Rojas-García, A.E. (2018). Factores de riesgo de exposición durante el manejo y uso de plaguicidas en fumigadores urbanos. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 34 (Especial sobre Contaminación y Toxicología por Plaguicidas II): 33-44, . DOI: 10.20937/RICA.2018.34.esp02.03.

Hernández-Antonio, A., Hansen, A.M. (2011). Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de aguas y sedimentos. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 27 (2) 115-127.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). Cuéntame de México. Territorio. <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/ usos.aspx?tema=T#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%2076%20%25%20del%20agua,5%20%25%2C%20en%20la%20industria.>

Jáquez, S., González, L., Irigoyen, R. y Ortega, V. (2013). Comportamiento de plaguicidas persistentes en el medio ambiente. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional, México.

Karam, M.A., Ramírez, G., Bustamante-Montes, L.P y Galván, J.M. (2004). Plaguicidas y salud de la población. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 11(3): 246-254.

Leal, S.D., Valenzuela, A.I., Gutiérrez, M.L., Bermúdez, M.C.García, J., Aldana, M.L., Grajeda, G., Silveira, M.I., Meza, M.M., Palma, S.A., Leyva, G.N., Camarena, B.O., Valenzuela, C.P. (2013). Residuos de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas. *Terra Latinoamericana* 32(1): 1-11.

Lindao, V.A., Jave, J.L., Retuerto, M.G., Erazo, N.S., Echeverría, M.M. (2015). *Rev. del Instituto de Investigación FlgMMg-unMsM* 20 (40): 114 - 119.

López-Gaytán, J., Jiménez, L., León, A., Figueroa, O.L., Morales, M., González, V. (2008). Escuela de campo, para capacitación y divulgación con tecnologías sustentables en comunidades indígenas. *Agricultura Técnica en México*, 34 (1): 33-42.

López-Martínez, G., Paredes-Céspedes, D.M., Rojas-García, A.E., Medina-Díaz, I.M., Barrón-Vivanco, B.S., González-Arias, C.A., Bernal-Hernández, Y.Y. (2018). Implicaciones del contexto socioeconómico en la exposición a plaguicidas en jornaleros huicholes. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 34 (Especial sobre Contaminación y Toxicología por Plaguicidas (CTP): 73-80. DOI: 10.20937/RICA.2018.34.esp01.05.

Matheus, T., Aular, Y., Bolaños, A., Fernández, Y., Barrios, E., & Hung, M. (2017). Actividad de butirilcolinesterasa y micronúcleos en trabajadores agrícolas expuestos a mezclas de plaguicidas. *Salud de los Trabajadores*, 25(1): 23-36.

Martínez-Valenzuela, C. y Gómez-Arroyo, S. (2007). Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Rev. Int. Contam. Ambient*, 23 (4): 185-200.

Martínez-Valenzuela, C., Calderón-Vázquez, C.L., Ortega-Martínez, L.D., Waliszewski, S.M., Mendoza-Maldonado, M., Arámbula-Meraz, E. (2017). Plaguicidas en el norte de Sinaloa: efectos en la salud. En Bejarano, F (Ed). (2017) Plaguicidas Altamente Peligrosos en México. Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A. C. (RAPAM).

Martínez, I., Ramírez-Hernández, A., Lumaret, J-P. (2017). Medicinas veterinarias, plaguicidas, y los escarabajos del estiércol en la zona tropical de Palma Sola, Veracruz, México. *BioOne* 42(2): 563-574.

Méndez, J.A. (2019). El monocultivo de aguacate en Michoacán: un desarrollo paradójico para la región Purépecha. Universidad Autónoma Chapingo. Doctorado en Ciencias en Desarrollo Rural Regional.

Martín-Crespo, M.C. y Salamanca, A.B.(2007). El muestreo en la investigación cualitativa. *Nure Investigación* 27.

Martín, A.A. (2023). Evaluación de las aves silvestres como posibles centinelas a través de la exposición a plaguicidas anticolinesterásicos. Tesis Doctoral en Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Veterinarias.

Mendoza-Cantú A y Ize-Lema I.A.R. (2017). Las sustancias químicas en México. Perspectivas para un manejo adecuado. Rev. Int. Contam. Ambie. 33 (4) 719-745. DOI: 10.20937/RICA.2017.33.04.15.

Méndez, J.A. (2019). El monocultivo en Michoacán; un desarrollo paradójico para la región purépecha. Tesis doctoral Ciencias en desarrollo rural regional. Universidad Autónoma Chapingo.

Michlig, M.P. (2022). Estudio de métodos avanzados para la determinación de insecticidas neonicotinoides. Aplicaciones de estudios de residualidad en colmenas de *Apis mellifera* L. y cultivos regionales. Tesis Doctoral en Química. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ingeniería Química.

Montilla-Pacheco, A. J. y Alvarado-Moreno, M. (2015). Implicaciones sociales y ambientales del uso del Dicloro Difenil Tricloroetano (ddt). Análisis del caso en tierras venezolanas. *Revista Javeriana*, 19 (37): 101-114. DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd19-37.isad>

Monsalvo, A., Jiménez, M.A., García, J.L., Sangerman-Jarquín, D.M., Martínez, T., Pimentel, J.L. (2017). Caracterización del perfil del extensionista rural en la zona oriente del Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (3):503-515.

Monsalve, S. (2019). Metales pesados, plaguicidas y efectos de los disruptores endocrinos en la salud humana y animal. En Monsalve, S. Medicina de la conservación y enfermedades de la fauna silvestre. cap.6: 73-82. Biogénesis.

Morales, M.M., y Cobos-Gasca, V. M. (2005). DDT y derivados en huevos de la tortuga de *Carey Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), en las costas del estado de Campeche, México. p. 237-248 En Botello, A. V., Rendón-von Osten, J., Gold-Bouchot, G. y Agraz-Hernández, C. (Eds.). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da Edición. Univ. Autón. de Campeche, Univ. Nal. Autón. de México, Instituto Nacional de Ecología. 696 p.

Murcia, A. M. y Stashenko, E. (2008). Determinación de plaguicidas organofosforados en vegetales producidos en Colombia. *Revista Agro Sur* 36(2): 71-81.

Ocaña, D. (1997). Efectividad biológica de insecticidas no convencionales *Metarhizium anisopliae* y la piretrina para el control de plagas del maíz. Tesis de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Universidad de Guadalajara.

Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (2010). El derecho a la alimentación adecuada. Folleto informativo sobre los Derechos humanos No.34. Geneva: Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. <https://www.ohchr.org/sites/default/files/Documents/Publications/FactSheet34sp.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1996). Eliminación de grandes cantidades de plaguicidas en desuso en los países en

desarrollo. Colección FAO: Eliminación de plaguicidas - 4. Recuperado el 12 de octubre de 2023 desde: <https://www.fao.org/3/W1604S/w1604s00.htm#Contents>.

Organización de las Naciones Unidas ( 7 de febrero de 2014). *Decenio Internacional para la Acción “El agua fuente de vida” 2005-2015*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas (ONU-DAES). [https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human\\_right\\_to\\_water.shtml#:~:text=De%20acuerdo%20con%20la%20Organizaci%C3%B3n,preocupaciones%20en%20materia%20de%20salud](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml#:~:text=De%20acuerdo%20con%20la%20Organizaci%C3%B3n,preocupaciones%20en%20materia%20de%20salud).

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2020). La FAO presenta 2020 como año internacional de la sanidad vegetal Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 12 de octubre de 2023 desde: <https://www.fao.org/news/story/es/item/1253562/icode>

Organización de las Naciones Unidas ( 10 de diciembre de 2022). *Salud y derechos humanos*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/human-rights-and-health#:~:text=Todas%20las%20personas%20deben%20poder,legislaci%C3%B3n%20pr%C3%A1ctica%20o%20pol%C3%ADtica%20discriminatoria>.

Organización de las Naciones Unidas (s.f.). *Derechos humanos*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/global-issues/human-rights#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20derechos%20humanos,religi%C3%B3n%20o%20cualquier%20otra%20condici%C3%B3n>.

Organización Mundial de la Salud (2019). *Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que representan y directrices para la clasificación*. Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 12 de octubre de 2023 desde: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240005662> .

Ortiz, L., Sánchez, E., Folch, J., Olvera, A., Dantán, E. (2014). Los plaguicidas en México: Aspectos generales, toxicológicos y ambientales. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos.

Orta, L. (2002). Contaminación de las aguas por plaguicidas químicos. *Fitosanidad* 6(3): 55-62.

Pacheco F., Borrero, G.P. Villalobos, M. (2017). Evaluación de la calidad bioquímica resultante de biofermentos agrícolas para uso de familias productoras orgánicas. Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica, Instituto Nacional de Aprendizaje y Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica; Editorial Red de Coordinación en Biodiversidad. p.p 52.

Páez, M.I., Varona, M., Díaz, S.M., Castro, R.A., Barbosa, E., Carbajal, N., Londoño, A. (2011). Evaluación de riesgo en humanos por plaguicidas en tomate cultivados con sistema tradicional y BPA (Buenas Prácticas Agrícolas). *Revista de Ciencias*, 15: 153-166.

Parker, C., Scott, S., y Geddes, A. (2019). Snowball sampling. SAGE Research Methods Foundations. <http://methods.sagepub.com/foundations/snowball-sampling>

Pérez, M.A., Navarro, H., Miranda, E. (2013). Residuos de plaguicidas en hortalizas: problemática y riesgos en México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 29 (Número especial sobre plaguicidas): 45-64.

Pérez, E. (2012). Plaguicidas Botánicos: una alternativa a tener en cuenta. *Fitosanidad* 16(1): 51-59.

Perilla, J.E. (2020). Afectación de colonias apícolas por la utilización del imidacloprid para el control de insectos plaga en zonas de producción agrícola. Monografía de Zootecnista. Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD.

Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales ( 21 de noviembre de 2023).

Polanco, A.G. (2017). Contaminación del agua y bioacumulación en el ser humano de plaguicidas organoclorados en el estado de Yucatán, México. *Bioma* 1(1): 1-8.

Polanco-Rodríguez, A.G., Magaña-Castro, T.V., Cetz-Luit, J., Quintanal-López, R.(2019). Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. *Centro Agrícola*, 46 (2): 72-83.

Prado-Flores, G., Díaz-Gonzales, G., Gutiérrez-Tolentino, R., Vega y León, S., Noa-Pérez M., y Chávez-García, E. (2007). Residuos de plaguicidas organoclorados en leche de cabra de Querétaro, Querétaro, México. *Veterinaria México*, 38(3): 291-301.

Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A. C. (RAPAM). ( 23 de agosto del 2023). Piden a autoridades mexicanas prohibir el insecticida clorpirifos, plaguicida altamente peligroso, prohibido en 40 países. RAPAM. recuperado el 07 de mayo del 2024. <https://www.rapam.org/2874-2/>

Ramos Aguero, David y Terry Alfonso, Elein. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2014, vol. 35, no. 4, pp. 52-59. ISSN 1819-4087.

Ramírez, J.A. y Lacasaña, M. (2001). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labor*, 4(2): 67-75.

Rojas-Cabezas, E. (2016). Prohibición y restricción en la comercialización de plaguicidas agrícolas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 40(1): 89-105.

Rodríguez-López, A., Mejía-Saucedo, R., Calderón-Hernández, J., Labrada-Martagón, V., Yáñez-Estrada, L. (2020). Alteraciones del ciclo menstrual de adolescentes expuestas no ocupacionalmente a una mezcla de plaguicidas de una zona agrícola de San Luis Potosí, México. Estudio piloto. *Rev. Int. Contam. Ambie* 36(4): 997-1010.

Rodríguez, B.A., Martínez, L.M., Peregrina, A.A., Ortiz, C.I., Cárdenas, O.G. (2019). Análisis de residuos de plaguicidas en el agua superficial de la cuenca del río Ayuquila-Armería, México. *Terra Latinoamericana* 37(2): 151-161.

Rossi, E. (2023). Atrazina. Evidencia científica para la cancelación de su uso en el sistema agroalimentario. Selección y recopilación de publicaciones científicas internacionales y nacionales (1979-2023). 1 edición 2023.

Rubio, E. (2023). Caracterización física-química y comparación de abonos orgánicos producidos a partir de estiércol por medio de la lombricultura en Concá, Arroyo Seco, Querétaro. Tesis de Licenciatura en Producción Agropecuaria Sustentable. Universidad Autónoma de Querétaro.

Sagot, P., Vides, E., Mérida-Rivas, J.A. (2007). Abejas y agricultura: cuando la diversidad es necesaria. *Ecofronteras* 25(37): 10-13.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2023). ¿Qué son las Reservas de la Biosfera? recuperado el 19 de agosto del 2024. desde [¿Qué son las Reservas de la Biosfera? | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Gobierno | gob.mx \(www.gob.mx\)](https://www.gob.mx/semarnat/que-son-las-reservas-de-la-biosfera)

Segrelles-Serrano, J.A. (2004). El problema de los cultivos transgénicos en América Latina: una nueva revolución verde. *Entorno geográfico*, (3): 93-120 <https://doi.org/10.25100/eq.v0i3.7592>

Silva, S.M. y Correa F.J. (2009). Análisis de la contaminación del suelo: Revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Semestre Económico* 12(23): 13-34.

Silveira-Gramont, M.I., Aldana, M.L., Piri, J., Valenzuela, A.I., Jasa, G., Rodríguez, G. (2018). Plaguicidas agrícolas: un marco de referencia para evaluar riesgos a la salud en comunidades rurales en el estado de Sonora, México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 34 (1): 7-21.

Stroorvogel, J., Jaramillo, R., Merino, R., Kosten, S. (2002). Plaguicidas en el medio ambiente. En Yanggen, D., Crissman, C., Espinosa, P (Ed) Los plaguicidas impactos en reproducción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. (3): 49-68.

Torres, D. y Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Ecosistemas*, 13 (3): 2-6.

Torri, S.I. (2015). Dinámica de los plaguicidas en los agroecosistemas. <https://bit.ly/3KrvZDB>

Uzcátegui, J., González, S., Zambrano, R., Pereira, A. (2013). Validación de un método analítico para determinar la enzima acetilcolinesterasa (AChE) en saliva humana de poblaciones expuestas a plaguicidas organofosforados y carbamatos. *Revista Odontológica de los Andes*, 8(2): 5-15.

Valdez, A.T., Delgado, E.F., Ramírez, J.R. (2018). Actividad adulticida y composición química del aceite esencial de hojas de Lantana camara sobre *Drosophila melanogaster*. *MASKANA* 9(1): 21-30.

Vázquez, L.L., Matienzo, Y., Veitía, M., Alfonso, J. (2008) Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. INISAV. Ciudad de La Habana. p.198.

Vega, S. (1988). Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales. Generalidades y Toxicología. Tomo 1.

Vega, 2021. Planificación estratégica para la conservación biológica en medios agrícolas en el marco internacional. Tesina de Maestría en Ecología Internacional. El Colegio de la Frontera Sur.

Viales, G. (2014). Intoxicación por Paraquat. *Medicina Legal de Costa Rica - Edición Virtual* 31 (2).

Waliszewski, S.M., Meza, M.V., Trujillo, P., Infanzón, R.M., Morales, M. (2003). Niveles de plaguicidas organoclorados persistentes en mujeres con carcinoma mamario en Veracruz. *Rev. Int. Contam. Ambient* 19(2): 59-65.

Waliszewski, S.M., Infanzón, R.M. (2003). Diferencias en concentración de plaguicidas organoclorados persistentes en suelo, paja y granos de trigo. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 19 (1): 5-11.

Yáñez-Estrada, L., Ramírez-Jiménez, M.R., Rodríguez-Agudelo, Y., Calderón-Hernández, J., Ramos-Ruiz, E. (2018). Evaluación de las alteraciones en el desempeño cognitivo de niños mexicanos expuestos a plaguicidas organofosforados. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 34 (Especial sobre Contaminación y Toxicología por Plaguicidas II): 9-23.

Yáñez, A.I. y Camarena, B.O. (2019). Salud ambiental en localidades agrícolas expuestas a plaguicidas en Sonora. *Sociedad y Ambiente* 7 (19): 55-82. DOI: 10.31840/sya.v0i19.1939.

Yengle, M., Palhua, R., Lescano, P., Villanueva, E., Chachi, E., Zaravia, R., Ambrosio, J., Clemente, J., Cornejo, J., Gutiérrez, C. (2008). Prácticas de utilización de plaguicidas en agricultores en el distrito de Huaral-Perú. *Revista Peruana de Epidemiología*, 12(1),1-6.

Zenner de Polanía, I y Peña, F. (2013). Plásticos en la agricultura beneficios y costo ambiental: una revisión. *Actualidad & Divulgación Científica.* 16(1): 139-150.

Zepeda, G. (2018). Plaguicidas neonicotinoides en México, usos, normatividad y metodologías para su evaluación ambiental. Tesis de Ingeniería Química. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química.

Zepeda-Jazo, I. (2018). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 15 (1): 99-108.



## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Instrumento utilizado para la entrevista a los productores agrícolas.

#### 1. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA

|                                       |            |                            |
|---------------------------------------|------------|----------------------------|
| 1.1 Nombre del productor:             |            | 1.2 Edad                   |
| 1.3 Localidad de origen               | 1.4 Género | 1.5 Años en la agricultura |
| 1.6 Último año de escolaridad cursado |            |                            |
| 1.7 Superficie sembrada               |            |                            |

#### 2. CONOCIMIENTO Y USO DE PLAGUICIDAS

|  | Nombre | Uso<br>Que plagas controla con estos productos |  | Cultivos |
|--|--------|--|--|----------|
| 2.1 ¿Qué plaguicidas utiliza?                    |        |  |  |          |
| Lista de lo que ha utilizado en los últimos años |        |  |  |          |
|  |        |  |  |          |
|  |        |  |  |          |
|  |        |  |  |          |

2.2. ¿Con el tiempo ha cambiado los productos que usa?

Sí ( )      No ( )      ¿Por qué?

2.3 ¿Con el tiempo ha cambiado la Cantidad/Dosis de plaguicidas que aplica?

Sí ( )      No ( )      ¿Por qué?

2.4. ¿Cómo decide cuándo realizar aplicar algún plaguicida?

---

2.5 ¿Toma en cuenta las condiciones del clima o el tiempo para la cosecha al aplicar?

Sí ( ) No ( ) ¿Por qué?

2.6 ¿Sabe interpretar las instrucciones que vienen en los botes?

Sí ( ) No ( ) ¿Por qué?

2.7 ¿Cómo decide las dosis a aplicar?

2.8 ¿En dónde adquiere los productos que utiliza?

2.9 ¿Por qué prefiere la compra de estos productos?

2.10 ¿Considera que el precio de los productos es justo?

2.9 ¿Ha recibido capacitaciones?

En caso de que sí

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| ¿Dónde?                          |  |
| ¿Hace cuánto?                    |  |
| ¿Quién impartió la capacitación? |  |

2.10 ¿Usted mismo aplica plaguicidas? Sí ( ) No ( )

2.11 ¿Qué métodos usa para mezclar y aplicar plaguicidas?

Bomba de aspersión ( ) Por goteo ( ) espolvoreo ( ) otro \_\_\_\_\_

### 3. EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS

3.1 A su parecer ¿es posible que una persona que utilice plaguicidas pueda enfermarse? Sí ( ) No ( )

3.2 ¿Sabe de alguien que se haya sentido mal por utilizar plaguicidas? Sí ( ) No ( )

3.3 ¿En alguna ocasión ha tenido accidentes (intoxicación) usted, o algunos de sus familiares o compañeros de trabajo al aplicar plaguicidas? Sí ( ) No ( )

#### 4. SÍNTOMAS REPORTADOS POR APLICADORES DURANTE O DESPUÉS DEL USO DE PESTICIDAS EN EL TRABAJO

| Síntoma               | Presencia | Síntoma        | Presencia |
|-----------------------|-----------|----------------|-----------|
| dolor de cabeza       |           | diarrea        |           |
| visión borrosa        |           | náuseas        |           |
| ardor en los ojos     |           | debilidad      |           |
| mareos                |           | vómito         |           |
| irritación en la piel |           | desorientación |           |

#### 5. EL AGRICULTOR NO ES APLICADOR

5.1 ¿Le da indicaciones de cómo llevar a cabo la aplicación? ¿Qué indicaciones da? (pregunta si ha realizado el trabajo, ofrece una demostración, indica la cantidad de producto a aplicar, recomienda protección)

5.2 ¿Ofrece equipo de protección?

Sí ( )      ¿Cuál?      No ( )

#### 6. EL AGRICULTOR ES APLICADOR

6.1 ¿Qué hace después de aplicar plaguicidas?

| Actividad  | Si | No | Observaciones |
|--|----|----|---------------|
| Se lava las manos con jabón  |    |    |               |
| Se lava las manos solo con agua                                    |    |    |               |
| No se lava las manos   |    |    |               |
| Come, bebe o fuma mientras realiza las aplicaciones de plaguicidas |    |    |               |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Lava la ropa después de las aplicaciones |  |  |  |
| Usa la misma ropa durante varios días    |  |  |  |

## 7. MANEJO DE ENVASES Y PERCEPCIÓN DE DAÑO AL AMBIENTE

| Actividad  | Respuesta |
|--|-----------|
| 7.1 ¿Dónde almacena los botes de plaguicidas antes de usarlos?   |           |
| 7.2 Cuando termina de realizar las aplicaciones ¿Lava el equipo de aspersión? ¿Dónde se lava el equipo de aplicación que se usó? |           |
| 7.3 ¿Qué hace si queda producto al finalizar la aplicación?  |           |

|   |  |
|---|--|
| 7.4 ¿Cómo maneja los envases vacíos?      |  |
| Dejarlo en la parcela                     |  |
| Guardar para otro uso                     |  |
| Tirar el envase con el resto de la basura |  |
| Enterrar el envase                        |  |
| Vender el envase                          |  |
| Quemar el envase                          |  |
| Limpiar el envase en la sequia            |  |

### Observaciones:

7.5 ¿Qué hace usted/ qué hacen otros?

7.6 ¿Usted considera que el uso de plaguicidas puede contaminar de alguna forma el ambiente? (Contaminación del suelo, Contaminación del agua, Daño a la vegetación, Pérdida de polinizadores, Ninguno, No sabe)

## 8. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA EL MANEJO DE PESTICIDAS MENCIONADO

- 8.1 ¿Qué tipo de protección usa o da a los aplicadores cuando maneja plaguicidas? (Botas de goma, sombrero, lentes, paliacate o pañuelo, camiseta de manga larga, conoce, pero no usa)
- 8.2 ¿Utiliza alguna protección para sus manos al momento de preparar la mezcla de plaguicidas?

- 8.3 ¿Por qué no se usa equipo de protección personal? ¿Burla? ¿Costo? ¿No hay donde tener el equipo? ¿No se necesita? ¿Incomodidad? ¿hace más lento el trabajo?

8.4 ¿Por qué razón empezaría a usar equipo de protección personal? ¿Qué otros lo hagan? ¿Conocimiento más preciso de daños? ¿Capacitación? ¿Subsidio? ¿Hacerlo un hábito?

## 9. ALTERNATIVAS

|  |  |
|--|--|
| 9.1 ¿Conoce otras alternativas para la nutrición y control de plagas? ¿Cuáles ha escuchado?  |  |
| 9.2 ¿Ha utilizado algunas para la fertilización y control de plagas? ¿Cuál es su opinión? ¿Los recomendaría?   |  |
| 9.3 Desde su punto de vista, ¿qué lo haría pensar que vale la pena arriesgarse y probar productos orgánicos para el control de plagas y nutrición del cultivo? |  |

**GRACIAS**

## **Anexo 2. Instrumento para entrevista a personal de CESAVEQ.**

Ofrecen capacitaciones a los productores

¿En dónde se ofrecen?

¿Hace cuánto o con qué frecuencia se ofrecen?

¿Qué temas se ofrecen?

¿Dan seguimiento a los participantes?

¿Cuál es su percepción de la participación de los productores?

### **Manejo de envases**

¿Destinan sitios específicos para la colecta de envases?

¿En dónde se encuentran?

¿Cuántos sitios destinados para este fin hay en el Valle de Conca?

¿Sistematizan lo recolectado?

De acuerdo a esta sistematización, ¿cuál es el producto que más se utiliza?

¿Han encontrado envases de productos prohibidos?      ¿Cuáles son estas sustancias?

### **Seguimiento**

¿Realizan visitas de inspección a las unidades de producción?

¿Quién las realiza?

¿Con qué frecuencia las realizan?

¿Existen multas para las personas que están aplicando alguna sustancia prohibida o que detecten que no están realizando de manera correcta las aplicaciones?.

**Abreviaturas.**

ACHE- Acetilcolinesterasa

AC - Acetil Colina

BK – Cambisol Cálculo

CT – Categoría Toxicológica

CA – Carbamatos

CFP – Consentimiento Fundamentado Previo

COFEPRIS – Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios

CESAVEQ – Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Querétaro

CNDH – Comisión Nacional de los Derechos Humanos

COP´s – Contaminantes Orgánicos Persistentes

DDD - Diclorodifenildicloroetano

DDE – Diclorodifenildicloroetileno

DDT – Diclorodifeniltricloroetano

DMFS – Método de Dispersión en Matriz en Fase Solida

DESCA – Dirección General del Programa de los Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales.

E – Redzina

FAO – Food and Agriculture Organization

GQ – Grupo Químico

HCB - Hexaclorobenceno

HG – Mercurio

IA – Ingrediente Activo

IAP – Intoxicación Aguda por Plaguicida

ICP – Intoxicación Crónica por Plaguicida

INEGI – Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía

INECC – Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Koc – Coeficiente de Partición

L - Litosol

LC – Luvisol Crómico

LGE – Ley general de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

LGS – Ley General de Salud  
LMR – Límites Máximos de Residuos  
LK – Luvisol Cálculo  
LEGEEPA – Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente  
Mm – Milímetros  
NOM – Norma Oficial Mexicana  
OC – Organoclorados  
OMG – Organismo Genéticamente Modificado  
OF - Organofosforados  
OMS – Organización Mundial de la Salud  
ONG – Organización No Gubernamental  
PS – Piretroide Sintético  
PCB's – Bifenilos Policlorados  
PAP's – Plaguicidas Altamente Peligrosos  
PAN – Pesticide Action Network  
PIDESC – Pacto Internacional de Derechos Económicos Sociales y Culturales  
POC's – Plaguicidas Organoclorados  
RBSG – Reserva de la Biosfera Sierra Gorda  
SGA – Sistema Globalmente Armonizado  
Sch – Enzima Acetil Colinesterasa  
SCT – Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
SHCP – Secretaría de Hacienda y Crédito Público  
SSA – Secretaría de Salud  
STPS – Secretaría del Trabajo y Prevención Social  
SADER – Secretaría de Desarrollo Rural  
SECOFI – Secretaría de Comercio y Fomento Industrial  
SENASICA – Servicio Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria  
SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
UAQ – Universidad Autónoma de Querétaro  
VP – Vertisol Pélico



VTC – Virus de la Tristeza de los Cítricos



**Valle agrícola de Concá, Arroyo Seco, Querétaro, 2025.**

Autor. Eduardo Luna Sánchez.