

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS SAN QUINTÍN



**Percepción de la Contaminación por Agroquímicos en
Estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín de la
Universidad Autónoma de Baja California**

POR:

ORALIA IRAÍS SÁNCHEZ SÁNCHEZ

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

SAN QUINTÍN, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. DICIEMBRE 2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS SAN QUINTÍN
 CAMPUS ENSENADA



“Percepción de la Contaminación por Agroquímicos en
 Estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín de la Universidad
 Autónoma de Baja California”
 TESIS

PARA CUBRIR LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA

PRESENTA

ORALIA IRAÍS SÁNCHEZ SÁNCHEZ
358611

A quien el Comité de Tesis autoriza el trabajo terminal, después de haber efectuado una
 revisión minuciosa del mismo y de acuerdo con el Art. 19 del R.G.E.P.E.P, las y los
 señores profesores emiten los siguientes votos aprobatorios mediante rubrica:

Salvador Ordez S.
 SALVADOR ORDAZ SILVA
 DIRECTOR

Perla Carrillo Quiroga
 PERLA CARRILLO
 QUIROGA
 CODIRECTORA

Jorge Luis Delgadillo
 JORGE LUIS DELGADILLO
 ÁNGELES
 SINODAL

Imelda Virginia López Sánchez
 IMELDA VIRGINIA LÓPEZ
 SÁNCHEZ
 SINODAL

Julio César Chacón Hernández
 JULIO CÉSAR CHACÓN
 HERNÁNDEZ
 SINODAL

“Por la Realización Plena del Ser”

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
 DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE INGENIERÍA
 Y NEGOCIOS
 SAN QUINTÍN

RESUMEN

Esta tesis lleva como objetivo estudiar la percepción que tienen los estudiantes del Programa de Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín de la Universidad Autónoma de Baja California sobre el uso de pesticidas y fertilizantes, así como de sus efectos en la contaminación ambiental y la salud humana. El estudio aborda un enfoque multidisciplinario que abarca teorías e investigaciones de las ciencias agrícolas como la agroecología, así como teorías de educación y psicología ambiental. Se utilizó un método mixto de tipo exploratorio, recolectando datos por medio de un cuestionario en línea en el cual se indaga sobre la autopercepción del nivel de conocimientos que tienen los estudiantes sobre pesticidas y fertilizantes, además se exploran sus actitudes, valores y conductas proambientales en preguntas en escala de Likert.

Palabras clave: Fertilizantes, Pesticidas, Salud humana, Contaminación

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios por guiarme y haberme permitido llegar hasta este momento de mi vida, alcanzar y culminar una etapa más en mi vida personal y formación profesional, mi carrera universitaria. Con perseverancia y paciencia pude lograr alcanzar una de mis metas.

Al Dr. Salvador Ordaz Silva, por su incondicional apoyo y confianza en este trabajo, un sincero agradecimiento por seguir animando a más estudiantes a superarse en esta retadora pero satisfactoria etapa de la vida y compartir sus conocimientos con gran entusiasmo.

A la Dra. Perla Carrillo Quiroga, Codirectora de tesis, un sincero agradecimiento a uno de los colaboradores en el logro de este trabajo, agradezco su gran apoyo y aporte de conocimientos, así como la revisión de ésta, y estar al pendiente de los avances que se fueron logrando con su ayuda.

Al M.B.C. Jorge Luis Delgadillo Ángeles, un sincero agradecimiento por su apoyo en este trabajo de investigación y por ser un muy buen guía en el camino de mi formación universitaria en esta Institución.

Al Dr. Julio César Chacón Hernández, por su valiosa ayuda en cuanto al análisis estadístico e interpretación de los resultados obtenidos en la misma. Mi más sincero agradecimiento.

A la M.P.A. Imelda Virginia López Sánchez por ser parte importante de este trabajo y de mi formación académica en esta Institución.

A mis amigos y compañeros de trabajo, quienes me apoyaron durante esta etapa y me brindaron con mucha amabilidad las herramientas necesarias para llevar a cabo esta investigación.

Por último, quiero agradecer a la Universidad que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener una formación académica.

DEDICATORIA

A Dios, nada de esto pudo haber sido posible sin su ayuda y sabiduría, que esto pueda ser agradable ante Él, pues todas las cosas han sido por Él y para Él.

A mis papás, Saturnino Sanchez Ortiz y Margarita Sanchez Perez, por ser mi impulso, y mi ejemplo para seguir esforzándome en mi carrera profesional.

A mis hermanos, Yahir y Xóchitl por su apoyo incondicional.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIAS	vii
ÍNDICE DEL CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	1
Justificación	2
HIPÓTESIS	2
CAPÍTULO II	3
MARCO TEÓRICO	3
1. Antecedentes de la agricultura moderna	3
2. Tipos de agroquímicos	5
Descripción de los plaguicidas	5
Bromuro de metilo	5
Glifosato	6
Metamidofos	6
Clorpirifos	7
Lannate	7
Paration metilico	8
Endosulfán	8
Paraquat	9
Diazinon	9
Dimetoato	9
Fentión	10
Monocrotofos	10
Fosfina , Fosfuro de aluminio	10
Tipos de fertilizantes	11
Nitrato de amonio	11
Urea	12

Fosfato mono amónico	12
Cloruro de potasio	13
Nitrato de potasio	14
Sulfato de potasio	14
Nitrato de calcio	14
Nitrato de magnesio	15
Sulfato de magnesio	15
La contaminación por agroquímicos	15
La contaminación por agroquímicos del agua, suelo y sus efectos nocivos en la biodiversidad.	16
Los efectos nocivos de los agroquímicos en la salud humana	17
Regulación del uso de agroquímicos	18
La psicología ambiental y el uso de agroquímicos	19
CAPÍTULO III	21
METODOLOGÍA	21
CAPÍTULO IV	24
RESULTADOS	24
CAPÍTULO V	42
CONCLUSIONES	42
CAPÍTULO VI	44
BIBLIOGRAFÍA	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Páginas
1	Persistencia de clorpirifos en el suelo y los vegetales.	7
2	Matriz de variables	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Páginas
1	Edad de los estudiantes encuestados	24
2	Género de los participantes en la encuesta	25
3	¿Qué opinas sobre la contaminación por agroquímicos?	26
4	<i>Opiniones sobre la preocupación por el medio ambiente</i>	27
5	<i>¿Qué tanto consideras que los agroquímicos afectan la salud humana?</i>	28
6	<i>¿Qué tan preocupada crees que se encuentra tu comunidad por la contaminación ambiental causada por agroquímicos?</i>	29
7	<i>¿Actualmente realizas acciones para cuidar el medio ambiente?</i>	30
8	<i>¿En dónde realizas acciones para cuidar el medio ambiente?</i>	31
9	<i>¿Conoces los efectos perjudiciales al medio ambiente y la salud humana pero consideras que los plaguicidas son un recurso necesario en el control de plagas?</i>	32
10	<i>¿Conoces los efectos perjudiciales al medio ambiente y la salud humana pero consideras que los fertilizantes son un recurso necesario en la agricultura?</i>	33

11	<i>¿Conoces el control biológico como alternativa sustentable al uso de agroquímicos?</i>	34
12	<i>¿Conoces plaguicidas botánicos que podrían ser una alternativa sustentable al uso de plaguicidas</i>	35
13	<i>¿Conoces organismos benéficos que podrían ser una alternativa sustentable al uso de plaguicidas?</i>	36
14	<i>¿Conoces alternativas sustentables al uso de fertilizantes químicos?</i>	37
15	<i>Opiniones de los participantes sobre sus aprendizajes en el entorno educativo del uso de agroquímicos y sus efectos en el medio ambiente y la salud</i>	38
16	<i>Opiniones de los participantes sobre su percepción de la contaminación de agroquímicos.</i>	39
17	<i>Percepción personal y social de los participantes</i>	40

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el sector primario ha ido creciendo en superficie, por lo que, en la agricultura, el uso de agroquímicos se ha incrementado de igual manera, dando uso de estos recursos de manera ineficiente, lo cual no solo impacta al medio ambiente, sino también a la salud humana; Al paso del tiempo, este tipo de recursos en la agricultura ha tomado un gran auge por la eficacia de estos sobre los cultivos, no obstante un mal uso de estos productos ocasionan la pérdida de efectividad, por lo que genera una mayor contaminación al medio ambiente.

OBJETIVO

Conocer y analizar la percepción de los estudiantes de quinto, sexto y séptimo semestre del Programa Educativo de Ingeniero Agrónomo sobre el efecto del uso de agroquímicos, el impacto que generan al medio ambiente, a la humanidad y el conocimiento que los estudiantes poseen sobre esta problemática ambiental.

JUSTIFICACIÓN

Los pesticidas utilizados en la agricultura para mejorar el rendimiento de los cultivos y para el manejo integrado de plagas incrementan los costos de producción de los mismos, además de que muchos de ellos son demasiado persistentes en el medio ambiente y dañinos a seres vivos no blanco y al hombre mismo, aunado al desarrollo de resistencia de los organismos dañinos por el uso excesivo e inadecuado de éstos. Por tal motivo, es de suma importancia realizar estudios de este tipo para saber los puntos de vista y opiniones de personas dedicadas al campo, en este caso, de futuros ingenieros agrónomos del Programa Educativo de Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín de la Universidad Autónoma de Baja California sobre su percepción de la contaminación por agroquímicos.

HIPÓTESIS

La mayoría de los estudiantes perciben que el uso de agroquímicos genera una problemática ambiental bastante grave, por el uso ineficiente de estos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1. Antecedentes de la agricultura moderna

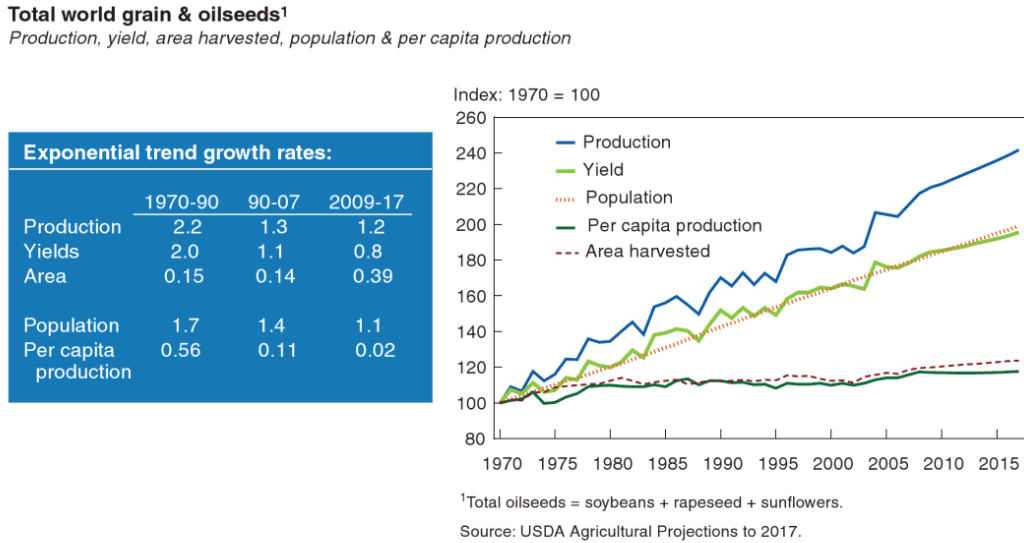
El periodo moderno agrícola que inicia en la década de 1950, se caracteriza por un cambio mundial hacia unidades de monocultivo masivas, con un rendimiento incrementado dramáticamente, a partir del uso de grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas químicos. Hasta la década de 1950 la agricultura se realizaba principalmente en pequeñas granjas utilizando fertilizantes orgánicos (Novotny, 1999). El periodo contemporáneo agrícola que inicia entre 1945 y 1950, se caracteriza por un cambio mundial hacia unidades de monocultivo masivas, con un rendimiento incrementado dramáticamente, a partir del uso de grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas químicos (Novotny, 1999). Este aumento en el rendimiento de los cultivos también fue logrado gracias al desarrollo de las ciencias agrícolas, así como la transición del trabajo manual hacia tractores de gasolina y herramientas eléctricas (Balkrishna et al., 2022). El modelo contemporáneo agrícola ha tenido como consecuencia la contaminación del agua, la tierra y el aire, la degradación de recursos naturales y la pérdida de biodiversidad (Karami y Marzieh, 2010).

La alta productividad de la agricultura convencional es evidente en el hecho de que al principio del siglo XX, un solo agricultor podía alimentar a 6 personas y para 1980, el número había incrementado a 60 (Johnson y Martin, 1995). De acuerdo al Departamento de Agricultura de Estados Unidos (*United States Department of Agriculture, USDA*) el número de personas en el planeta aumenta 75 millones (1.1%) por año y este crecimiento aumenta la demanda global de productos del sector agrícola (Trostle, 2008). Aunque la demanda crece constantemente, las tierras de cultivo alrededor del mundo son limitadas, por esto, se tiende

a sobre-utilizar los fertilizantes y pesticidas como medidas para asegurar la producción y el suministro de alimentos (Zhang, 2020).

De acuerdo al Departamento de Agricultura de Estados Unidos (*United States Department of Agriculture, USDA*) existe un crecimiento exponencial de la producción agrícola mundial, así como del rendimiento, las áreas de cultivo, la población y la producción per cápita¹. El número de personas en el planeta aumenta 75 millones (1.1%) por año, lo que ocasiona un crecimiento en la demanda global de productos agrícolas. La estrategia más común para aumentar el rendimiento de los cultivos es el uso masivo de agroquímicos, como fertilizantes y pesticidas.

Figura 1. Oferta y Demanda Global de Agricultura: Factores que contribuyen al aumento reciente de precios de productos alimentarios (Trostle, 2008, p.6). Fuente: Economic Research Service/USDA



7
Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices/ WRS-0801
 Economic Research Service/USDA

¹ Ver Figura 1.

El crecimiento demográfico, la urbanización y el crecimiento en los ingresos de la población en países desarrollados están ocasionando un crecimiento masivo en la demanda de alimentos (Karami y Marzieh, 2010).

Römer et al. (2019) escriben que la protección de cultivos es un tema debatido tanto en el sector agrícola como en el discurso público. Las medidas para la protección de cultivos aseguran el rendimiento de la tierra, al prevenir y contraatacar las plagas, enfermedades y hierbas; los métodos químicos utilizan agentes sintéticos que se aplican directamente a los cultivos.

2. Tipos de agroquímicos

Descripción de los Plaguicidas

Los plaguicidas son sustancias químicas que, al ser aplicadas inician un proceso de degradación y/o descomposición, cuya duración en el tiempo es considerablemente inestable. La creciente demanda de alimentos ha obligado a los productores a mantener la calidad de sus ganados y cultivos de la forma más eficiente posible; Por lo tanto, esto inclina a la utilización de plaguicidas. (Codex Alimentarius)

1. Bromuro de Metilo

El bromuro de metilo es un plaguicida altamente tóxico y de amplio espectro que, por mucho tiempo, se constituyó en un insumo vital para la agricultura nacional. (González, 2006). Se ha comprobado que el efecto del Bromuro de metilo sobre la capa de ozono es 20 veces más perjudicial que el de los gases CFC. Se ha comprobado que el Bromuro de metilo que llega de la atmósfera procede de fuentes naturales y artificiales. La principal fuente

natural es el océano, contribuyendo con un 70-80% del Bromuro de metilo que llega al aire. Entre las fuentes artificiales destacan el uso agrícola de este agroquímico (fumigación de suelos) y se considera que el 30-60% de lo aplicado se escapa a la atmósfera. El otro 40% destacan la quema de biomasa y los gases procedentes de la gasolina con plomo. Rodríguez (2019) determinaron la presencia de metamidofos en suelos agrícolas de la Irrigación Majes y Valle Chilina de Arequipa por el método de espectrofotometría UV/VIS.

2. Glifosato

El Glifosato es un compuesto químico utilizado comúnmente como herbicida no selectivo de amplio espectro con el fin de combatir malezas y/o plantas no deseadas. Está compuesto por sales como isopropilamina, potasio, sal de amonio y sustancias que generan efectos negativos en la población expuesta, tales como agente surfactante, anti espumante, biocidas e inorgánicos. Ramírez-Muñoz (2021) menciona que “El glifosato fue clasificado como grado IV de toxicidad aguda, referida a efectos inmediatos a la intoxicación. Esta falsa sensación de inocuidad ha promovido tanto su fácil acceso como su manipulación”.

3. Metamidofos

El metamidofos es un pesticida organofosforado, con una alta solubilidad en agua, tiene la capacidad de acumularse muchas veces por lo que llega a superar la capacidad de depuración del suelo. Debido a su característica de solubilidad alta representa una amenaza potencial para los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como para la salud humana.

Es considerado altamente peligroso por la OMS, por lo que debe llevar señales de peligro – Tóxico en las etiquetas de todas sus presentaciones comerciales. Los insecticidas ubicados en esta clasificación son de uso restringido. (Al-Ekabi et al. 1989).

4. Clorpirifós

El clorpirifos es un plaguicida organofosforado y organoclorado, que desde el 1965 ha sido usado ampliamente para el control de insectos, tanto en la agricultura como en el ámbito doméstico. Es muy poco soluble en agua y muy soluble en solventes orgánicos (Van Rjin et al. 1995; EXTTOXNET, 2004). Se ha documentado que bajo circunstancias especiales en aplicaciones para termitas el clorpirifos puede persistir en el suelo hasta más de 1500 días (Smegal, 2000). Este producto fue registrado por primera vez en los Estados Unidos de América en 1965. En los últimos años, en el mercado mundial se han usado alrededor de 800 productos registrados cuya formulación lleva clorpirifos. (Morales-Rodríguez, 2014). En base a la bibliografía revisada, en la Tabla 1 se muestra los días de persistencia de clorpirifos en el suelo y los vegetales, de los cuales, la mayor preocupación es la persistencia de este agroquímico en las superficies vegetales, cuando estos llegan a la mesa del consumidor.

Cuadro 1. Persistencia de clorpirifos en el suelo y los vegetales

Referencia	Persistencia en suelo	Persistencia en los vegetales
Extensión Toxicology Network, 1996	60 y los 120 días, rango 2 semanas-años	10-14 días, sobre la superficie
National Pesticide telecommunications Network, 1999	30 días	3.4 días
Royal Society of Chemistry, 1987	80-100 días	-
ITGME, 1992 (para organofosforados)	0.9-60 días	-
Márquez G Sara, 2001	63 días	63 días

5. Lannate (Metomilo)

El Lannate es un insecticida y acaricida por vía sistémica, ingestión y contacto, buen efecto de choque y poco residual, interfiere la transmisión de los impulsos nerviosos por la inhibición de la colinesterasa. Se descompone fácilmente en suelos húmedos (Valencia et al.

2012). Según Bonatti et al. (1994), al realizar estudios sobre los efectos del metomilo, detectaron que este puede provocar daños en el ADN del tipo oxidativo, por lo que el riesgo genético potencial debe considerarse como un problema real y grave que debe manejarse con precaución.

6. Paratión metílico

De acuerdo con la organización mundial de la salud (OMS), se trata de un insecticida extremadamente tóxico y está considerado dentro de los plaguicidas que ha causado más intoxicaciones y muertes en América Latina, razón por la cual muchos países han prohibido o restringido severamente su uso. Además, el paratión metílico es considerado, disruptor endocrino ya que afecta al sistema inmunológico y causa muchos efectos secundarios, aún no del todo conocidos (Bejerano, 2001).

7. Endosulfán

El Endosulfán es un compuesto organoclorado del grupo de los ciclodienos de fórmula que ha sido clasificado por la OMS como moderadamente peligroso, es una sustancia cristalina formada por estereoisómeros a y b en relación 7: 3 (Betancour-Ocampo-Rios, 2015).

El endosulfán se aplica para el control de áfidos, escarabajos, orugas, ácaros, barrenadores, chinches, polillas, moscas y otros insectos en cultivos como café, algodón, cereales, legumbres y frutales. Al fuerte impacto ambiental que este plaguicida ha dejado a su paso en etapas anteriores, se suma al hecho de que algunos agricultores lo siguen usando a pesar de las restricciones gubernamentales, lo que constituye una amenaza a la seguridad alimentaria. (Betancour et al. 2015).

8. Paraquat

El paraquat es un compuesto químico tóxico utilizado ampliamente como herbicida y desecante principalmente para el control de arvenses, es sólido incoloro a amarillo, inodoro (Departamento de Salud de New Jersey, 1999). El principio activo del Paraquat es un sólido cristalino blanco no volátil, que se funde y se descompone a 300°C, se caracteriza por ser muy soluble en agua y casi insoluble en solventes orgánicos (Centro de Información del Paraquat, 2007). Uno de los efectos secundarios de este herbicida en el suelo es su persistencia, ya que estudios realizados han dado a conocer que la capacidad del suelo para inactivar el paraquat es menor que la capacidad de intercambio catiónico para desadsorber el paraquat en el suelo (Damanakis, 1970).

9. Diazinón

El Diazinón es el nombre común de uno de los plaguicidas organofosforados, cuyo uso está enfocado en controlar plagas del suelo, plantas ornamentales y en la producción de frutas y hortalizas. Este fertilizante puede entrar al ambiente como consecuencia de su uso agrícola y doméstico, después de aplicarse, este se puede detectar en el suelo, aguas de superficie y en la superficie de las plantas. A pesar de que este producto fue usado como ingrediente activo en productos para controlar insectos en el hogar y/o jardín, la venta de estos productos disminuyeron. El Diazinon es uno de los plaguicidas más persistentes ya que su vida media en el suelo es de 90 días (Alpuche, 1990).

10. Dimetoato

En la agricultura, el dimetoato se utiliza tanto como insecticida durante la precosecha como en la post cosecha de los cultivos. Este plaguicida puede llegar a ser muy tóxico para las aves hasta el punto de ocasionar su muerte. Este tipo de plaguicida organofosforado puede

ingresar al organismo por inhalación de vapores, vapores o polvos, por absorción gastrointestinal y aún por penetración a través de la piel y de las mucosas expuestas. La absorción por la piel es un poco mayor a temperaturas más altas. (Dreisback & Robertson 1988).

11. Fentión

Es muy soluble en aceites glicéricos y tolueno; es soluble en metanol, etanol, éter, acetona, n-hexano y muchos disolventes orgánicos (especialmente los clorados) y ligeramente soluble en éter de petróleo y disolventes alifáticos. Su presión de vapor es de 4 mPa a 20 °C y de 10 mPa a 30 °C. Su constante de la ley de Henry es de 1.46×10^{-6} atm-cm³/mol (valor estimado). Esta sustancia se descompone al calentarse, produciendo gases tóxicos que incluyen a los óxidos de fósforo y óxidos de azufre (IRET, 2023).

12. Monocrotofós

El monocrotofós es un insecticida que tiene una actividad sobresaliente para el control de gusanos y picudos, su ingrediente activo penetra el tejido del insecto rápidamente provocando su muerte; sin embargo el monocrotofós puede afectar al ser humano, al inhalarlo ya que este ingresa rápidamente al organismo al pasar por la piel, la exposición al monocrotofós puede causar muerte por envenenamiento organofosfórico rápido severo, con dolor de cabeza, mareos, visión borrosa, pecho cerrado, sudor, náuseas y vómitos, diarrea, rigidez de los músculos, convulsiones, coma y muerte (Sifatec, 2023).

13. Fosfina, fosforo de aluminio

Es uno de los agroquímicos más antiguos en el mercado y de uso más generalizado. Es un gas por encima de -87.4% , ligeramente más denso que el aire (1.18 veces más) donde se inflama espontáneamente cuando su concentración se encuentra en el rango de 26,1-27,1 mg/L. Este es un fumigante con características similares a las del Bromuro de metilo, tanto biocidas como fisicoquímicas de baja persistencia en el ambiente (Telle et al. 1985). No obstante, el fosfuro de aluminio es severamente tóxico para humanos y animales, debido a que, con exposición a la humedad, se libera gas fosfina (PH_3), mismo que es absorbido rápidamente por inhalación, contacto o ingestión (Moghadamnia, 2012). Esta problemática se agrava cuando el grano es almacenado en cuartos que también sirven de dormitorio a las personas, puesto que el tiempo de exposición al fumigante es prolongado. Aunado a esto, el uso del producto presenta limitantes, como el largo periodo de exposición requerido para garantizar su efecto y la resistencia desarrollada por los insectos o plagas objetivo (Chaudhry, 1997).

Fertilizantes

1. Nitrato de amonio

El nitrato de amonio o también denominada sal amoniacal del ácido nítrico es un compuesto iónico formado por el catión amonio NH_4^+ y el anión nitrato NO_3^- . Este fertilizante es uno de los más utilizados en el sector agrícola ya que posee propiedades características como su alta solubilidad en agua, lo que permite que sea más adecuado para la preparación de soluciones nutritivas para fertirrigación o aspersiones foliares; Sin embargo, este fertilizante es un agente de oxidación que puede reaccionar y provocar explosiones violentas en presencia de materia orgánica o de ciertos metales. El nitrógeno es uno de los principales contaminantes de las aguas subterráneas. Las plantas son capaces de

aprovechar un 50% del nitrógeno aportado en el abonado, esto supone que el exceso de nitrógeno se pierde, generalmente ocurre un lavado del suelo por el agua que se filtra al subsuelo, siendo arrastrado hacia los acuíferos, ríos y embalses, llegando a contaminar las aguas destinadas al consumo humano.

2. Urea

La urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ es un fertilizante químico que se puede clasificar de origen orgánico ya que su estructura química corresponde a una carbamida, contiene un 46% de N en forma amónica. Se fabrica a partir del amonio y anhídrido carbónico bajo alta presión y temperatura. La Urea no puede ser aprovechada por las plantas ya que necesita ser transformada en el suelo; una vez disuelta e incorporada al suelo, después del riego, sufre una primera transformación por efecto de una enzima que está presente, llamada Ureasa, esta transforma la urea a carbonato de amonio. Uno de los más grandes inconvenientes de la urea es el uso continuo en suelos neutros y ácidos donde, puede producir una disminución de pH, es decir, un aumento de la acidez producto de la liberación de iones hidrogeno durante la nitrificación del amonio. Esta acidificación representa, por una parte, pérdida de bases del suelo (Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio), y aumento en la disponibilidad de Aluminio y Manganeso, que pueden tener efectos tóxicos en las plantas y por ende la disminución del rendimiento (INTAGRI, 2020). Esta desventaja en la utilización de la Urea genera suelos más desgastados por la utilización excesiva de ellos y por lo tanto mayores pérdidas de nutrientes que las plantas puedan aprovechar para su crecimiento y desarrollo.

3. Fosfato mono amónico

Tiene una presentación granular y un análisis de 18-46-0. La formulación 12-61-0 corresponde al producto más puro, se presenta en forma cristalina y se utiliza principalmente en fertirrigación (Fuentes, 1989). El fosfato mono amónico puro (12.7% de N y 61.7% de P_2O_5), es poco higroscópico y muy estable, y se utiliza como producto intermedio en la fabricación de fertilizantes ternarios y complejos granulados, junto con urea, cloruro de potasio y amoniaco adicional, para conseguir distintas formulaciones. (Navarro y Navarro, 2014). Uno de los efectos del uso excesivo de estos fertilizantes, es la generación de contaminación del agua fundamentalmente mediante el aporte de nitrógeno (en forma de sales de nitrato y amonio) y fósforo (como fosfato), causando la eutrofización en los sistemas acuáticos (Moreno et al, 2010).

4. Fosfato monopotásico

Es un fertilizante compuesto, pues contiene fósforo y potasio en un análisis 0-52-35. Su fórmula química es KH_2PO_4 ; es completamente soluble en agua y su mayor consumo es en fertirrigación, como es el caso del nitrato de potasio, discutido en fertilizantes nitrogenados. (Salgado y Núñez, 2010).

5. Cloruro de potasio

El KCl es el fertilizante potásico más extensamente utilizado debido a su bajo costo relativo y que incluye más cantidad de K que otras fuentes. El KCl se disuelve rápidamente en la humedad del suelo. El K^+ será retenido en los sitios de intercambio con carga negativa de las arcillas y la materia orgánica del suelo. Este fertilizante es principalmente utilizado como una fuente de K para la nutrición vegetal. Sin embargo, hay regiones donde las plantas responden favorablemente a la aplicación de Cl^- . La elevada concentración de sales en la

proximidad del fertilizante a disolverse puede ser el factor negativo más importante a considerar (IPNI, 2013).

6. Nitrato de potasio

El nitrato de potasio, o también conocido como sal nitro, es uno de los productos químicos más conocidos desde la antigüedad (Navarro y Navarro, 2014). El Nitrato de potasio es de las fuentes de más alta y eficiente asimilación de N y K existentes, se transporta rápidamente por la acción del nitrógeno Nítrico, induciendo la formación de estructuras y transporte de carbohidratos (Barker, 2007).

7. Sulfato de potasio

Se obtiene a partir de las sales potásicas que contienen cloruros de potasio y magnesio. Primero se les depura y luego se les trata químicamente con cloruro de potasio puro, o bien partiendo del cloruro de potasio, el cual se trata con ácido sulfúrico (H_2SO_4). La concentración es de 50% de K_2O y 18% de azufre. Es soluble en agua y menos higroscópico que el KCl , su presentación es en cristales, no presenta problemas de toxicidad iónica y aporta azufre al suelo (Elgestad, 1985). Uno de los efectos negativos de la utilización de fertilizantes potásicos, como el sulfato de potasio es la salinización de los suelos producido por la impureza de estos fertilizantes, principalmente los cloruros, un exceso de estas sales en el suelo ocasionan una compactación severa y bajo contenido de materia orgánica.

8. Nitrato de calcio

Es el único fertilizante que aporta calcio soluble en cualquier pH. Otras fuentes lo tienen como óxido, soluble en suelos ácidos, insolubles en neutros y alcalinos. La presencia

de calcio mejora la absorción de nitrato, especialmente en condiciones de exceso de humedad y temperaturas bajas. Como el calcio es un elemento poco móvil en la planta, debe ser aplicado de forma continua a lo largo del ciclo del cultivo para mantener unos niveles adecuados en los tejidos de las plantas asegurando un desarrollo adecuado (Navarro y Navarro, 2014)

9. Nitrato de magnesio

La contaminación por nitrato de magnesio no ha sido tan perjudicial a comparación de otros fertilizantes, sin embargo, se debe evitar que se apliquen grandes cantidades. Las fuentes fosfatadas son las que más problemas causan, así no se debe mezclar el fosfato de amonio con el nitrato de calcio ni con el nitrato de magnesio (INTA, 2003).

10. Sulfato de magnesio

Su fórmula química $MgSO_4$, tiene la ventaja de aportar S (13%) y además Mg (16%). Es un material que presenta una solubilidad de 70g/100 mL que puede ser utilizado para obtener respuestas rápidas en caso de deficiencias severas de magnesio. La aplicación de sulfato de Magnesio promueve la síntesis de clorofila y mejora la eficiencia de utilización del nitrógeno. Contribuyendo de esta manera a estimular un adecuado crecimiento, desarrollo y producción de cultivos. (Mendoza, 2020).

La contaminación por agroquímicos

El uso masivo de agroquímicos causa degradación ambiental, aumentan la erosión y la acumulación de residuos en el suelo, causan toxicidad crónica para la flora y fauna, destrucción de insectos, contaminación en el agua (causan eutrofización o aguas verdes). Además, se han observado efectos dañinos en organismos vivos (humanos, ratones, ratas,

conejos, perros, focas, aves, peces, reptiles, mamíferos, insectos polinizadores, abejas, lombrices de tierra, entre otros).

La contaminación por agroquímicos del agua, suelo y sus efectos nocivos en la biodiversidad

La estrategia más común para aumentar el rendimiento de los cultivos es el uso de agroquímicos, como fertilizantes y pesticidas. Sin embargo, son sustancias que provocan efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente. De acuerdo a Amundson et al. (2015) las prácticas agrícolas modernas aceleran en gran medida la erosión del suelo, afectando su fertilidad; además alteran el balance de carbono, lo que acelera la acumulación de gases de efecto invernadero, exacerbando el cambio climático. El uso desmedido de agroquímicos lleva a la degradación ambiental, afectando la salud y la productividad del suelo a largo plazo, un problema que se ha convertido en un reto para la seguridad alimentaria a escala global (Mandal et al., 2020).

La contaminación difusa del agua proveniente de la agricultura es un problema ambiental global, causa eutrofización además de problemas para la salud humana, aumento de los costos de tratamiento del agua y reducción del potencial recreativo de los cuerpos de agua (Okumah et al. 2018). La contaminación difusa del agua, también denominada eutrofización, se produce cuando grandes cantidades de fertilizantes se filtran a los mantos acuíferos y cuerpos de agua como lagos, lagunas, ríos y presas. La alta concentración de nutrientes ocasiona el crecimiento excesivo de algas, lo que genera problemas para los ecosistemas, la salud humana, así como el aumento de costos en el tratamiento del agua. Mandal et al (2020) mencionan que los pesticidas con mayor toxicidad y persistencia acumulativa (vida media) en el suelo son los organoclorados, debido a que contienen cinco

átomos de cloro en cada molécula, lo que causa que el proceso de degradación sea muy lento, permaneciendo en el suelo meses o hasta años. La alta duración de los organoclorados los convierte en un riesgo de toxicidad crónica para la flora y la fauna (Mandal et al. 2020). Los pesticidas son un grupo de químicos utilizados para la destrucción de insectos, hierbas, hongos y bacterias, abarcan distintos tipos, como insecticidas, bactericidas, herbicidas o rodenticidas (Jayaraj, 2016). Este mismo autor menciona que la mayoría de estos químicos están diseñados para dañar las funciones fisiológicas de los organismos meta y constituyen una fuente significativa de contaminantes en el aire, agua y suelo.

Los efectos nocivos de los agroquímicos en la salud humana

Los agroquímicos aumentan el riesgo de contaminación de alimentos por metales pesados (Mandal et al, 2020), presentan efectos neurotóxicos, afectan el sistema nervioso central y periférico del ser humano, causando enfermedades como de Parkinson (Asghar, Malik y Javed, 2016). Además, muchos pesticidas son carcinogénicos, como el glifosato, sulfalato, organoclorados, lindano y clordano (Dich et al, 1997). De acuerdo a Asghar et al. (2016), los insecticidas organofosforados como el clorpirifos son causa de más de 5,000 casos de envenenamiento al año en Estados Unidos; los pacientes analizados muestran síntomas como alteración de velocidad en la conducción nerviosa, temblores en brazos y manos, sensibilidad vibrotáctil, modificaciones en la visión y el sentido del olfato, afectación en habilidades neuro-conductuales, memoria, estados emocionales, fatiga y pérdida de fuerza muscular. La intoxicación por paratión en personas, presenta síntomas como dolor abdominal, fatiga, alteración en la forma de caminar, entumecimiento, debilidad y dolor en las extremidades. La exposición a pesticidas durante el embarazo puede causar pérdida de peso en el feto, anomalías congénitas, incrementan el riesgo de cáncer durante la gestación,

causando alteración epigenética en la expresión de genes, además de disrupción en el sistema endocrino (Asghar et al. 2016). Existe evidencia del aumento de incidencia de cáncer en hogares donde se aplican pesticidas, específicamente leucemia, tiroides, tumores cerebrales entre otros tipos. De acuerdo a estudios epidemiológicos, muchos pesticidas son carcinogénicos, como el sulfalato, los organoclorados y sulfatos, mientras otros plaguicidas como el lindano y el clordano han sido identificados como causantes de tumores (Dich et al, 1997). La Agencia Internacional Para la Investigación del Cáncer (*International Agency for Research on Cancer, IARC*) de la Organización Mundial Para la Salud clasificaron el glifosato como probable carcinogénico para los humanos (Römer et al., 2019).

Regulación del uso de agroquímicos

Para prevenir los riesgos a la salud pública, el uso de plaguicidas está reglamentado en la Norma Oficial Mexicana NOM-082-SAG-FITO/SSA1-2017, publicada en el Diario Oficial de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación en octubre 2017; en donde se establecen los límites máximos de residuos (LMR), es decir “el nivel al cual los residuos de plaguicidas en alimentos, derivados de una aplicación de éstos para el control de plagas, no representan un riesgo para la salud humana” (2017, p.2). La Norma comprende el análisis de riesgo dietario (3.2), el de riesgos refinado (3.3), lineamientos que establecen Buenas Prácticas de Laboratorio (3.4), factor de incertidumbre (3.7), ingesta diaria admisible o IDA (3.8) entre otros.

“El crecimiento acelerado de la actividad industrial en muchos países, el mal manejo de muchas sustancias químicas y la disposición inadecuada de residuos tóxicos, ha incrementado la exposición de la población y los ecosistemas naturales a sustancias potencialmente tóxicas. En 2015 se calculaba que alrededor del mundo 5 millones de personas se encontraban en riesgo por exposición

al mercurio, 26 millones por exposición al plomo y 7 millones por su contacto cotidiano con pesticidas (Pure Earth & Green Cross, 2015)” (SEMARNAT, 2019).

De acuerdo al mismo informe, las empresas que realizan actividades con sustancias consideradas peligrosas, deben realizar un estudio de riesgo ambiental, con el objetivo de identificar y evaluar los riesgos de sus actividades para poder prevenirse o mitigarse (SEMARNAT, 2019). Esta instancia identificó que durante los años 2007 a 2017, el sector que más estudios de riesgo ambiental (ERA) presentaron fueron aquellas que “comercializan amoniaco anhidro (NH₃) como fertilizante; a las industrias formuladoras de agroquímicos, pesticidas, insecticidas y fertilizantes”.

La psicología ambiental y el uso de agroquímicos

Existen factores que influyen la toma de decisiones de los agricultores, por ejemplo: las actitudes hacia prácticas de conservación ambiental (sistemas de producción orgánica, métodos de control biológico, etc.), la percepción de la relación costo-beneficio de alternativas sustentables y los conocimientos que tienen sobre las mismas; por último la disponibilidad de recursos humanos, tecnológicos y económicos para implementarlas. Estos elementos forman “creencias” que se ven fortalecidas o debilitadas de acuerdo a las normas sociales del contexto de cada individuo.

Además, se identifican las siguientes barreras en la reducción del uso de agroquímicos:

1. Falta de alternativas no-químicas.
2. Falta de conocimientos sobre los pesticidas y sus alternativas.
3. Información no fidedigna de las compañías que comercializan agroquímicos.
4. Falta de servicios de consultoría sobre el buen uso de pesticidas.
5. Una creencia dominante: **reducir los pesticidas causa la disminución de cosechas.**

Los productores priorizan el rendimiento sobre el margen de ganancia (Chèz et al. 2020). Römer et al. (2019) llevaron a cabo un experimento con estudiantes de agricultura para comparar las actitudes de los estudiantes sobre métodos de control de plagas; el estudio abarcó actitudes implícitas, las cuales ocurren de forma subconsciente, incontrolable y están libres de sesgos por deseabilidad social; y actitudes explícitas, que son las actitudes conscientes. Los resultados revelan que los estudiantes de métodos agrícolas tradicionales son menos propensos a comprar productos orgánicos, mientras que los estudiantes de sistemas orgánicos son más propensos a comprar productos orgánicos con mayor frecuencia (Römer et al., 2019). Además, los estudiantes de agricultura convencional tuvieron más actitudes positivas explícitas hacia los métodos químicos, comparados con los estudiantes de agricultura orgánica, quienes tuvieron más actitudes negativas explícitas (Römer et al., 2019). Sin embargo, ambos tipos de estudiantes tuvieron actitudes implícitas (subconscientes) similares y neutrales respecto a los agroquímicos y a los métodos mecánicos de control de plagas (Römer et al., 2019). Ambas categorías de estudiantes tuvieron más actitudes explícitas positivas hacia los métodos mecánicos de control de plagas, por encima de los métodos químicos y los cultivos genéticamente modificados (Römer et al., 2019). Aunque los efectos negativos de los agroquímicos son conocidos desde hace décadas, los gobiernos no han logrado implementar mejores sistemas para la producción agrícola y se han enfocado en programas para voluntarios, programas de comunicación persuasiva como campañas y asistencia técnica para motivar a los productores a utilizar estrategias más sustentables; para diseñar medidas efectivas de agricultura sustentable, es necesario conocer la percepción y las actitudes de los productores (Perez, 2011).

Un aspecto importante de la psicología del uso de agroquímicos es el efecto conocido como primera y tercera persona. El efecto de primera persona indica que los individuos perciben que los mensajes altamente deseables (como la conservación del medio ambiente) los afecta más a ellos mismos que a otras personas (Lin, 2013). Lo contrario sucede con mensajes poco deseables, por ejemplo, acerca de temas como violencia, contaminación, acoso o bullying, etc. En estos casos, cuando el mensaje es poco deseable, las personas creen que ellos mismos no son afectados o influenciados, pero que otras personas sí. Gunther (1991) escribe que la hipótesis del efecto conocido como tercera persona sugiere que las personas sistemáticamente sobre estiman los efectos de los mensajes mediáticos en otras personas, cuando los mensajes son poco deseables. Esto se relaciona a la percepción social que tienen los productores agrícolas sobre la contaminación, y la forma en que consideran que ellos mismos están preocupados por la contaminación por agroquímicos, mientras que su comunidad no lo está.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

El diseño de la investigación es mixto con corte exploratorio. Se utilizó un cuestionario como instrumento para la recolección de datos, encuestando a 45 participantes, 18 mujeres y 27 hombres de entre 21 y 30 años, alumnos de los semestres de quinto, sexto y séptimo de la carrera de Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín de la Universidad Autónoma de Baja California. Los participantes se reclutaron voluntariamente en un salón de clases y respondieron la encuesta en una plataforma en línea: Survey Hero. Las primeras preguntas del cuestionario recopilan datos demográficos. Las

siguientes preguntas corresponden a la matriz de variables que se muestra en la Tabla 2 y exploran variables como percepción del problema, nivel de preocupación de los estudiantes, nivel de conocimientos generales sobre el uso de agroquímicos, tanto pesticidas como fertilizantes, conocimientos sobre los efectos contaminantes en el medio ambiente y en la salud humana, conocimientos sobre estrategias sustentables en la agricultura y aspectos del entorno educativo relacionados a la sustentabilidad.

Para diseñar el instrumento de recolección de datos, se trazó una matriz de variables (ver Tabla 2.) El cuestionario formula preguntas tanto de opción múltiple como en escala de Likert. Las preguntas en escala de Likert relacionadas a la autopercepción de los estudiantes de su nivel de conocimientos sobre pesticidas y fertilizantes se realizaron en escala de Likert de 4 puntos para reducir las respuestas neutras. Además, las preguntas exploran las actitudes, valores y conductas proambientales de los estudiantes.

Cuadro 2. Matriz de Variables

Tema	Variables	Preguntas
I. Datos demográficos	A. Edad B. Género	2. ¿Cuántos años tienes? 3. Tu género es:
II. Actitud general hacia la contaminación por agroquímicos	A. Percepción del problema	4. ¿Qué opinas sobre la contaminación por el uso de agroquímicos? (opción múltiple) 6. ¿Qué tanto consideras que el uso de agroquímicos pueda afectar la salud humana? 25. ¿Qué opinas sobre la contaminación por el uso de agroquímicos? (abierta) 26. ¿Qué opinas sobre las estrategias sustentables en la agricultura? (abierta)

	B. Preocupación por el medioambiente.	5. ¿Qué tan preocupado estás por el medio ambiente?
III. Conocimientos y entorno educativo	A. Conocimientos sobre el uso de agroquímicos	Pesticidas 1. Bromuro de Metilo 2. Glifosato 3. Metamidofos 4. Clorpirifós 5. Lannate (Metomilo) 6. Paratión metílico 7. Endosulfán 8. Paraquat 9. Diazinón 10. Dimetoato 11. Fentión 12. Monocrotofós 13. Fosfina, fosfuro de aluminio Fertilizantes 1. Nitrato de amonio 2. Urea 3. Fosfato monoamónico 4. Fosfato monopotásico 5. Cloruro de potasio 6. Nitrato de potasio 7. Sulfato de potasio 8. Nitrato de calcio 9. Nitrato de magnesio 10. Sulfato de magnesio
	B. Conocimientos sobre los efectos de agroquímicos en el medio ambiente y la salud humana	12. Conocimientos sobre efectos de pesticidas 13. Actitud hacia uso de pesticidas 15. Conocimientos sobre efectos de fertilizantes 16. Actitud hacia uso de fertilizantes
	C. Conocimientos sobre estrategias sustentables en la agricultura	17. Alternativas sustentables a los agroquímicos (6) 18. Control biológico (4) 19. Plaguicidas botánicos (3) 20. Bacterias fijadoras de nitrógeno (3) 21. Plaguicidas microbianos, antagonistas y promotores de crecimiento (8)
	D. Entorno educativo	22. Entorno educativo (4)

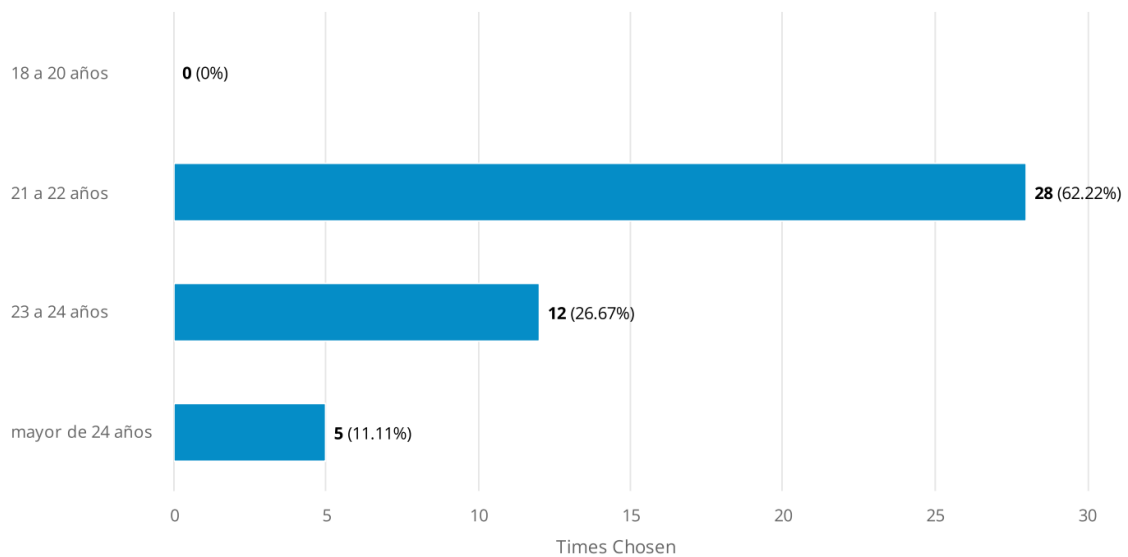
CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Como se observa en la figura 1, el 62.22% de los participantes encuestados, tienen alrededor de 21 a 22 años, el 37.78% restante es mayor de 22 años.

Figura 1. Edad de los estudiantes encuestados. Fuente: Elaboración propia

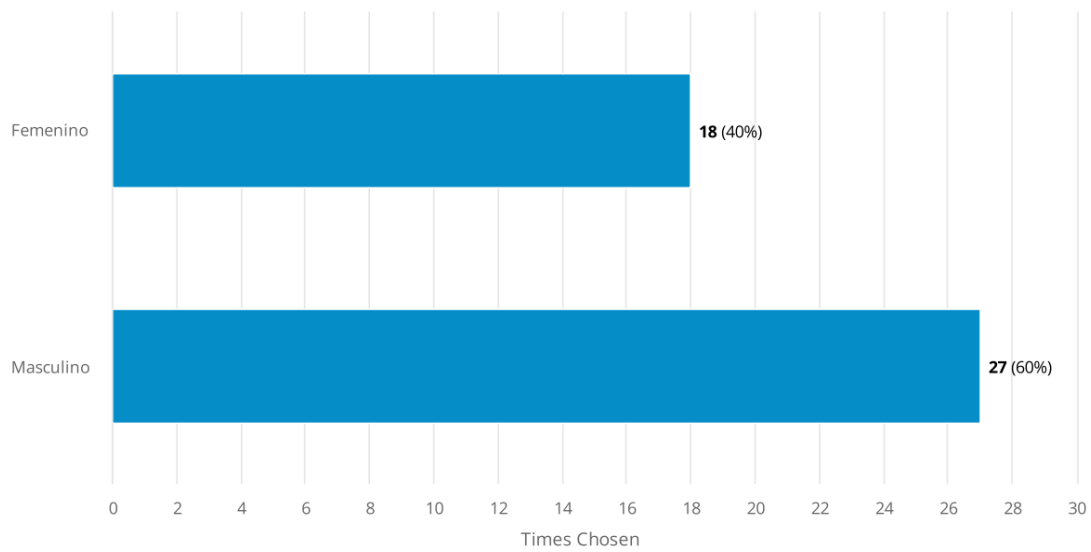
Number of responses: 45



Como se observa en la figura 2, el 60% de los participantes corresponden al género masculino mientras que el 40% al género femenino.

Figura 2. Género de los participantes en la encuesta. Fuente: Elaboración propia

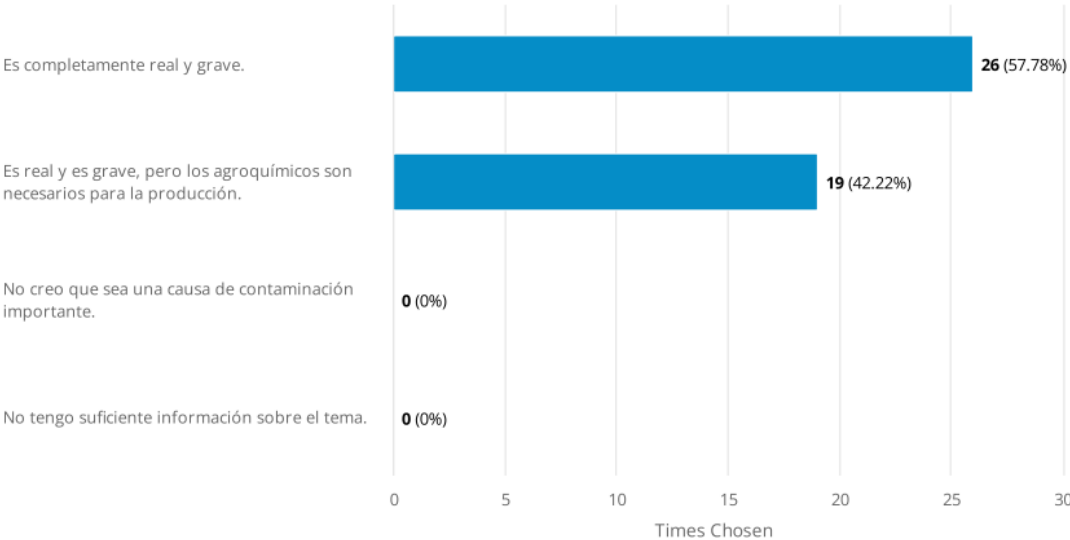
Number of responses: 45



El 57.78% de los participantes indicaron que la contaminación por agroquímicos es completamente real y grave. Un 42.22% indicaron que es real y grave, pero que los agroquímicos son necesarios para la producción (Ver Fig. 3).

Figura 3. ¿Qué opinas sobre la contaminación por agroquímicos? Fuente: Elaboración propia.

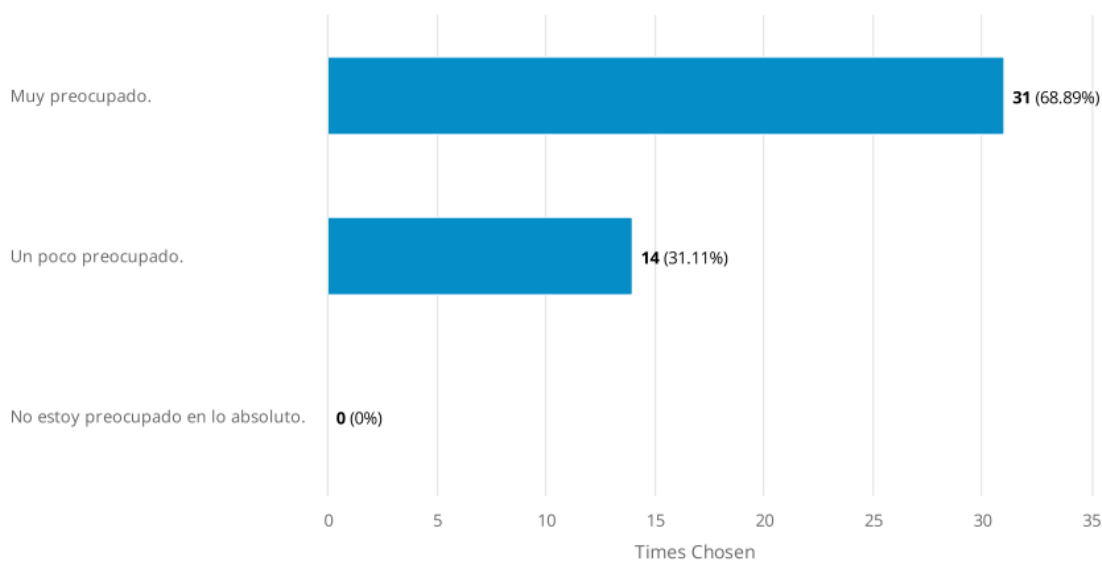
Number of responses: 45



Como se observa en la Fig. 4, el 68.89% de los participantes reconocen su preocupación por el medio ambiente, el 31.11% respondió estar poco preocupado y ningún participante indicó no estar preocupado por el tema.

Figura 4. Opiniones sobre la preocupación por el medio ambiente. Fuente: Elaboración propia.

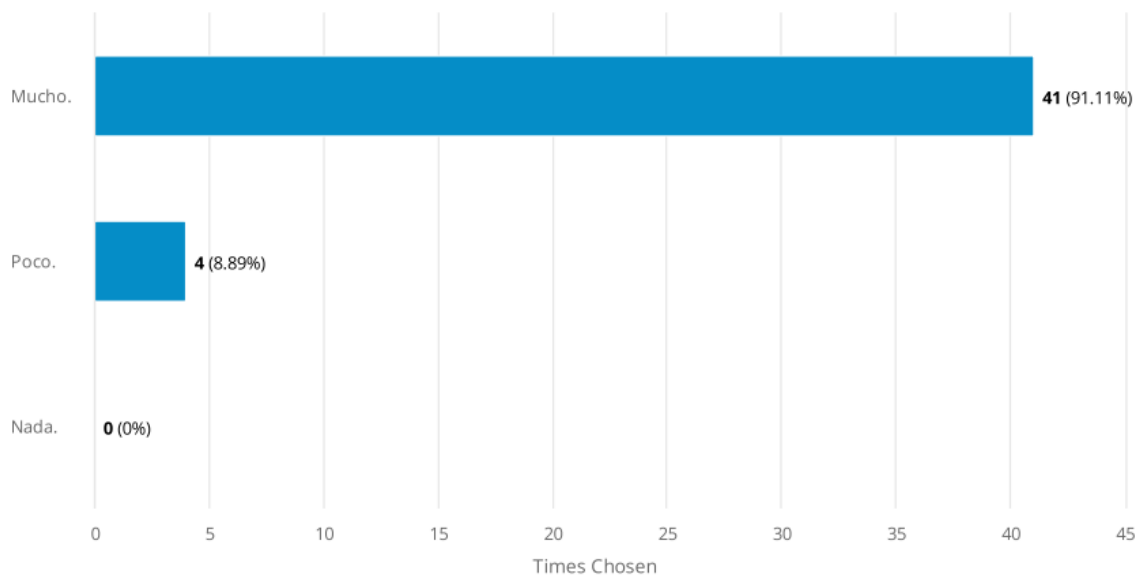
Number of responses: 45



El 91.11% de los participantes considera que el uso de agroquímicos afecta mucho en la salud humana, el 8.89% restante considera que usar agroquímicos solo puede afectar poco (Ver Fig. 5).

Figura 5. ¿Qué tanto consideras que los agroquímicos afectan la salud humana? Fuente: Elaboración propia.

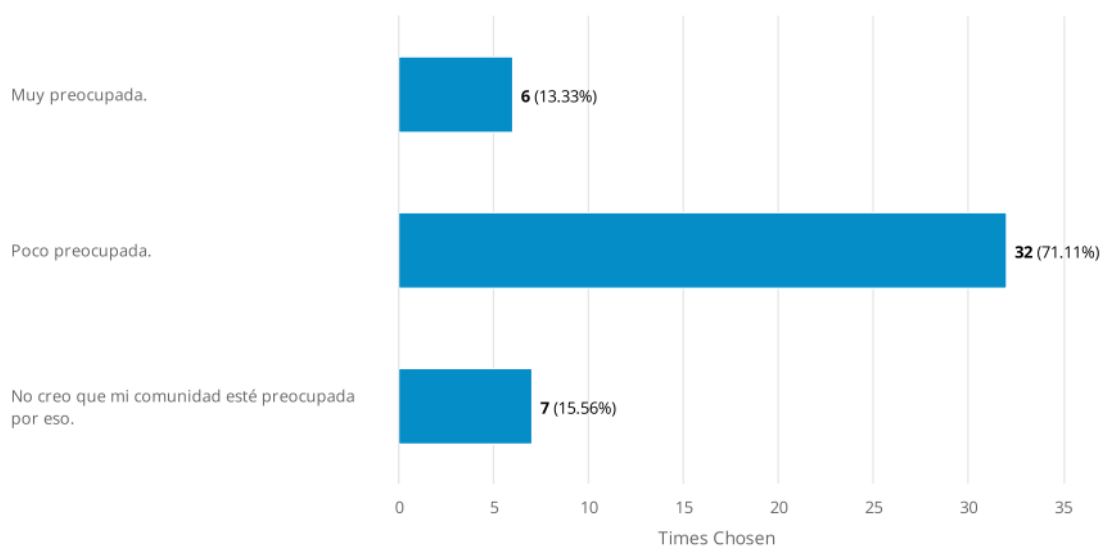
Number of responses: 45



El 13.33% de los participantes opinó que la preocupación por la contaminación ambiental causada por agroquímicos, un 13.33% opinó que su comunidad está muy preocupada mientras que el 15, 56% considera que su comunidad no muestra preocupación por esta problemática ambiental (ver Fig. 6).

Figura 6. ¿Qué tan preocupada crees que se encuentra tu comunidad por la contaminación ambiental causada por agroquímicos? Fuente: Elaboración propia.

Number of responses: 45

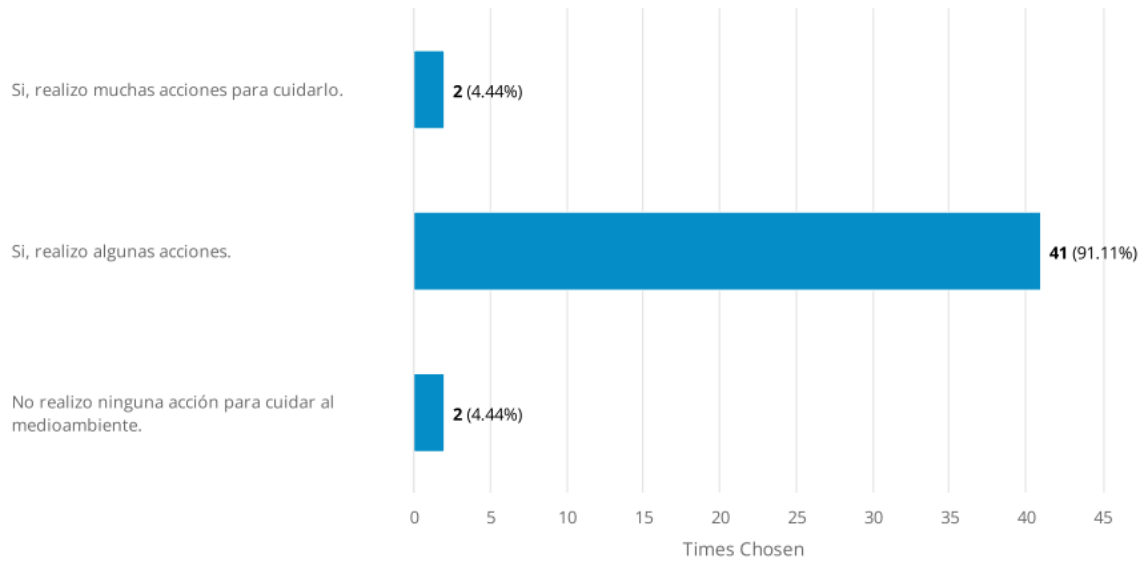


Como se observa en la Fig 7, El 91.11% opinó que realiza algunas acciones para cuidar el medio ambiente, el 4.44% no realiza ninguna accion para cuidar al medio ambiente y solo el 4.44% realiza muchas acciones para cuidarlo.

Figura 7. ¿Actualmente realizas acciones para cuidar el medio ambiente? Fuente:

Elaboración propia

Number of responses: 45

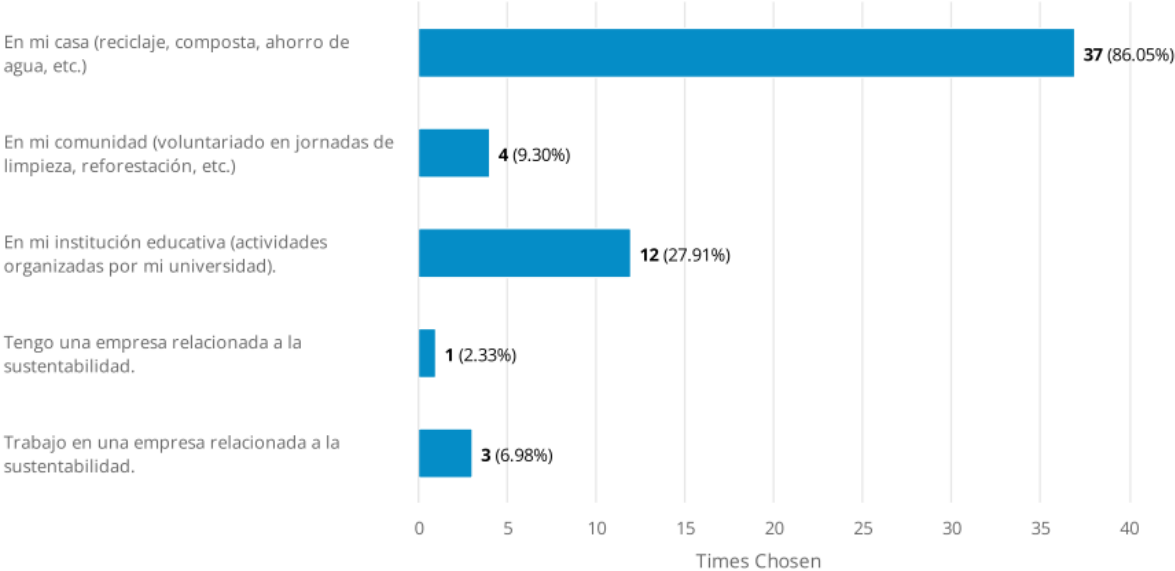


El 86.05% de los participantes realizan acciones en sus hogares para cuidar el medio ambiente, como reciclar la basura, hacer composta, ahorrar agua, etc. El 27.91% participan en sus instituciones educativas, el resto de la población tienen o trabajan en empresas relacionadas a la sustentabilidad (Ver fig.8).

Figura 8. ¿En dónde realizas acciones para cuidar el medio ambiente? Fuente:

Elaboración propia

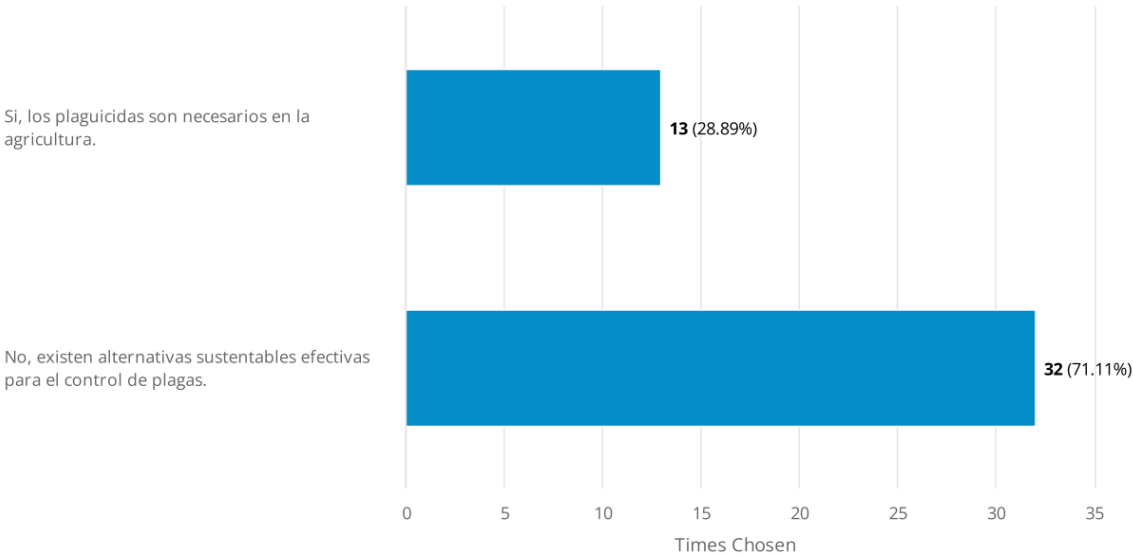
Number of responses: 43



El 71.11% de los participantes opinan que no existen alternativas sustentables efectivas para el control de plagas, el 28.29% opina que los plaguicidas son necesarios en la agricultura (Ver Fig.13).

Figura 9. ¿Conoces los efectos perjudiciales al medio ambiente y la salud humana, pero consideras que los plaguicidas son un recurso necesario en el control de plagas? Fuente: Elaboración propia

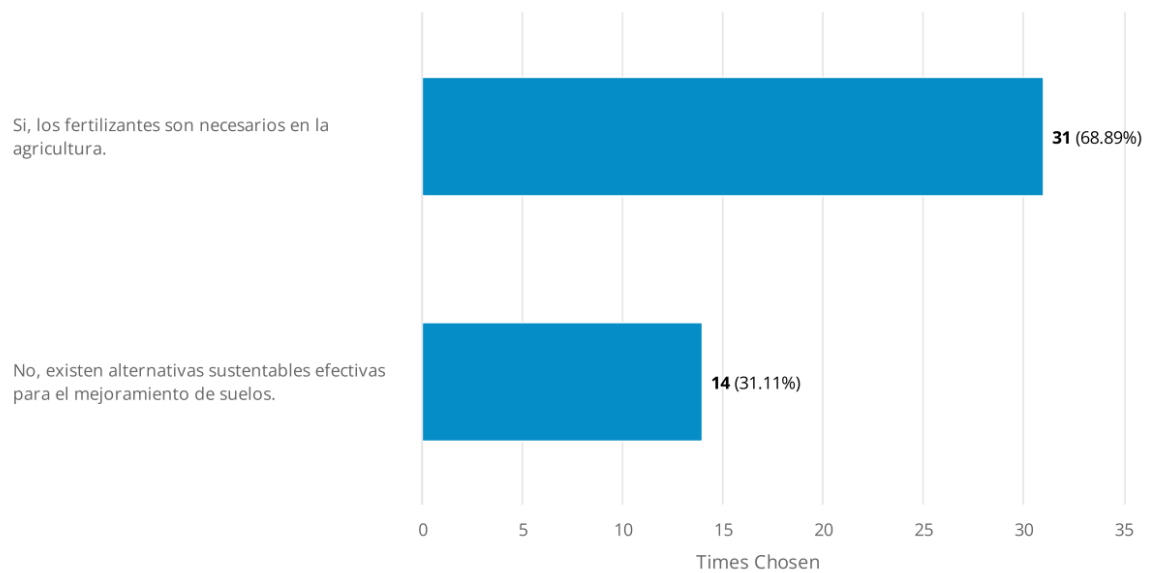
Number of responses: 45



Como se observa en la Figura 17, el 68.89% de los participantes consideran que los fertilizantes son necesarios en la agricultura, el 31.11% opina que no existen alternativas sustentables para el mejoramiento de suelos.

Figura 10. ¿Conoces los efectos perjudiciales al medio ambiente y la salud humana, pero consideras que los fertilizantes son un recurso necesario en la agricultura? Fuente: Elaboración propia

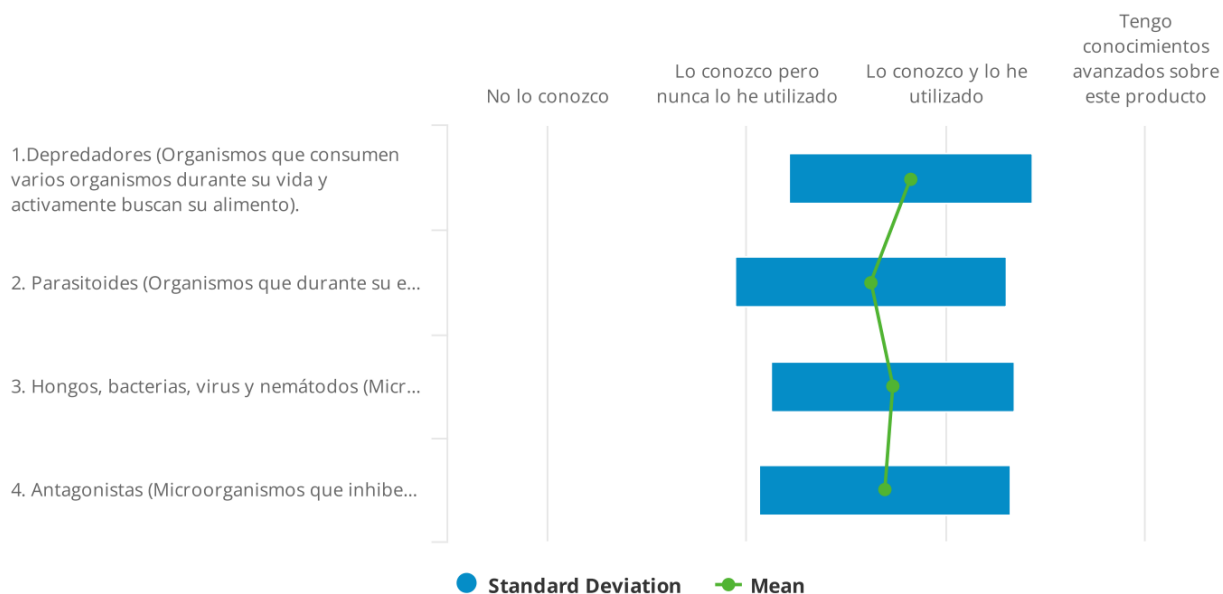
Number of responses: 45



Como se observa en la Fig. 19, más del 50% de la población conocen y han utilizado depredadores y microorganismos benéficos como una alternativa sustentable al uso de agroquímicos y solo un 40% de los estudiantes encuestados conocen los parasitoides, pero son pocos los que los han utilizado al igual que los microorganismos antagonistas

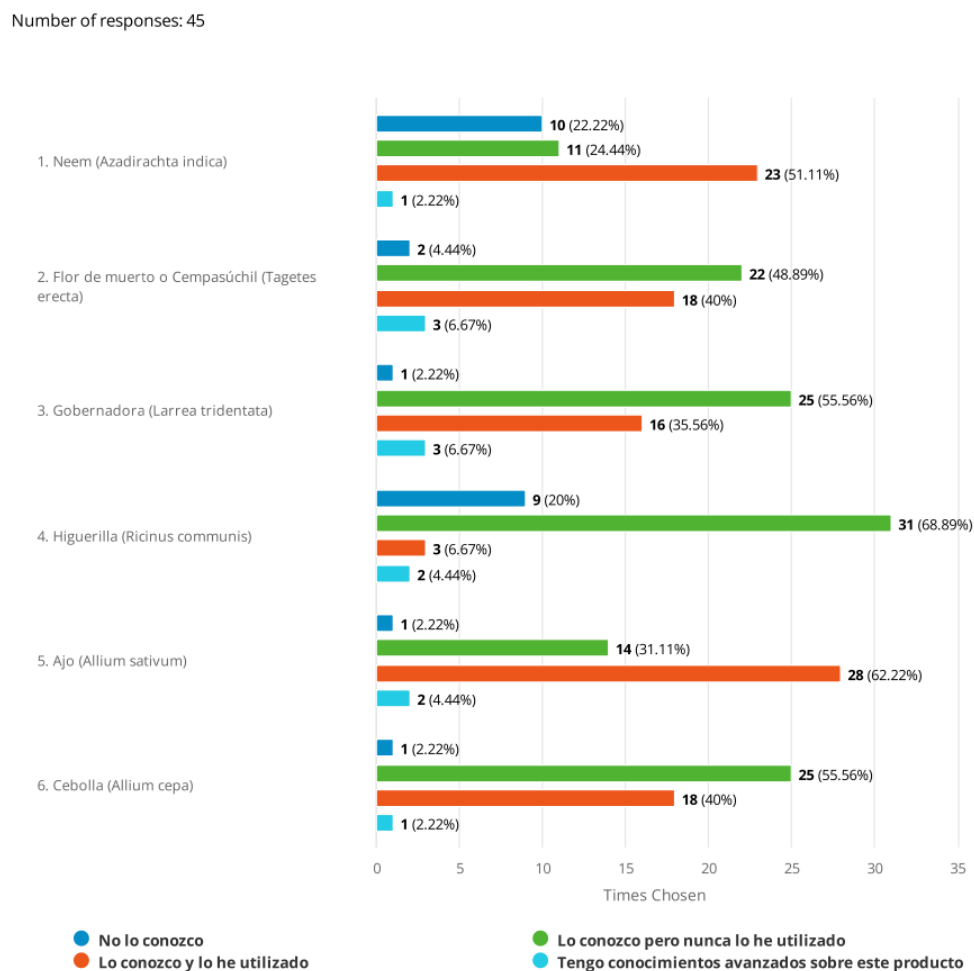
Figura 11. ¿Conoces el control biológico como alternativa sustentable al uso de agroquímicos? Fuente: Elaboración propia

Number of responses: 45



El 68.97% de los participantes conoce la higuera, pero nunca lo han utilizado, el 62.22% conocen el ajo y lo han utilizado como una alternativa al uso de plaguicidas y solo el 6.67% tienen conocimientos avanzados sobre plaguicidas botánicos como la gobernadora y el cempasúchil (Ver fig. 20).

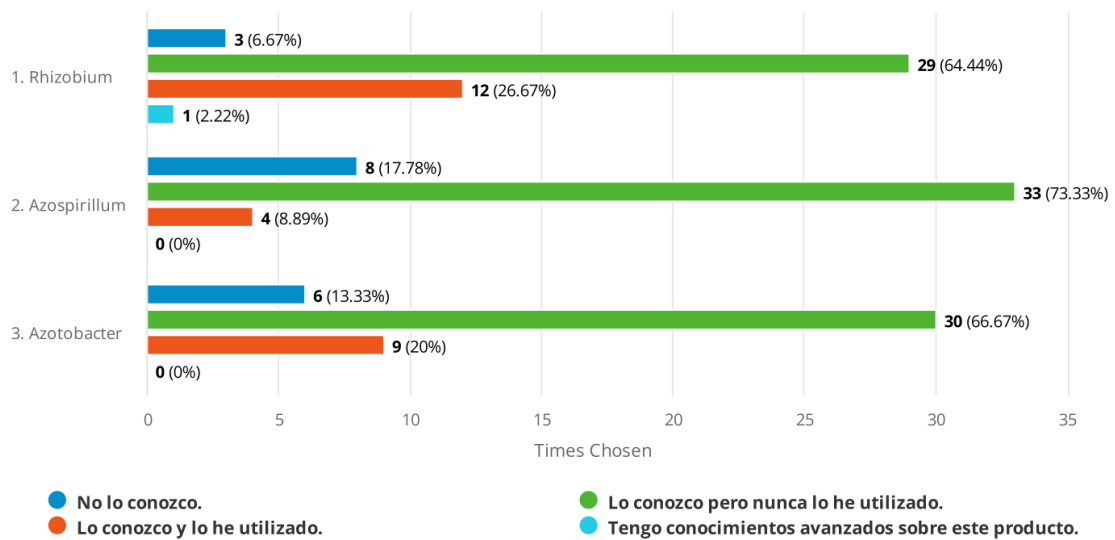
Figura 12. ¿Conoces plaguicidas botánicos que podrían ser una alternativa sustentable al uso de plaguicidas? Fuente: Elaboración propia



Como se observa en la Fig 21., dentro de los organismos benéficos que conocen y utilizan los participantes ha sido el Rhizobium (26.67% de los participantes encuestados) el 2.22% tiene conocimientos avanzados sobre este organismo y el 73.33% conoce el Azospirillum pero nunca lo han utilizado.

Figura 13. ¿Conoces organismos benéficos que podrían ser una alternativa sustentable al uso de plaguicidas? Fuente: Elaboración propia

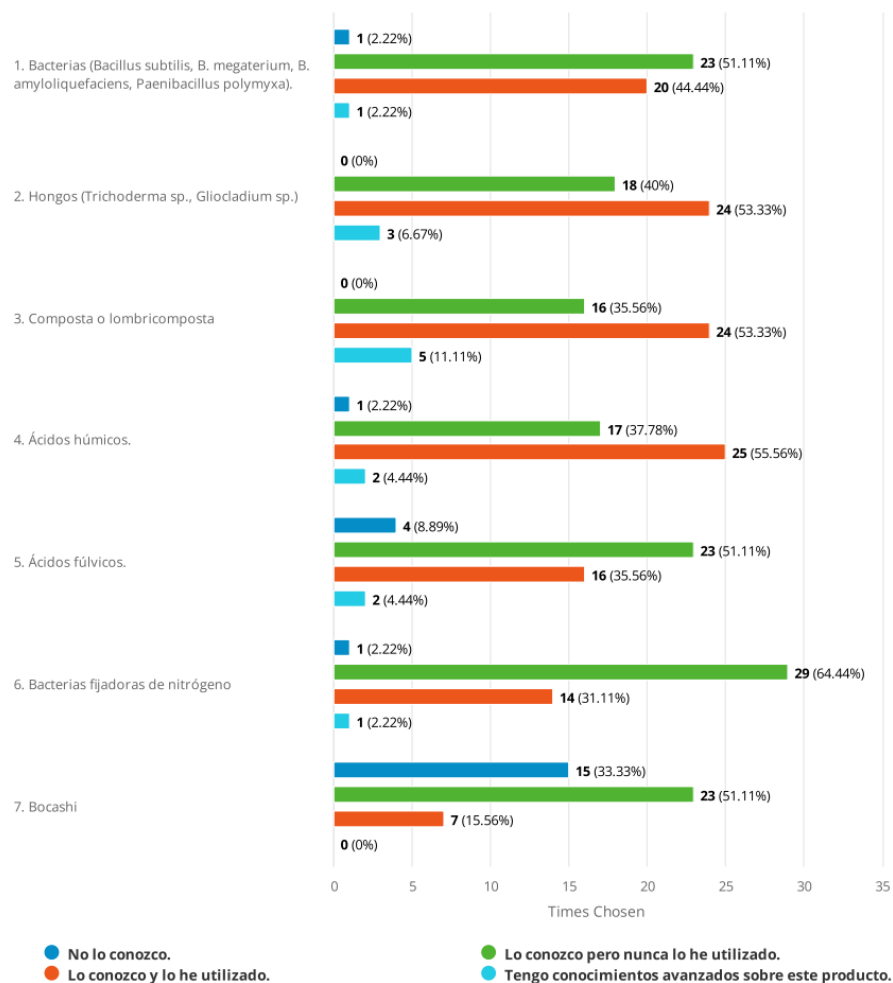
Number of responses: 45



El 64.44% de los participantes conocen bacterias fijadoras de Nitrógeno como una alternativa sustentable al uso de fertilizantes químicos, pero nunca lo han utilizado, mientras que el 55.56% conocen y han utilizado ácidos húmicos. (Ver fig. 22)

Figura 14. ¿Conoces alternativas sustentables al uso fertilizantes químicos? Fuente: Elaboración propia

Number of responses: 45



El 62.22% de los participantes opinan que en sus universidades aprenden sobre estrategias sustentables en la agricultura como el control biológico de plagas y fertilizantes orgánicos, el 44.44% está de acuerdo que los productores tienen acceso a herramientas agrícolas sustentables (ver Fig. 23).

Figura 15. Opiniones de los participantes sobre sus aprendizajes en el entorno educativo del uso de agroquímicos y sus efectos en el medio ambiente y la salud. Fuente: Elaboración propia

Number of responses: 45

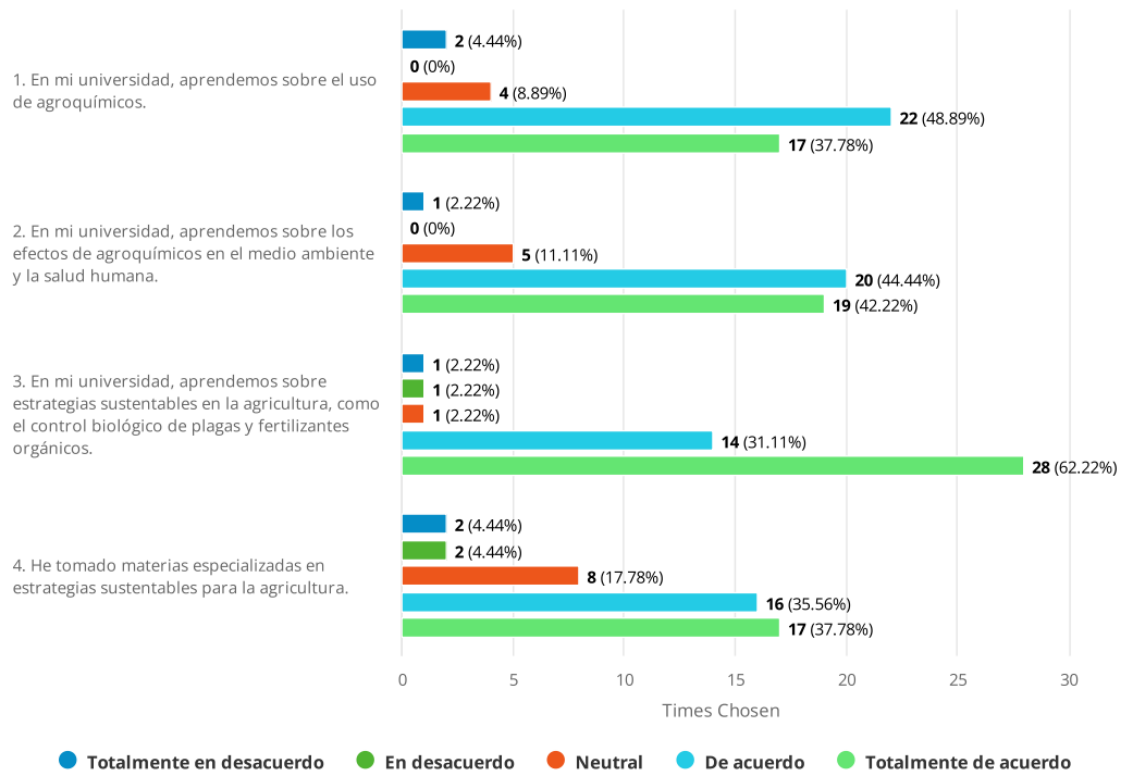
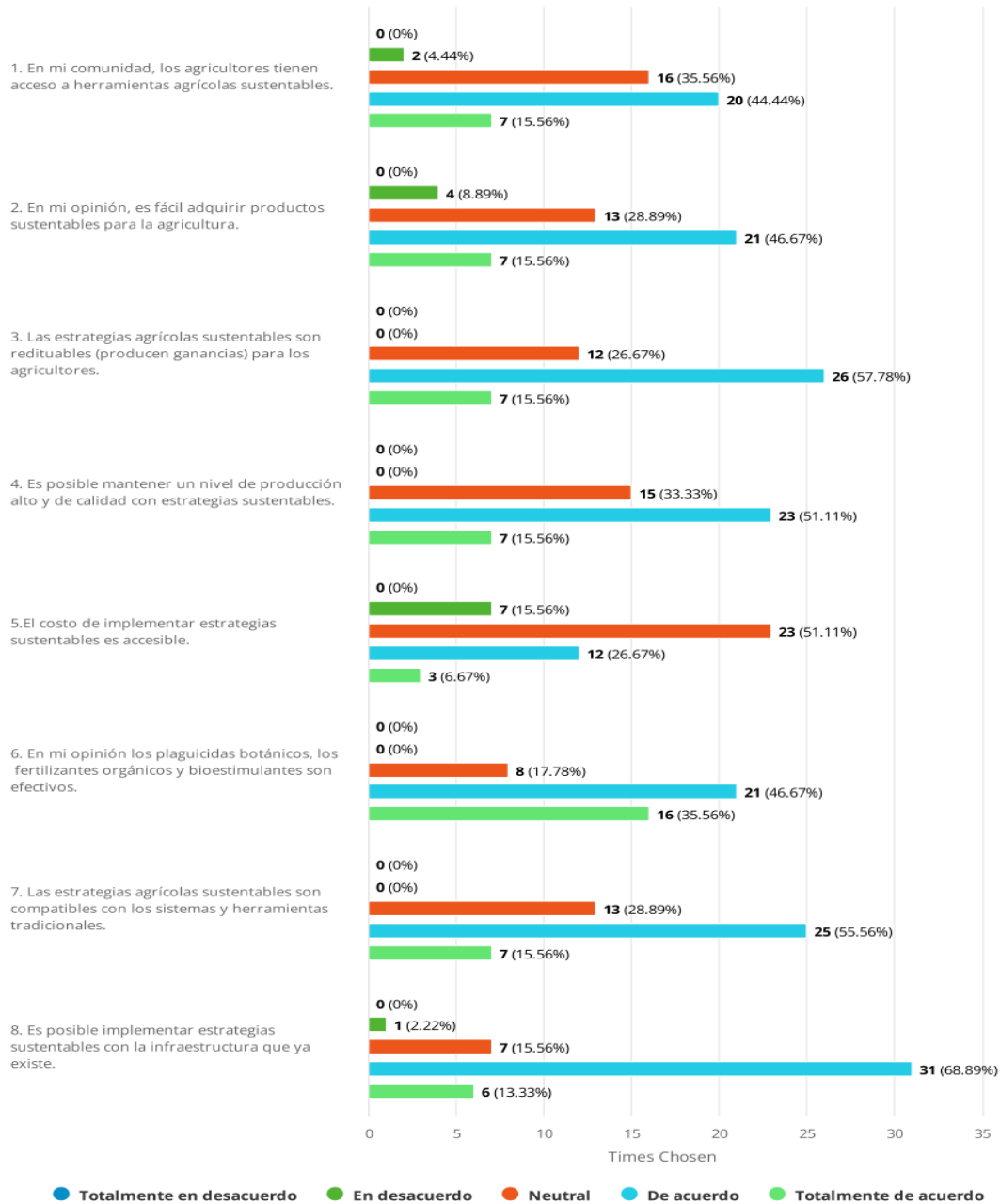


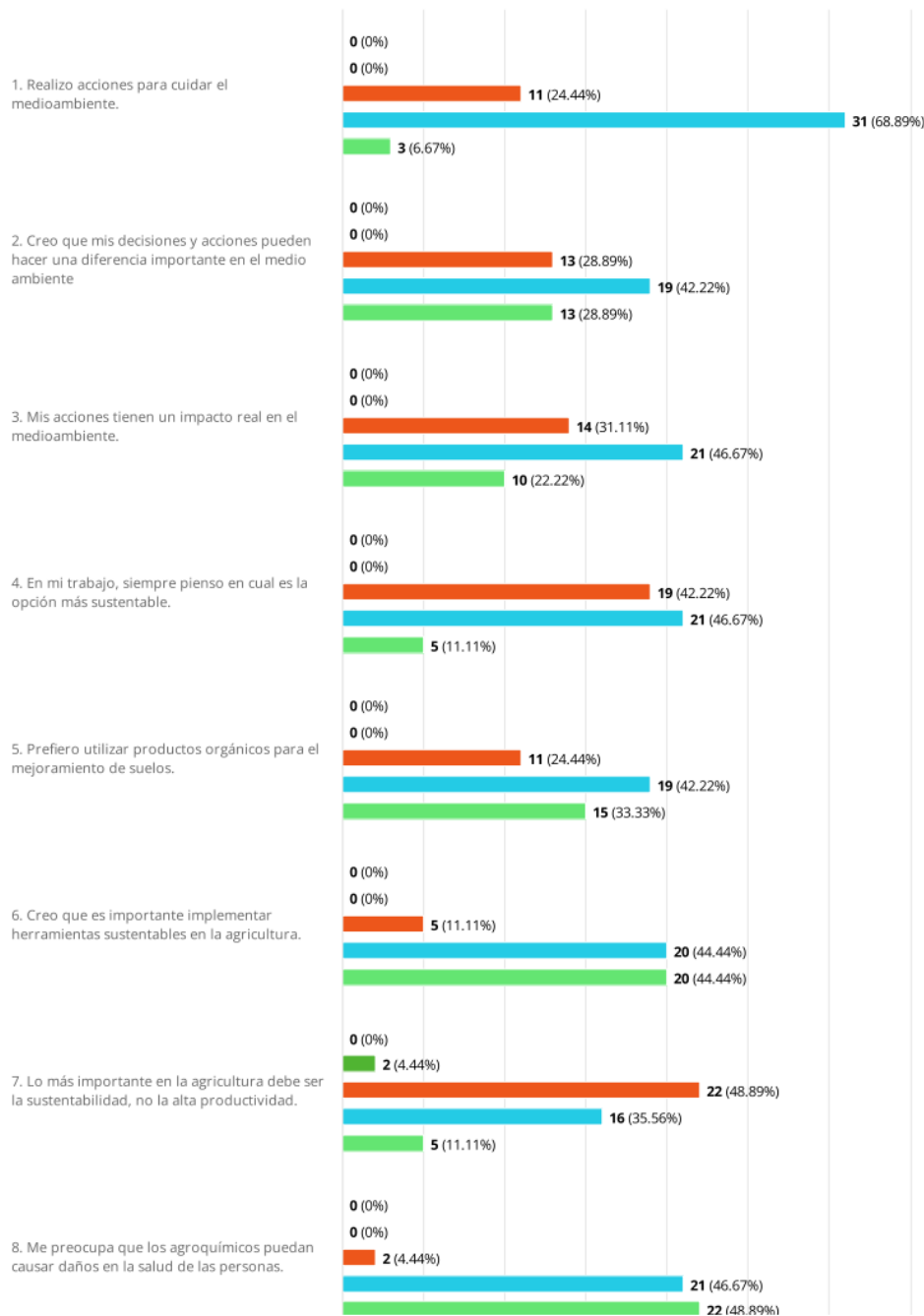
Figura 16. Opiniones de los participantes sobre su percepción de la contaminación de agroquímicos. Fuente: Elaboración propia

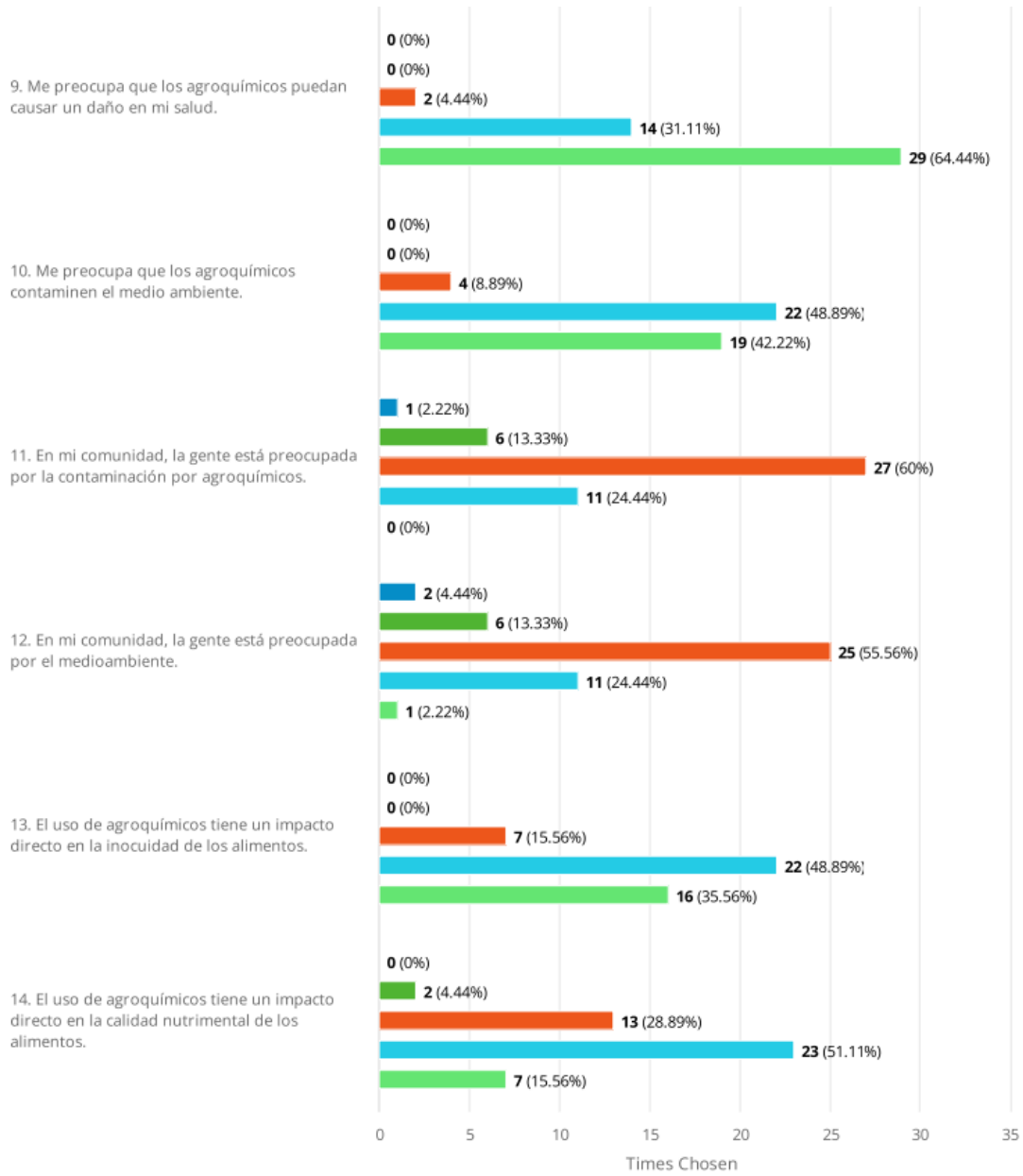


El 54 % de los participantes opina que el uso de agroquímicos tiene un impacto directo en la calidad nutricional de los alimentos.

Figura 17. Percepción personal y social de los participantes. Fuente: Elaboración propia

Number of responses: 45





● Totalmente en desacuerdo
 ● En desacuerdo
 ● Neutral
 ● De acuerdo
 ● Totalmente de acuerdo

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que los estudiantes sí tienen un nivel alto de conciencia ambiental, el 91% indicaron que los agroquímicos afectan la salud humana, y más de la mitad (57.78%) indicaron que la contaminación por agroquímicos es completamente real y grave. Sin embargo, otro porcentaje significativo (42.22%) indicaron que, aunque la contaminación es real y grave, los agroquímicos son necesarios para la producción. Esto refleja un punto clave en las actitudes de los estudiantes de agricultura, la necesidad de producir cultivos con alto rendimiento y la creencia de que los agroquímicos son una de las formas más efectivas para lograrlo.

Los resultados relacionados a la autopercepción de los estudiantes de su nivel de conocimientos sobre alternativas sustentables a los pesticidas y fertilizantes indican por una parte que la mayoría (71%) saben que existen alternativas sustentables, pero no las conocen. Por ejemplo, los conocimientos sobre la utilización de parasitoides y organismos antagonistas son mínimos entre los participantes. Menos del 6% conocen plaguicidas botánicos que pueden ser una alternativa sustentable al uso de agroquímicos. Sólo el 4.44% opinó que ha cursado materias relacionadas a estrategias sustentables en la agricultura, esto indica que es urgente reforzar la educación ambiental sobre herramientas sustentables para los productores, así como difundir esta información para concientizar a los estudiantes.

Además, las preguntas exploran las actitudes, valores y conductas proambientales de los estudiantes. Los estudiantes perciben que los agricultores de sus comunidades no tienen acceso a alternativas sustentables, aunque la mayoría considera que es posible implementarlas, y además están de acuerdo en que los agroquímicos afectan la calidad nutricional de los alimentos y en su inocuidad.

Como se esperaba de acuerdo con las teorías de psicología ambiental y al fenómeno conocido como primera persona, la percepción que tienen los estudiantes de la conciencia ambiental en sus comunidades es bastante pobre, la mayoría considera que las personas en su comunidad no están preocupadas por la contaminación por agroquímicos y el medio ambiente. Sin embargo, la mayoría de los participantes indicaron que ellos sí están preocupados por estos problemas. Esto indica un sesgo en la percepción social y una falta de socialización de los problemas ambientales. Es importante que, en las comunidades, así como en la universidad, los estudiantes y los productores puedan entablar un diálogo o actividades participativas en las que se socialice estos temas y puedan compartir estrategias locales para implementar de forma conjunta herramientas sustentables.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Ibarra, A. y Pérez Espejo, R. (2008) La Contaminación Agrícola del Agua en México: Retos y Perspectivas, *Problemas del Desarrollo, Revista Latinoamericana de Economía*, Vol. 39, núm. 153, abril-junio p. 205- 215.
- Alpuche, G.L. 1990. Los plaguicidas, el ambiente y la salud. Centro de Ecodesarrollo, México. pag. 121-135
- Al-Ekabi H., Serpone N., Pelizzetti E. and Minero C., 1989. Kinetic Studies in Heterogeneous Photocatalysis. 2. TiO₂ Mediated Degradation of 4-Chlorophenol Alone and in a Three-Component Mixture of 4-Chlorophenol, 2,4- Dichlorophenol, and 2,4,5 Trichlorophenol in Air-Equilibrated Aqueous Media. *Langmuir*, 5, 250-255.
- Amundson, R. et al. (2015). Soil and human security in the 21st century, *Science*, 348 (6235), 1261071-1261071. DOI:10.1126/science.1261071
- Asghar U, Malik MF, Javed A (2016) Pesticide Exposure and Human Health: A Review. *J Ecosys Ecograph* S5: 005. doi: 10.4172/2157-7625.S5-005
- Babu, S.C., Nivas, B.T. & Rajasekaran, B. Groundwater pollution from agrochemicals — A dynamic model of externalities and policy options. *Water Resour Manage* 6, 1–13 (1992). <https://doi.org/10.1007/BF00872183>
- Balkrishna, A. (ed.) (2022) *Sustainable Agriculture for Food Security, A Global Perspective*, CRC Press, Palma Bay, Florida.

- Botías, C., David, A., Hill, E. M., Goulson, D. (2017) Quantifying exposure of wild bumblebees to mixtures of agrochemicals in agricultural and urban landscapes, *Environmental Pollution* <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.001>
- Chaudhry, M. Q. (1997). Review A Review of the Mechanisms Involved in the Action of Phosphine as an Insecticide and Phosphine Resistance in Stored-Product Insects. *Pest Management Science*, 49(3), 213-228.
- Dreisback, R.H. & W.O. Robertson 1988. Manual de toxicología clínica, prevención, diagnóstico y tratamiento. Edit. El manual moderno. 12º Edición. pág. 95-105.
- Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET). 2023. Manual de plaguicidas de Centroamérica. Base de datos. Universidad Nacional de Costa Rica. <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu>
- INTA, 2003. Fertilizantes y Soluciones Concentradas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. <http://www.fertilizar.org.ar/articulos/Fertilizantes%20y%20Soluciones%20Concentradas.htm>
- Lin, S. (2013). Perceived Impact of ^[1] a Documentary Film: An Investigation of ^[1] the First-Person Effect and Its Implications for Environmental Issues, *Science Communication*. 35(6), 708–733. doi: <https://doi.org/10.1177%2F1075547013478204>
- Novotny, V. (1999). *Diffuse pollution from agriculture - a worldwide outlook. Water Science and Technology*, 39(3), 1–13. doi:10.2166/wst.1999.0124
- Johnson, Alonge A. & Martin, R. 1995. Assessment of the adoption of sustainable agriculture practices: Implications for agricultural education. *Journal of Agricultural Education*, Vol. 3, No. 3.

- Gunther, A. (1991). *What We Think Others Think*. *Communication Research*, 18(3), 355–372. doi:10.1177/009365091018003004
- Kajiwara N, Kannan K, Muraoka M, Watanabe M, Takahashi S, Gulland F, Olsen H, Blankenship AL, Jones PD, Tanabe S, Giesy JP. (2001). Organochlorine Pesticides, Polychlorinated Biphenyls, and Butyltin Compounds in Blubber and Livers of Stranded California Sea Lions, Elephant Seals, and Harbor Seals from Coastal California. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 41(1) : 90–99.
- Karami, E. & Marzieh K. (2010) Chapter 2. Sociology of Sustainable Agriculture in E. Lichtfouse (ed.), *Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science*, 19 Sustainable Agriculture Reviews 3, DOI 10.1007/978-90-481-3333-8_2
- Okumah M, Chapman PJ, Martin-Ortega J, Novo P. (2018). Mitigating Agricultural Diffuse Pollution: Uncovering the Evidence Base of the Awareness–Behaviour–Water Quality Pathway. *Water*. 11(1):29. <https://doi.org/10.3390/w11010029>
- Mandal, A., Sarkar, B., Mandal, S., Vithanage, M., Patra, A. Y Manna, M. (2020) Chapter 7. Impact of agrochemicals on soil health, en Prasad, M.N.V. (ed.) *Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation, Pesticides and Chemical Fertilizers*. Elsevier, p. 161-187. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00007-6>^[1]_{SEP}
- Moghadamnia, A. A. (2012). An update on toxicology of aluminum phosphide. *DARU journal of Pharmaceutical Sciences*, 20(1), 25.
- Perez-Espejo, R., Aguilar Ibarra, A., & Escobedo-Sagaz, J. L. (2011). *Agriculture and Water Pollution: Farmers' Perceptions in Central Mexico*. *International Journal of Water Resources Development*, 27(1), 263–273. doi:10.1080/07900627.2010.537245
- Peterson ME, Talcot PA. (2006). *Small Animal Toxicology*, 2nd ed.; Elsevier: St. Louis, 2006; pp 526–527, 941–949.

- Römer, U., Schaak, H. y Mußho, O. (2019) The perception of crop protection: Explicit vs. Implicit association of the public and in agricultura. *Journal of Environmental Psychology*, 66, 101346. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.101346>
- Samal, S., Mishra, C. Y Sahoo, S. (2018) Setal-epidermal, muscular and enzymatic anomalies induced by certain agrochemicals in the earthworm *Eudrilus eugeniae* (Kinberg), *Environmental Science and Pollution Research*, doi:10.1007/s11356-019-04204-3
- Sifatec. 2023. Nuevo catálogo 2023. Síntesis y formulaciones de alta tecnología S.A de C.V. Tlalnepantla, Estado de México. <https://sifatec.com.mx/contacto/>
- Telle, A. M. C., de Saint Blanquat, G., Derache, R., Hollande, E., Periquet, B. & Thouvenot, J. P. (1985). Nutritional and toxicological effects of long-term ingestion of phosphine-fumigated diet by the rat. *Food and chemical toxicology*, 23(11), 1001-1009.
- Morales, Carlos y Rodriguez N. (2004). El Clorpirifos: posible disruptor endocrino en bovinos de leche. Grupo de Investigación Centauro, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellin Colombia. Pag. 256. <file:///C:/Users/pc/Downloads/Dialnet-ElClorpirifosPosibleDisruptorEndocrinoEnBovinosDeL-3241308.pdf>
- Marín Celestino, AE. (2009). *Efectos secundarios por el uso del herbicida paraquat en el cultivo de jícama (Pachyrhizus erosus L.) en la localidad de La Trinidad Tepango, Atlixco Puebla* (Tesis de maestría). file:///C:/Users/pc/Downloads/Marin_Celestino_AE_MC_EDAR_2009.pdf
- Mendoza, Cinthia. (2020). “Fuentes de Magnesio en el crecimiento del Tomate (*Solanum lycopersicum*) cv. Río Grande bajo estrés salino en la UNALM”. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

- Medina, Maria V. (2010). Efectos ambientales del uso agrícola del Bromuro de Metilo en el Valle Amblés; CONAMA. Universidad católica de Avila. Pagina 9
<http://www.conama.org/conama10/download/files/conama/CT%202010/40831.pdf>
- SEMARNAT (2019). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, edición 2018.
 URL: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/index.html>
- Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. (2009). Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its fth meeting. UNEP/POPS /POPRC.5 /10/ Add.2.
- Trostle, R. (2008). Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices, A Report from the Economic Research Service, United States Department of Agriculture, USDA. URL: https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/6t053f96k/8g84mq76d/zk51vm03n/WRS-05-02-2008_Special_Report.pdf
- USEPA. (1975). DDT- A review of scientific and economic aspects of the decision to ban its use as a pesticide ; EPA 540/1- 75-022; U. S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, U. S. Government Printing Office: Washington, DC.
- USEPA. (2000). Environmental Risk Assessment for Diazinon ; U.S. Environmental Protection Agency, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, Office of Pesticide Programs, U.S. Government Printing Office: Washington, DC.
- USEPA. (2003). Health Effects Support Document for Aldrin/Dieldrin, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water (4304T), Health and Ecological Criteria Division, Washington, DC 20460

- Uhl, P. y Brühl, C. (2019) The Impact of Pesticides on Flower-Visiting Insects: A Review with Regard to European Risk Assessment, *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 38, núm. 11: pp. 2355–2370. DOI: 10.1002/etc.4572
- Wesseling, C., Aragón, A., Rojas, M., Blanco, L., López, L., Soto, A., & López, I. (2006). Efectos del clorpirifos en la salud de trabajadores bananeros de La Lima, Honduras. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/8583/seriesaludytrabajo1.pdf?sequence=1>
- Valencia, Q. R., Juárez Santacruz, L., Delgado R. A., Sánchez Alarcón J. (2012). Efectos citológicos de algunos insecticidas carbámicos. II. Inducción de intercambio de cromátidas hermanas en *Vicia faba* por Lannate-90. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*, 14(1), 49–53. Recuperado a partir de <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/32948>
- Zhang, L., Ruiz-Menjivar, J., Luo, B., Liang, Z. Y Swisher, M. E. (2020). Predicting climate change mitigation and adaptation behaviors in agricultural production: A comparison of the theory of planned behavior and the Value-Belief-Norm Theory, *Journal of Environmental Psychology*.68, 101408, p. 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101408>