

LA PERCEPCIÓN DE ESTUDIANTES DE AGRONOMÍA SOBRE LA CONTAMINACIÓN POR AGROQUÍMICOS

Perception of agronomy students on agrochemical pollution

Perla CARRILLO QUIROGA

Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Victoria, Edificio CAUCE 3er piso, C.P. 87149, Tamaulipas, México.

Correo electrónico: pcarrillo@docentes.uat.edu.mx

(Recibido: noviembre 2022; aceptado: abril 2023)

Palabras clave: psicología ambiental, educación, agricultura, actitudes, valores, normas sociales, modelo mental.

RESUMEN

Esta investigación involucra un estudio interdisciplinario sobre la percepción de la contaminación por agroquímicos en estudiantes de seis universidades mexicanas que cursan programas de ingeniería en agronomía y áreas afines, como agroecología, ingeniería agroforestal e innovación agrícola sustentable. El método de investigación es mixto con corte exploratorio, se recolectaron datos en un cuestionario en línea, sobre las actitudes, valores y acciones relacionadas al uso de agroquímicos, además de una autoevaluación de conocimientos sobre plaguicidas, fertilizantes y sus efectos en el ambiente y la salud humana. El enfoque teórico surge de la psicología ambiental, así como de la agroecología y de la educación ambiental. Se propone un modelo teórico para explorar la formación de modelos mentales y creencias sobre sistemas agrícolas sustentables y se plantean recomendaciones para la optimización de programas académicos de ingenierías en agronomía con enfoque hacia la sustentabilidad. Los resultados demuestran un alto nivel de conciencia ambiental en los estudiantes, una baja percepción de normas sociales para la conservación ambiental y la percepción de los agroquímicos como indispensables para la producción, lo que representa una barrera cognitiva para la implementación de estrategias agrícolas sustentables.

Key words: environmental psychology, education, agriculture, attitudes, values, social norms, mental model.

ABSTRACT

This research involves an interdisciplinary study on the perception of agrochemical pollution in students from six Mexican universities enrolled in agronomic science engineering programs and related areas, such as agroecology, agroforestry engineering, and innovation for sustainable agriculture. The research method is mixed with an exploratory approach; data were collected in an online questionnaire, measuring attitudes, values, and actions related to the use of agrochemicals, as well as a self-assessment knowledge test about pesticides, fertilizers, and their effects on the environment and human health. The theoretical approach emerges from environmental psychology, agroecology, and environmental education. A theoretical model is proposed to explore the formation of mental models and beliefs about sustainable agricultural systems, and

recommendations are made for optimizing agronomic science engineering programs with a focus on sustainability. The results show a high level of environmental awareness in students, a low perception of social norms for environmental conservation, and the perception of agrochemicals as essential for production, representing a cognitive barrier to implementing sustainable agricultural strategies.

INTRODUCCIÓN

El uso masivo de agroquímicos en la industria agropecuaria moderna es una de las principales causas de la degradación del ambiente, lo que ha causado resistencia a plagas y enfermedades en los cultivos, pérdida de diversidad genética y una alta dependencia en combustibles fósiles para la seguridad alimentaria (Gliessman et al. 2010). En México, los sistemas de producción agrícola se han convertido en el mayor generador de contaminación difusa del agua (Aguilar Ibarra y Pérez-Espejo 2008). Al mismo tiempo, el cambio climático, la contaminación del agua y la degradación del suelo son problemas que dificultan la producción agrícola, sobre todo en los países en desarrollo (Zhang 2018). El énfasis que se ha dado a escala global, a la alta productividad de los cultivos, debido a las crecientes necesidades del mercado en los últimos 50 años, ha resultado en un impacto negativo, manifiesto en la creciente contaminación del ambiente causada por el uso masivo e industrializado de agroquímicos (Gliessman et al. 2010). El uso excesivo de plaguicidas ha tenido como consecuencia la acumulación de residuos en el suelo, aumentando los riesgos de contaminación en los alimentos y contaminación por metales pesados, lo que tiene como consecuencia enfermedades y riesgos a la salud humana (Mandal et al. 2020). Se ha demostrado que los agroquímicos causan múltiples efectos contaminantes, específicamente en el agua (Babu et al. 1992, Aguilar-Ibarra y Pérez-Espejo 2008, Khanna y Gupta 2018, Jain et al. 2020), el suelo (Amundson et al. 2015, Mandal et al. 2020), así como efectos dañinos en organismos vivos, como humanos, ratones, ratas, conejos y perros (USEPA 1996, USEPA 2003, Jayaraj et al. 2016), focas (Kajiwara et al. 2000), aves (USEPA 2000, Peterson y Talcot 2006), peces y reptiles (USEPA 1975, Jayaraj et al. 2016), mamíferos (USEPA 2000), insectos polinizadores (Uhl y Brühl 2019), abejas (Botías et al. 2017, Pamminer et al. 2017) y lombrices de tierra *Eudrilus eugeniae* (Samal et al. 2019), entre otros. En la salud humana, los plaguicidas tales como los organofosforados, organoclorados y carbamatos tienen un efecto tóxico, afectando el sistema nervioso central

y periférico; la exposición a los mismos durante la vida adulta, infantil o prenatal, conlleva a desórdenes crónicos del sistema nervioso, como la enfermedad de Parkinson (Asghar et al. 2016). La neurotoxicidad de los plaguicidas está relacionada con la disrupción que ocasionan en la neurotransmisión sináptica (Asghar et al. 2016).

Este estudio pretende explorar las actitudes, valores y acciones relacionadas al uso de agroquímicos en estudiantes de agronomía de seis universidades en México. Los estudiantes de agronomía son los futuros productores agrícolas, por lo que es importante comprender sus creencias y valores relacionados con la contaminación por agroquímicos, sus conocimientos sobre plaguicidas, fertilizantes y los efectos que causan en el ambiente y la salud humana. Además, se pretende trazar algunas relaciones entre la psicología ambiental y las prácticas agrícolas para comprender la motivación subyacente a las acciones proambientales, específicamente su relación con las normas sociales y la percepción que los estudiantes de agricultura tienen sobre la conciencia ambiental en su comunidad. En esta investigación, estos factores surgen como indicadores principales de la conducta proambiental de los futuros agrónomos.

El uso de agroquímicos desde la psicología

Para comprender la forma en que los agricultores perciben los agroquímicos es necesario reconocer la complejidad y multiplicidad de actitudes y valores hacia los mismos y hacia el ambiente. El contexto social, la comunidad específica de los productores y las circunstancias individuales de cada uno, son factores que influyen en su toma de decisiones respecto al uso de agroquímicos y a la conservación ambiental (Ahnström et al. 2009). De acuerdo con Klöckner (2015) las actitudes hacia los comportamientos proambientales se forman a partir de una evaluación general de comportamientos alternativos, que pueden ser percibidos como favorables o no. Algunos ejemplos de conductas alternativas al uso de agroquímicos son los sistemas de producción orgánica, métodos de control biológico de plagas y el uso de abonos naturales en lugar de fertilizantes, entre otros. Para evaluar estas alternativas, los

agricultores forman un modelo mental basado en su experiencia inmediata (Carrillo-Quiroga et al. 2022). En este estudio, proponemos un modelo para explorar la formación de modelos mentales y creencias sobre el uso de agroquímicos en estudiantes de agricultura, el cual considera los siguientes factores: 1) actitudes hacia la conservación ambiental, 2) percepción de la relación costo-beneficio de alternativas sustentables, 3) la disponibilidad de recursos humanos, tecnológicos y económicos, 4) el nivel de conocimientos sobre los efectos de los agroquímicos en el ambiente y la salud humana y por último, un factor transversal: 5) las normas sociales en el contexto del agricultor, lo cual regula y moldea la percepción sobre el uso de agroquímicos (**Fig. 1**). Estos elementos contribuyen a formar creencias, que a su vez forman la base de las actitudes que tienen los productores sobre el uso de agroquímicos, las cuales se ven fortalecidas o debilitadas de acuerdo con las normas sociales del contexto de cada individuo (Klößner 2015, Bakker et al. 2021). En otras palabras, la conducta de sus pares es importante en la toma de decisiones. La intención de disminuir el

uso de agroquímicos está relacionada con normas sociales, es decir a la percepción del comportamiento de otros agricultores en su entorno o contexto social (Bakker et al. 2021).

De acuerdo con Bakker et al. (2021), algunas de las barreras que se han reportado en la reducción del uso de agroquímicos son la ausencia de alternativas no químicas, la falta de conocimiento sobre los plaguicidas y sus alternativas, información no fidedigna de las compañías que comercializan agroquímicos y la falta de servicios de consultoría en relación al buen uso de estos agentes químicos. Además, Bakker et al. (2021) utilizan la Teoría del comportamiento planeado también conocida como enfoque de acción razonada (RAA, por sus siglas en inglés) para comprender el proceso de toma de decisiones de los agricultores, relacionado al uso de plaguicidas. Al analizar las actitudes, creencias y normas sociales de los agricultores, Bakker et al. (2021) encontraron una creencia dominante: que el reducir el uso de plaguicidas causaría la disminución de cosechas. Otras creencias identificadas por los autores fueron que disminuir el uso de plaguicidas causaría dificultad en el manejo de plagas y como resultado, la calidad del producto y el rendimiento se verían afectados negativamente. Asimismo, plantean que la percepción de autoeficacia es pobre entre los agricultores, quienes sienten poco control y limitada capacidad para reducir su propio uso de plaguicidas; además, la motivación para reducir su uso se basa en consideraciones morales en cuanto a lo que es bueno para la naturaleza y el ambiente.

Por su parte, Chèze et al. (2020) analizaron la disposición de agricultores para reducir su uso de plaguicidas sintéticos, conduciendo un experimento que involucró el riesgo de pérdidas en la producción debido a plagas. El experimento demostró que el riesgo a la pérdida de producción es un factor determinante en el uso de plaguicidas, independientemente del promedio de ganancias. De acuerdo con los autores, maximizar las ganancias no es el único factor que determina las acciones de los agricultores. Hay creencias determinantes en la conducta de los productores agrícolas, en el experimento se identifican dos creencias que condicionan la reducción de agentes químicos: 1) cuando los agricultores creen que los plaguicidas contaminan el ambiente y 2) cuando creen que es posible mantener la producción mientras se reduce su uso. Además, observaron que los productores priorizan el rendimiento de los cultivos sobre el margen de ganancia y que la razón por la que aplican plaguicidas es para maximizar la producción, no para incrementar la ganancia directamente (Pederson et

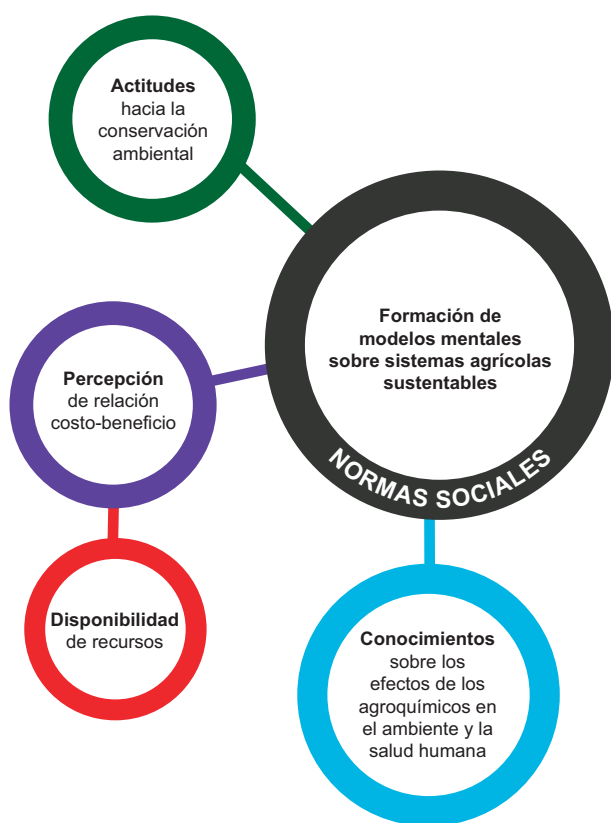


Fig. 1. La psicología del uso de agroquímicos, factores que influyen la toma de decisiones de los agricultores.

al. 2012, Chèze et al. 2020). Aunque el precio y el riesgo de producción puede afectar drásticamente la ganancia de un agricultor, el riesgo o incertidumbre es un importante promotor de las decisiones de los productores (Chèze et al. 2020). Las actitudes de los agricultores hacia prácticas de conservación ambiental impactan de manera decisiva sus acciones y cambios de conducta (Ahnström et al. 2008). Los autores mencionan que agricultores alrededor del mundo operan con márgenes de ganancia mínimos y muchos dependen de subsidios gubernamentales, por este motivo, las prácticas agrícolas deben comprenderse dentro de este contexto.

La percepción social y las normas sociales

El efecto de primera persona, también conocido como el efecto de tercera persona invertido, se refiere a que las personas tienden a creer que los mensajes con contenidos socialmente deseables tienen un efecto mayor en la propia persona que en los demás (Lin 2013). Por ejemplo, las personas tienden a creer que los mensajes sobre el cuidado del ambiente los afecta más a ellos mismos que a otras personas. Esta teoría se basa en la deseabilidad del mensaje. Lo opuesto ocurre cuando los mensajes tienen temas de poco interés o que socialmente son considerados tabú (como la pornografía y la violencia, entre otros). El efecto de tercera persona indica que cuando los mensajes son poco deseables, las personas tienden a creer que ellos mismos no son afectados, pero que estos mensajes sí afectan a las demás personas (Phillips 1983, Golan y Day 2008). Esta teoría es relevante en estudios de psicología ambiental porque nos ayuda a comprender el sesgo que existe en la autoevaluación de valores y actitudes proambientales comparada con la percepción social de las mismas. En el caso del uso de agroquímicos, es común que los agricultores consideren que ellos mismos tienen una preocupación por el ambiente mayor a la de sus pares, que los mensajes proambientales los conciernen a ellos personalmente, considerándolos temas de gran importancia. Paradójicamente, la mayoría tiende a

considerar que los otros miembros de su comunidad no están tan preocupados y que no consideran el tema como importante. En otras palabras, la percepción social de normas y valores relacionados con la conciencia ambiental tiende a ser pobre, debido al efecto de primera persona (Gunther 1991, Golan y Day 2008).

MÉTODOS

Se realizó un experimento en línea con un total de 305 participantes de 18 a 24 años, alumnos de seis instituciones de educación superior, como se muestra en **cuadro I**. El 38 % fueron mujeres (116 estudiantes) y el 62 % hombres (189). Se realizó un muestreo por conveniencia y se reclutaron participantes cursando el último semestre de su carrera durante el periodo 2021-3, debido a que en esta etapa están preparados para iniciar su trayectoria laboral y aplicar sus conocimientos en el campo. El diseño de la investigación involucró trazar una matriz de variables (**Cuadro II**), en la cual se identificaron tres categorías principales: I) conocimientos y entorno educativo, II) percepción de prácticas agrícolas sustentables y III) percepción individual y social de la contaminación por agroquímicos. De esta matriz se derivó el cuestionario y posteriormente, tomando en cuenta los resultados de este estudio se diseñó el modelo propuesto en la **figura 1**, sobre la psicología del uso de agroquímicos.

Cada participante respondió a un cuestionario de 20 baterías con preguntas demográficas como edad y sexo, sus opiniones sobre el uso de agroquímicos, nivel de preocupación por el ambiente, percepción del grado de afectación que tienen los agroquímicos en la salud humana, percepción social del grado de preocupación en su comunidad, acciones que realizan para cuidar el ambiente y una auto evaluación de conocimientos (en escala Likert de cuatro puntos para evitar las respuestas neutrales) sobre plaguicidas y fertilizantes, así como de sus efectos en el ambien-

CUADRO I. INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR PARTICIPANTES (IES).

IES participantes	Programa académico	Número de participantes
1 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Ingeniería en Agronomía y Parasitología	68
2 Universidad Autónoma de Baja California	Ingeniería en Agronomía	45
3 Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	Ingeniería Agroforestal	46
4 Tecnológico de Morelia	Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable	75
5 Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Ingeniería en Agroecología	30
6 Universidad Autónoma de Tamaulipas	Ingeniería en Agronomía	41

CUADRO II. MATRIZ DE VARIABLES.

Factores generales	VARIABLES	Ejemplos de preguntas en escala de Likert
I. Conocimientos y entorno educativo	Conocimientos sobre el uso de agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes)	En mi universidad aprendemos sobre el uso de agroquímicos.
	Conocimientos sobre el efecto de agroquímicos en el ambiente y la salud humana	En mi universidad aprendemos sobre los efectos de agroquímicos en el ambiente y la salud humana.
	Conocimientos sobre estrategias sustentables en la agricultura	En mi universidad aprendemos sobre estrategias sustentables en la agricultura, como el control biológico de plagas y fertilizantes orgánicos.
	Materias especializadas sobre sustentabilidad en los programas educativos	He tomado materias especializadas en estrategias sustentables para la agricultura.
II. Percepción de prácticas agrícolas sustentables	Accesibilidad	En mi comunidad los agricultores tienen acceso a herramientas agrícolas sustentables.
		En mi opinión, es fácil adquirir productos sustentables para la agricultura.
	Rentabilidad	Las estrategias agrícolas sustentables son redituables (producen ganancias) para los agricultores.
		Es posible mantener un nivel de producción alto con estrategias sustentables.
		El costo de implementar estrategias sustentables es accesible.
Factibilidad	Las estrategias agrícolas sustentables son factibles. En mi opinión, los plaguicidas botánicos son efectivos. En mi opinión, los fertilizantes orgánicos son efectivos.	
Compatibilidad con sistemas tradicionales	Las estrategias agrícolas sustentables son compatibles con los sistemas y herramientas tradicionales.	
III. Percepción individual y social	A. Percepción de autoeficacia	Realizo acciones para cuidar el ambiente. Creo que mis decisiones y acciones pueden hacer una diferencia importante en el ambiente. Mis acciones tienen un impacto real en el ambiente.
	B. Nivel de conciencia ambiental	En mi trabajo, siempre pienso en cuál es la opción más sustentable. Prefiero utilizar abonos orgánicos para el mejoramiento de suelos. Creo que es importante implementar herramientas sustentables en la agricultura. Lo más importante en la agricultura debe ser la sustentabilidad, no la alta productividad. Me preocupa que los agroquímicos puedan causar daños en la salud de las personas. Me preocupa que los agroquímicos puedan causar un daño en mi salud. Me preocupa que los agroquímicos contaminen el ambiente.
		C. Percepción de conciencia ambiental en el contexto social

te y la salud humana. Además, se indagó sobre la percepción que los estudiantes tienen de su entorno educativo, en relación con la sustentabilidad, en preguntas con escala Likert de cinco puntos por grado de acuerdo y además en preguntas abiertas sobre la opinión de los participantes acerca de los agroquímicos. Las preguntas abiertas fueron analizadas con el programa MAXQDA para datos cualitativos, en el cual se identifican las respuestas más frecuentes, mediante un sistema de codificación. Las preguntas de opción múltiple y escala de Likert fueron analizadas con la plataforma en línea SurveyHero.

RESULTADOS

Los participantes indicaron el nivel de gravedad que perciben en la contaminación por agroquímicos (**Fig. 2**), un 48.85 % consideraron que el problema es completamente real y grave y un 49.18 % indicaron que es real y grave pero que los agroquímicos son necesarios para la producción; un porcentaje mínimo (1.3 %) indicó que no cree que sea una causa de contaminación importante y dos participantes indicaron que no tenían suficiente información sobre el tema. El 60.3 % de las mujeres indicaron que la contaminación por agroquímicos es completamente real y grave; comparado con el 41.8 % de los hombres, quienes se inclinaron más hacia la respuesta “Es real y grave, pero los agroquímicos son necesarios para la producción”, en un 56 %, comparado con el 37.9 % de las mujeres.

En cuanto al nivel de preocupación de los estudiantes, el 76.39 % indicaron un alto nivel de preocupación por el ambiente (**Fig. 3**) y un 23.61 % indicaron estar poco preocupados. Las mujeres demostraron una mayor preocupación, un 87 % indicaron estar muy preocupadas, comparado con el 69.8 % de los hombres. El 89.8 % de los participantes indicaron que los agroquímicos pueden afectar mucho la salud humana (**Fig. 4**), esto fue consistente tanto en hombres (89.3 %) como en mujeres (90.52 %). Al preguntarle a los participantes qué tan preocupada se encuentra su comunidad por el uso de agroquímicos, el 63.16 % indicaron que poco preocupada (**Fig. 5**). Esto refleja una percepción social de cultura ambiental baja. También ilustra la teoría del efecto de primera persona (Gunther 1991, Golan y Day 2008). Este efecto, indicado por la respuesta “poco preocupada” fue consistente tanto en hombres (63.3 %) como en mujeres (62.9 %).

En cuanto a las acciones para cuidar el ambiente, el 11.51 % indicaron que realizan muchas acciones, el 83.22 % indicaron que realizan algunas acciones y el 5.26 % indicaron que no realizan ninguna acción (**Fig. 6**). La mayoría de hombres (84.5 %) y mujeres (81 %) respondieron que sí, realizan algunas acciones; y el 15.5 % de las mujeres indicó que realiza muchas acciones para cuidar el ambiente, comparado con el 9 % de los hombres.

La mayoría de los participantes (91.38 %) indicaron que realizan acciones para cuidar el ambiente desde su casa, como reciclaje, composta, ahorro de agua, entre otras. El 32.76 % indicaron que realizan

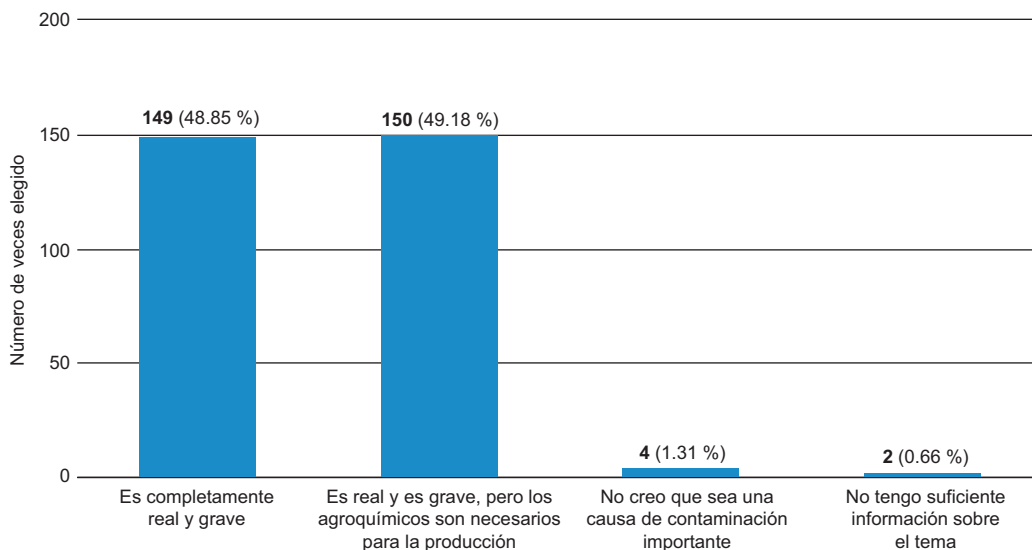


Fig. 2. Percepción de la contaminación por el uso de agroquímicos.

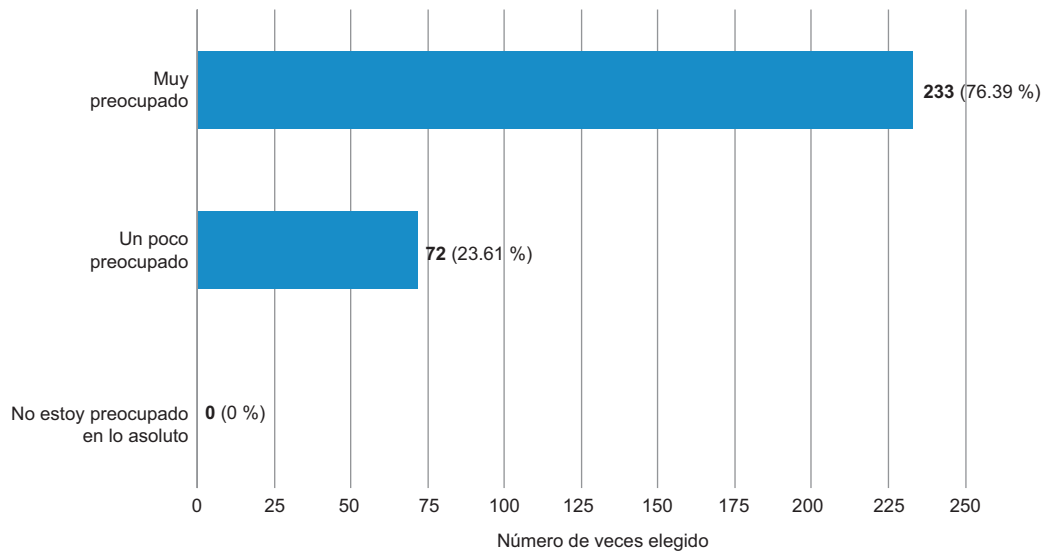


Fig. 3. Nivel de preocupación por el ambiente (¿Qué tan preocupado estás por el ambiente?)

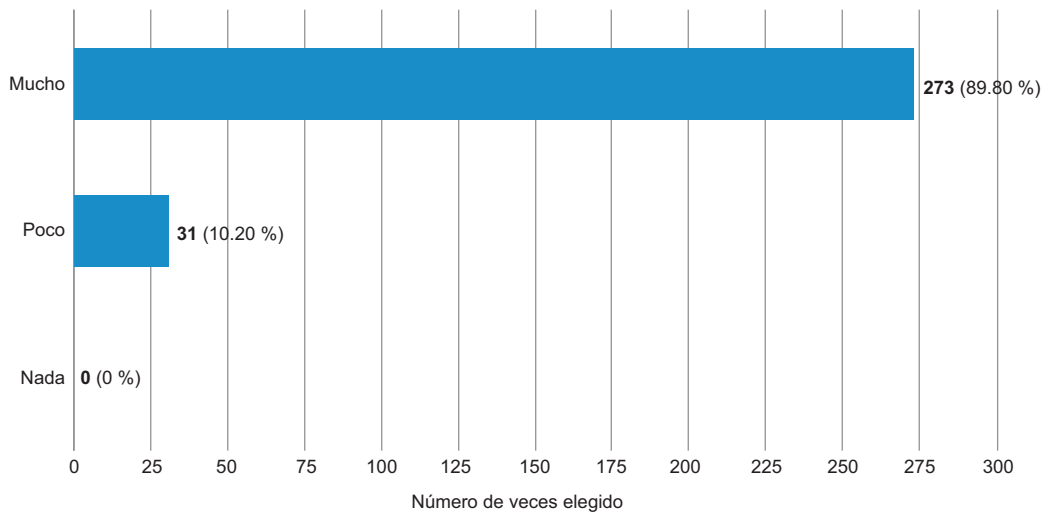


Fig. 4. Percepción de daños a la salud humana por el uso de agroquímicos (¿Qué tanto consideras que los agroquímicos pueden afectar la salud humana?)

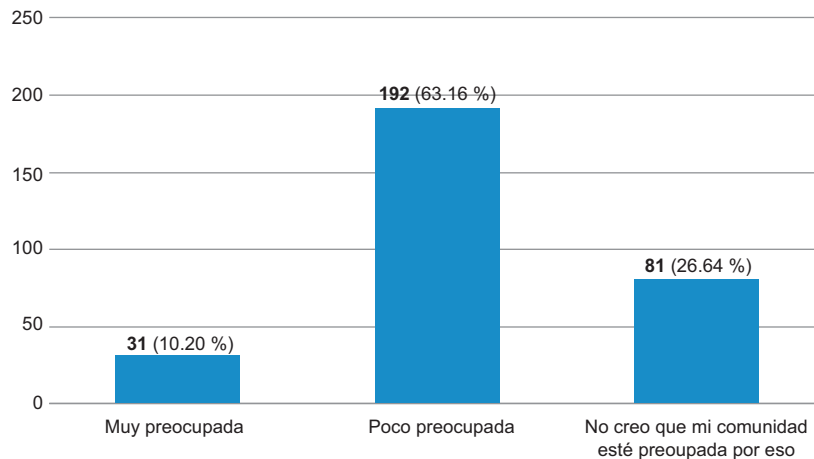


Fig. 5. Percepción del nivel de preocupación en el entorno social (¿Qué tan preocupada crees que se encuentra tu comunidad por la contaminación ambiental causada por agroquímicos?).

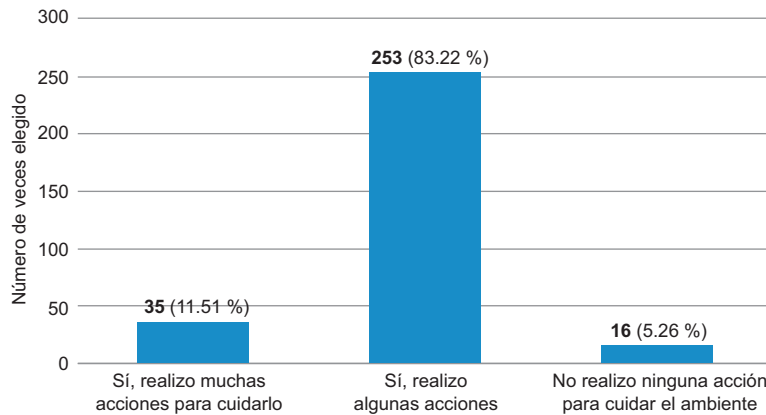


Fig. 6. Comportamiento proambiental. (¿Actualmente realizas acciones para cuidar del ambiente?).

acciones en su comunidad y un 20% en su institución educativa (**Fig. 7**), únicamente el 5.26 % indicaron que no realizan ninguna acción para cuidar el ambiente. La mayoría de los estudiantes conocen los plaguicidas (**Fig. 8**), aunque no tienen conocimientos prácticos sobre los mismos.

En los resultados de la auto evaluación de conocimientos sobre los efectos de los plaguicidas en la salud humana y el ambiente (**Fig. 9**), es evidente que los estudiantes no se sienten seguros de conocer los efectos de los plaguicidas. La sustancia activa más conocida por sus efectos es el glifosato, seguido del paraquat. Los plaguicidas menos conocidos son el fentión, el monocrotofós y la fosfina. Se observó una diferencia en las respuestas de hombres y mujeres sobre la necesidad de utilizar plaguicidas en la agricultura. El 48 % de los hombres indicaron que son necesarios, comparado con el 27.59 % de las mujeres.

En cuanto a los fertilizantes, la urea es el más conocido, seguido por el nitrato de amonio, tanto en hombres como en mujeres. Los menos conocidos por los hombres son el nitrato de magnesio y el sulfato de magnesio. En mujeres, el fosfato mono potásico seguido del fosfato mono amónico son los menos conocidos. La respuesta respecto a los efectos de los fertilizantes fue similar a la de los plaguicidas (**Fig. 10 y Fig. 11**), los participantes conocen los efectos pero no se sienten seguros de sus conocimientos. En promedio los estudiantes indicaron que tienen más conocimientos generales sobre fertilizantes que sobre plaguicidas y también conocen mejor los efectos en el ambiente y la salud humana de los fertilizantes que de los plaguicidas (**Cuadro III**). Se observó una opinión dividida en cuanto a la necesidad de utilizar fertilizantes en la agricultura (**Fig. 12**). El 57.7 % indicaron que los consideran necesarios y el

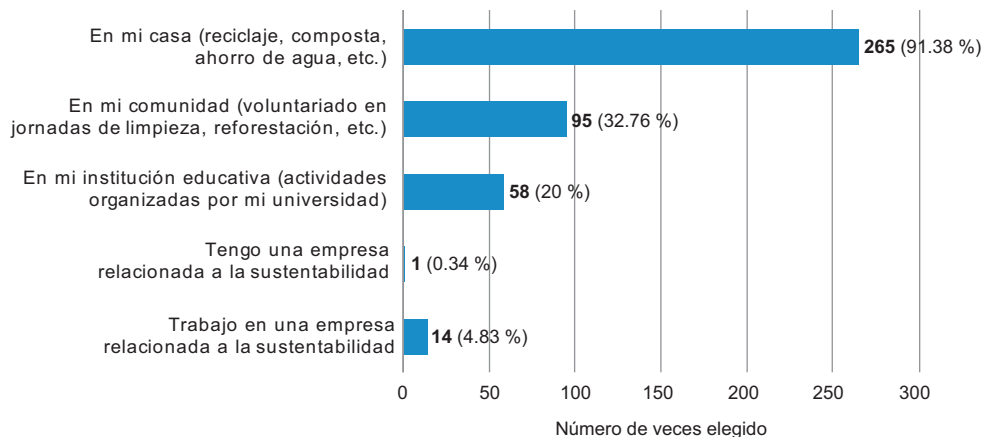


Fig. 7. Lugar donde se realizan acciones proambientales.

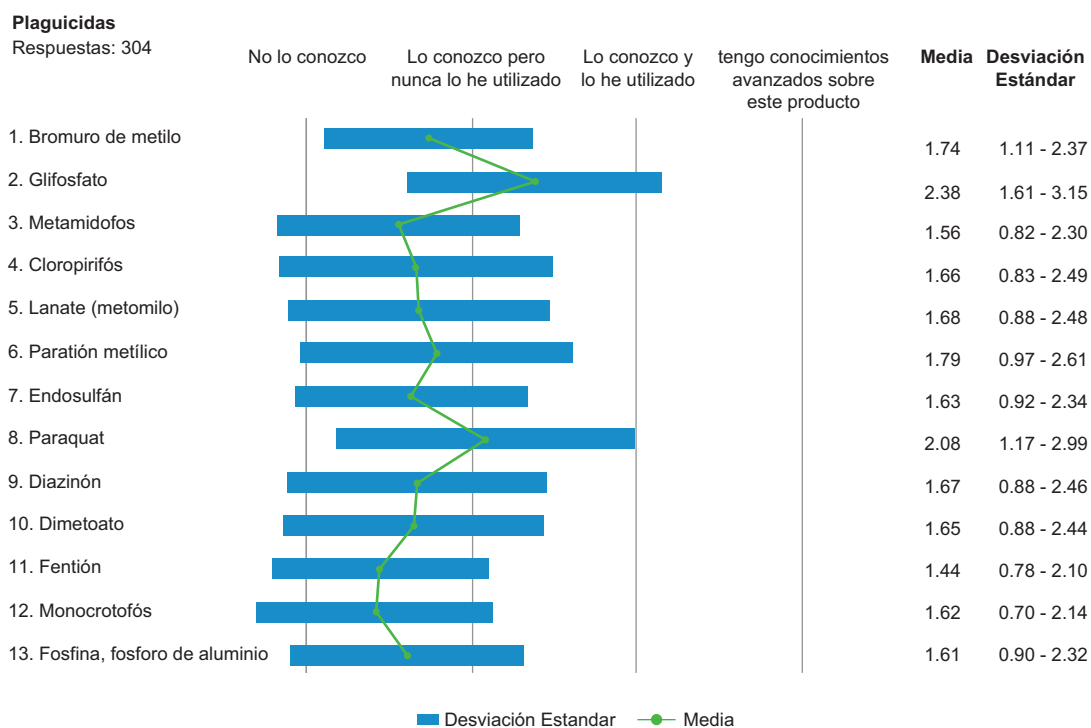


Fig. 8. Autoevaluación del nivel de conocimientos sobre plaguicidas.

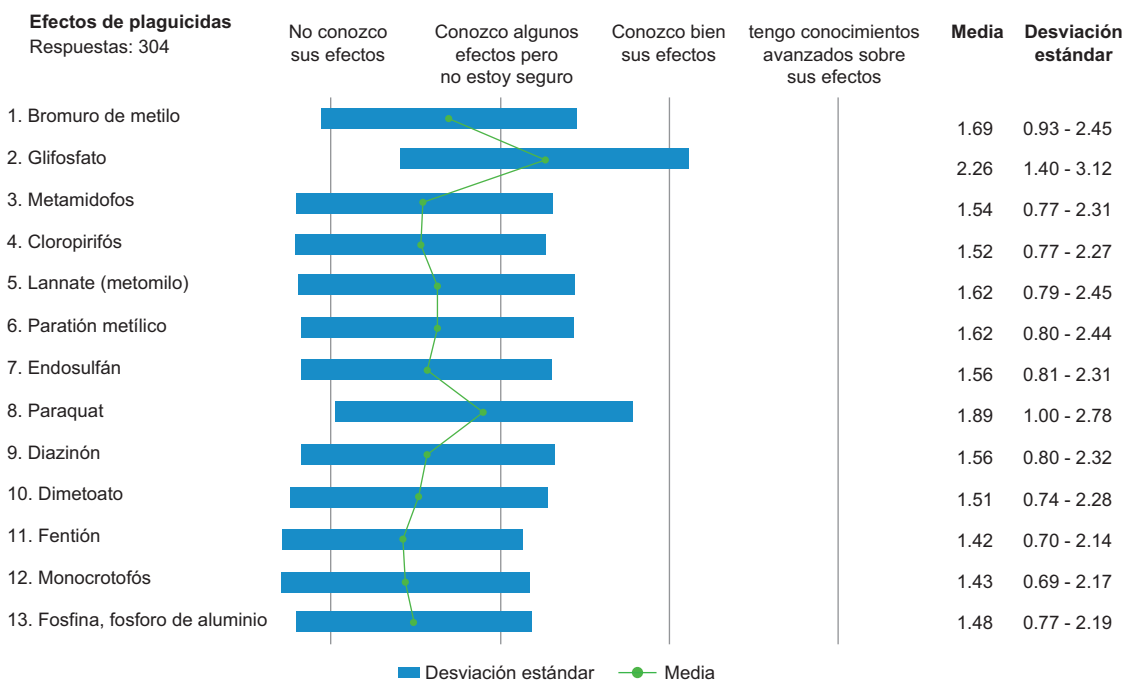


Fig. 9. Autoevaluación de conocimientos sobre los efectos de plaguicidas en la salud humana y el ambiente.

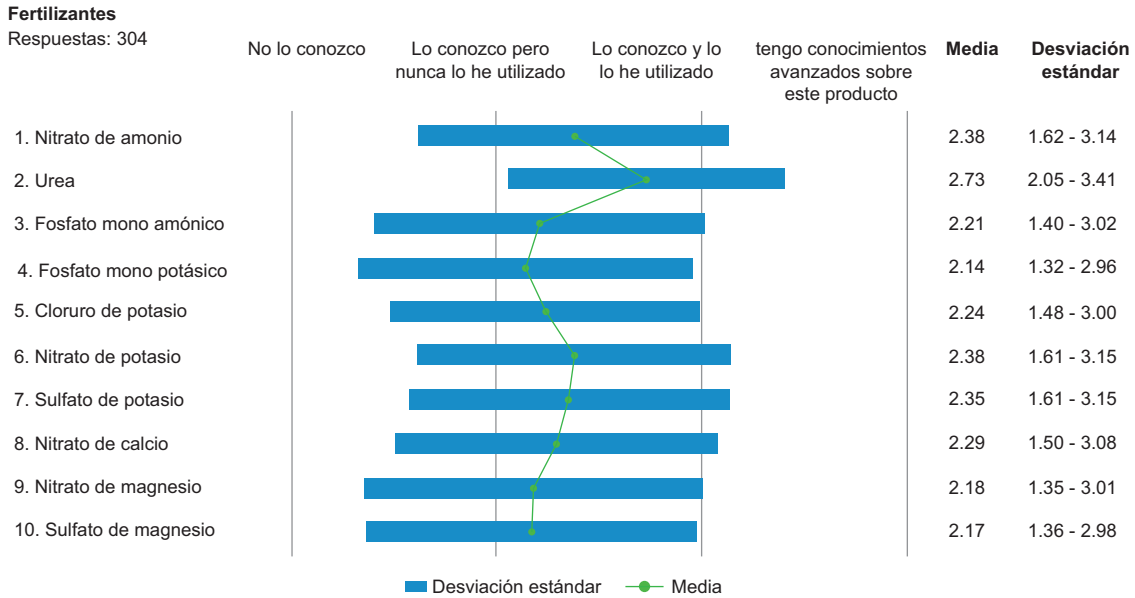


Fig. 10. Autoevaluación del nivel de conocimientos sobre fertilizantes.

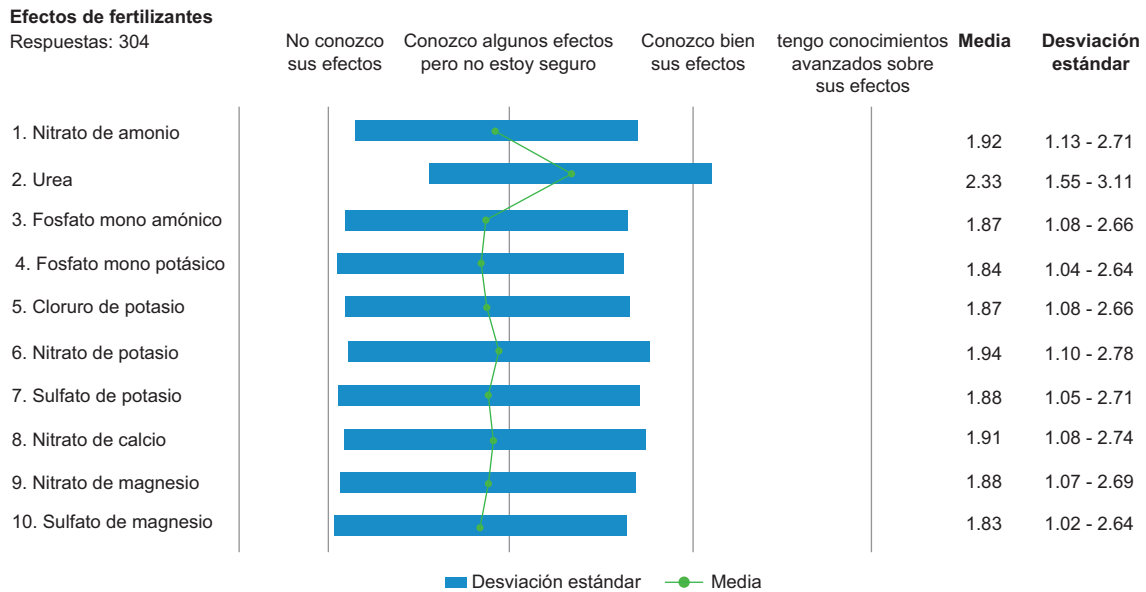


Fig. 11. Autoevaluación de conocimientos sobre los efectos de fertilizantes en la salud humana y el ambiente.

42.3 % indicaron que existen alternativas sustentables para el mejoramiento de suelos. En cuanto a la percepción del entorno educativo (Fig. 13), los participantes indicaron estar de acuerdo con que en su universidad aprenden sobre el uso de agroquímicos, así como sobre sus efectos en el ambiente y la salud humana. Además, se puede observar un mayor grado de aceptación (4.29 de 5 puntos) en la pregunta 3,

que indica que en sus universidades aprenden sobre estrategias sustentables y en menor grado en relación con las materias especializadas en este tema (3.81 de 5 puntos).

En cuanto a la percepción individual, los participantes demostraron un alto nivel de preocupación sobre los efectos nocivos de los agroquímicos en la salud de otras personas (4.3 de 5 puntos), en el

CUADRO III. PROMEDIO GENERAL DEL NIVEL DE CONOCIMIENTOS.

Conocimientos generales (escala de Likert de 1 a 4 puntos)	
Plaguicidas	1.73
Fertilizantes	2.30
Sobre los efectos en el ambiente y la salud humana	
De plaguicidas	1.62
De fertilizantes	2.35

ambiente (4.36) y, sobre todo, en su propia salud (4.45). Las respuestas relacionadas con la percepción social contrastan (ver Fig. 14), los participantes marcaron respuestas neutras sobre la preocupación

por el uso de agroquímicos en sus comunidades (2.87 de 5 puntos) y sobre el ambiente (2.99). Esto puede interpretarse como el efecto de primera persona, en donde los individuos tienden a considerar que ellos mismos son más susceptibles a los mensajes de conservación ambiental (considerados deseables o aceptables socialmente) comparados con otras personas en sus comunidades (Lin 2013). El ítem 7 es una de las preguntas que mide la conciencia ambiental de los participantes, en donde se observa una respuesta entre neutra y de acuerdo (3.58 de 5 puntos) sobre la prioridad que debe tener la sustentabilidad sobre la alta productividad. Aunque estuvieron de acuerdo con los primeros 4 ítems que miden sus actitudes hacia la conservación ambiental, es evidente que cuando se trata del rendimiento de cultivos, los futuros

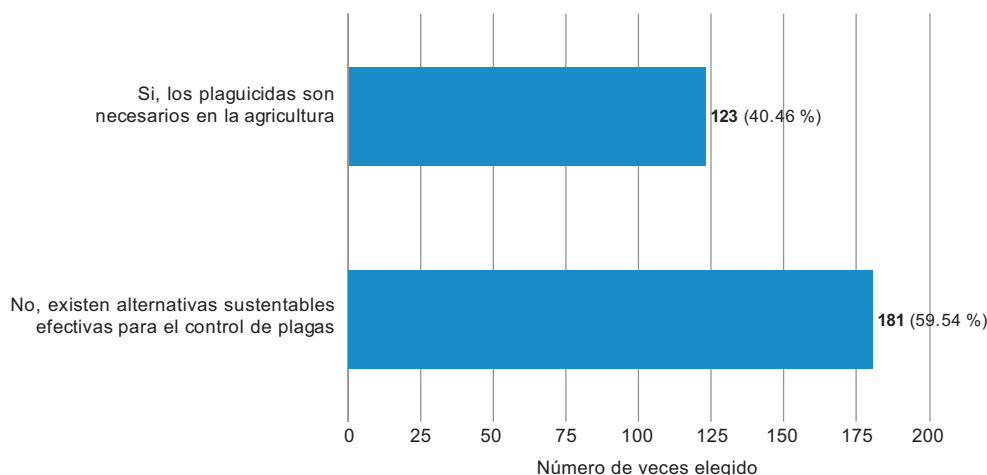


Fig. 12. Percepción de los fertilizantes (¿Consideras que los fertilizantes son un recurso necesario para la producción?).

Percepción del entorno educativo

Respuestas: 304

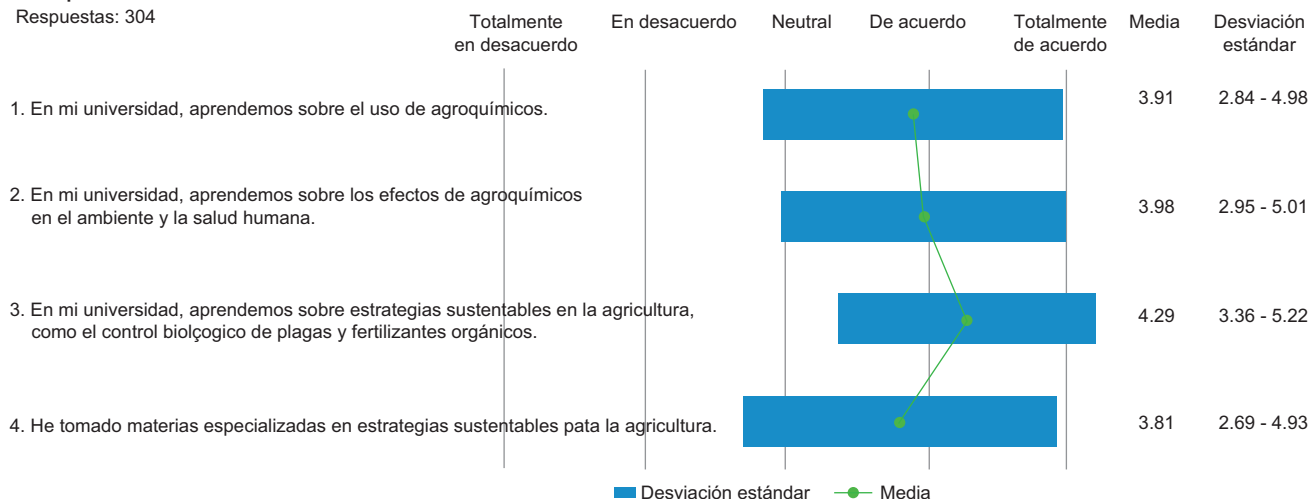


Fig. 13. Percepción del entorno educativo.

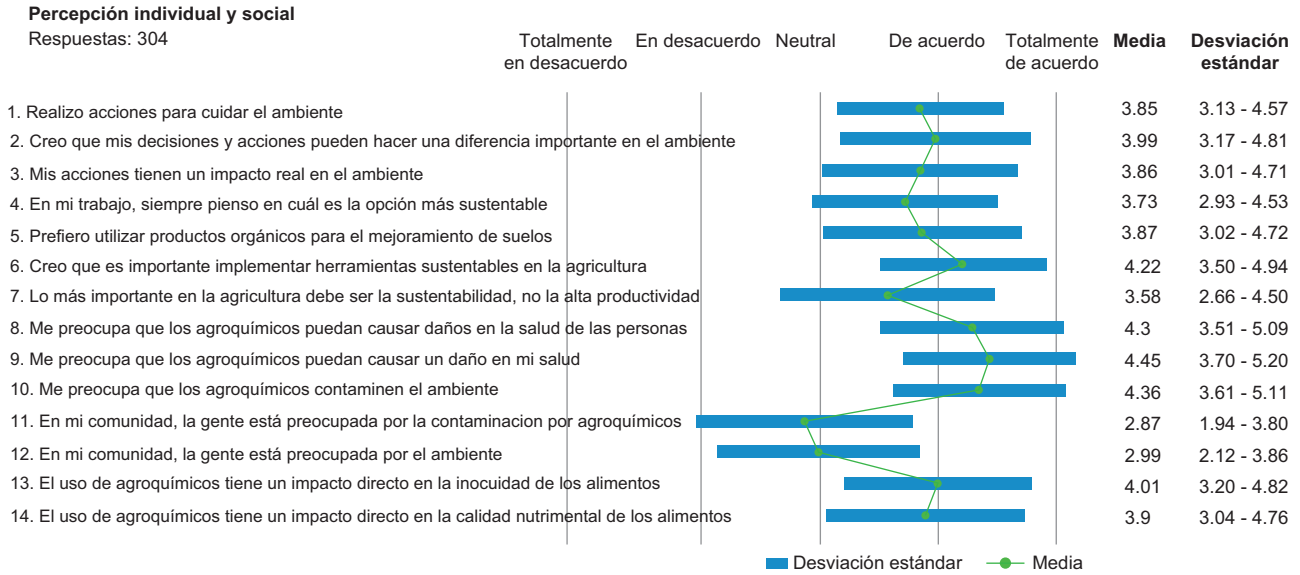


Fig. 14. Percepción individual y social.

agricultores se sienten ambivalentes respecto al balance entre productividad y manejo sustentable.

Como es evidente en los resultados cualitativos (**Fig. 15**), el 22.6 % indicaron que la contaminación por agroquímicos es un problema grave y un 17.2 % de los estudiantes está consciente que son dañinos para la salud humana. En las **figuras 16 y 17** se muestra la comparación de respuesta media entre las universidades participantes sobre el nivel de conocimientos que los estudiantes indican tener de los efectos de los fertilizantes (**Fig. 16**) y plaguicidas (**Fig. 17**) en el ambiente y la salud humana. Como es evidente en las **figuras 16 y 17**, las universidades ubicadas en el sur de México califican más bajo en los conocimientos de agroquímicos, esto podría estar relacionado con la agricultura de subsistencia que prevalece en el sur del país, mientras que en el norte predomina la exportación agrícola.

DISCUSIÓN

Siguiendo el modelo conceptual que proponemos en esta investigación (**Fig. 1**), la percepción de los estudiantes de agronomía sobre la contaminación por agroquímicos se explora a través de los siguientes cinco factores: 1) actitudes hacia la conservación ambiental, 2) percepción de costo-beneficio, 3) disponibilidad de recursos, 4) nivel de conocimientos sobre agroquímicos y sus efectos en el ambiente y la salud humana y 5) las normas sociales en el contexto

de cada productor, un factor determinante que regula y moldea los otros cuatro.

Sobre las actitudes detectadas hacia la conservación ambiental, es claro que los estudiantes tienen un nivel alto de conciencia ambiental, esto es evidente tanto en los resultados cuantitativos (**Fig. 3**) en donde el 76 % de los estudiantes indicaron estar muy preocupados por el ambiente, como en los resultados cualitativos (**Fig. 15**), en donde la respuesta más frecuente para describir la opinión sobre la contaminación por agroquímicos es que es un problema grave (79 estudiantes, 22.6 % de la muestra). Además, el 89.8 % indicó que los agroquímicos causan muchos daños a la salud humana (**Fig. 4**). Por lo tanto, podemos decir que los estudiantes de agronomía están conscientes del problema y muestran un alto nivel de preocupación respecto al mismo. En cuanto al comportamiento proambiental, el 83.2 % de los participantes indicaron que realizan algunas acciones para la conservación ambiental, principalmente en sus hogares (el 91.38 %) y en menor medida en sus comunidades (32.7 %) e instituciones educativas (20 %) como se observa en la **figura 7**.

Con relación a la percepción de costo-beneficio de alternativas sustentables, Chèze et al. (2020) indican que una condición necesaria para que los productores reduzcan el uso de agroquímicos es la creencia de que es posible mantener el rendimiento de la producción. Casi la mitad de los estudiantes encuestados (49.18 %) indicaron que los agroquímicos son necesarios para la producción (**Fig. 2**). Esta respuesta denota una

¿Qué opinas sobre el uso de agroquímicos?

Muestra: 304 estudiantes de agronomía y ciencias afines, en 6 universidades de la República Mexicana
 *La gráfica muestra las respuestas más frecuentes de los participantes

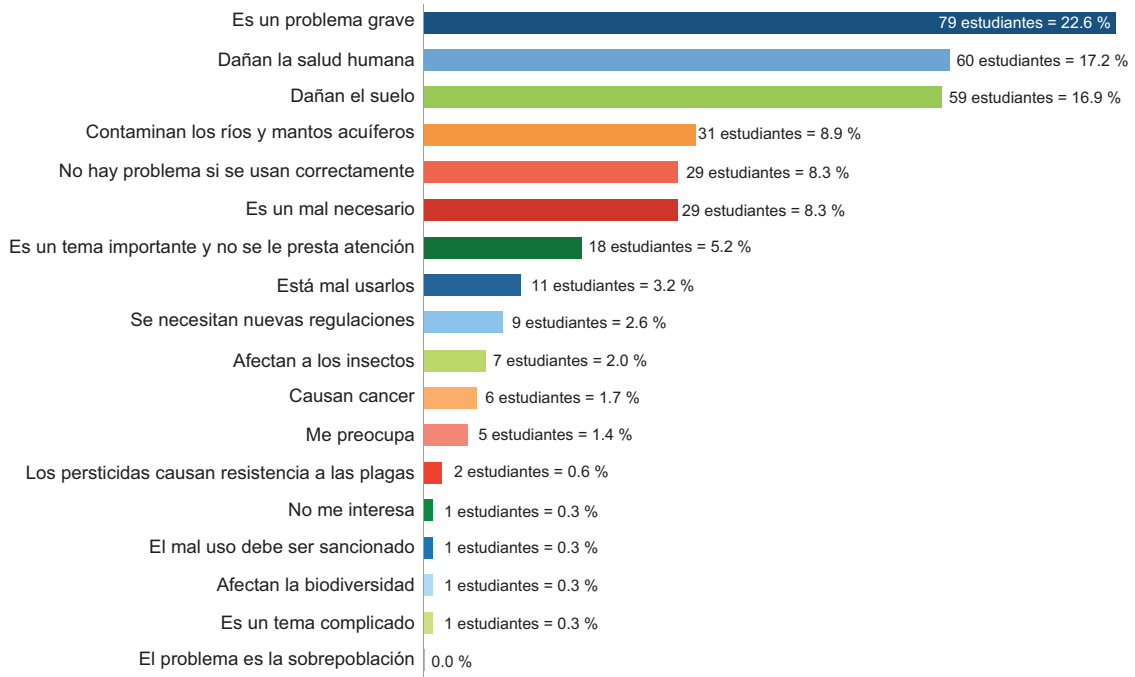


Fig. 15. Respuestas abiertas.

Por favor evalúa tu nivel de conocimiento sobre los efectos que cada plaguicida tiene en la salud humana y el ambiente

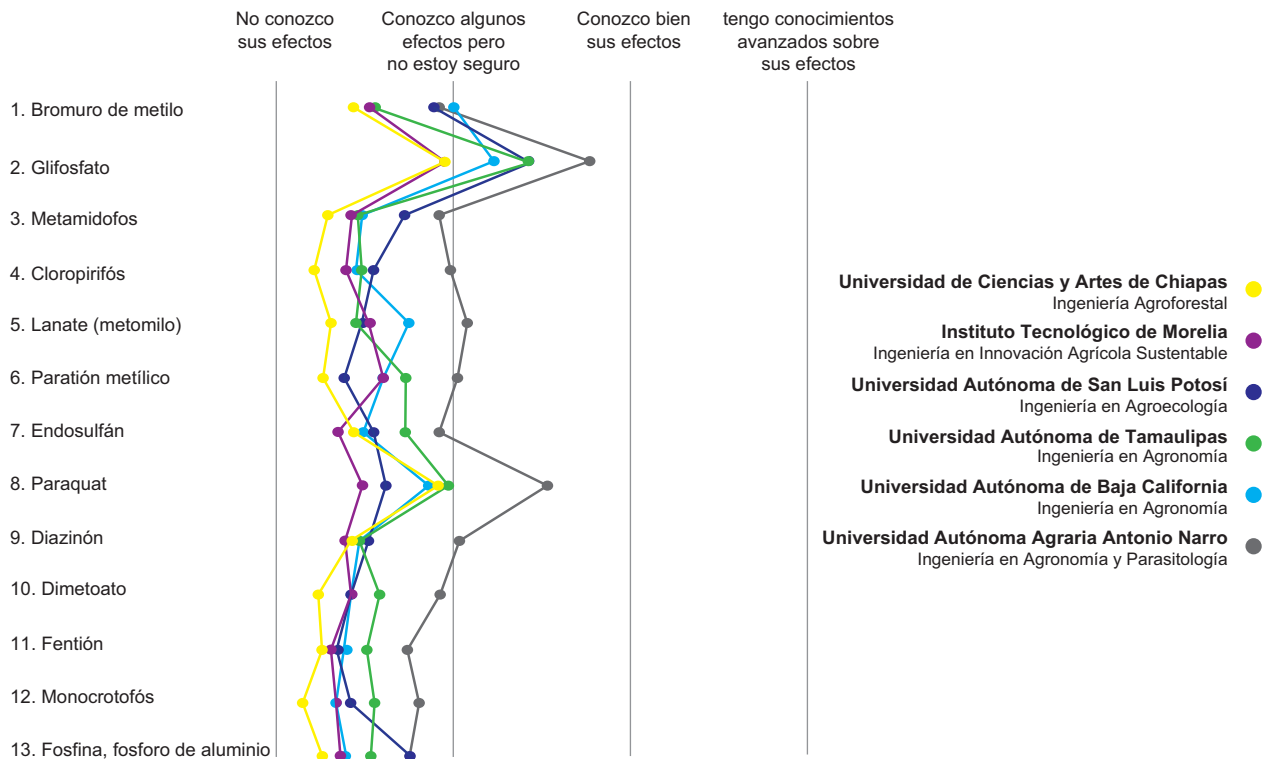


Fig. 16. Comparación de respuesta media entre universidades sobre el nivel de conocimientos que tienen los estudiantes acerca de los efectos de los plaguicidas en el ambiente y la salud humana.

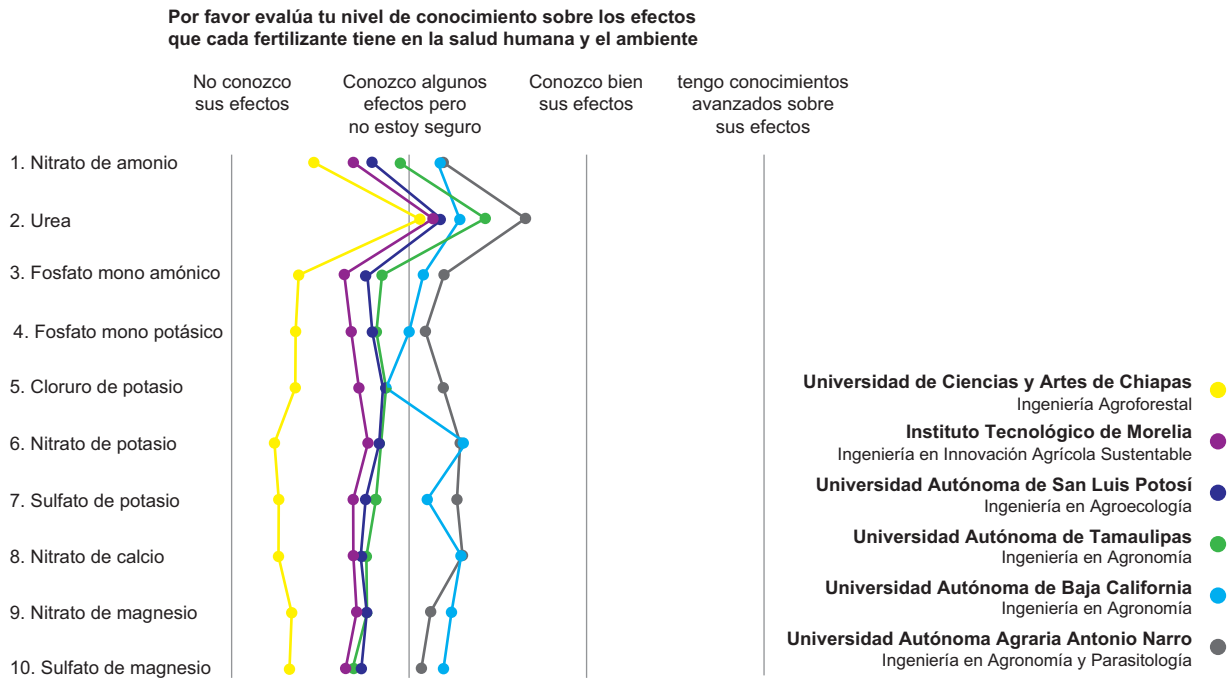


Fig. 17. Comparación de respuesta media entre universidades sobre el nivel de conocimientos que tienen los estudiantes acerca de los efectos de los fertilizantes en el ambiente y la salud humana.

barrera cognitiva para la reducción del uso de plaguicidas y fertilizantes químicos. Esto significa que los agroquímicos son considerados por la mitad de los participantes como un mal necesario. Esto, sin duda, se ve acentuado en los participantes hombres, quienes consideran en mayor número (48 %) que los plaguicidas y fertilizantes son necesarios para la producción. Por otro lado, las mujeres, en su mayoría (72.4 %) consideran que existen alternativas sustentables efectivas para el control de plagas, comparado con el 51 % de los hombres. En cuanto al uso de fertilizantes y la preferencia por alternativas sustentables para el mejoramiento de suelos, la opinión de las mujeres se dividió en un 50 % por cada respuesta, mientras que los hombres se inclinaron en un 62 % por la opinión de que los fertilizantes son necesarios en la agricultura. Esto indica que el género sí influye en la percepción y la preocupación por el ambiente. En general, las mujeres indicaron estar más preocupadas que los hombres, realizan mayor número de acciones proambientales y optan por alternativas sustentables en lugar de plaguicidas. Es posible que esta diferencia entre géneros esté relacionada con los roles y estereotipos culturales tradicionales que existen en la sociedad mexicana, en donde, “el rol social de los hombres es el de proveedor mientras que la mujer tiene el rol de cuidado, alimentar y educar a los hijos/as, además

de atender al marido y el hogar (Monreal-Gimeno et al. 2019). Esto podría influenciar la perspectiva de las mujeres, enfatizando la preocupación por el cuidado del ambiente para sus hijos y un acentuado sentido de responsabilidad social y de cuidado comunitario para las futuras generaciones.

En cuanto al nivel de conocimientos que tienen los estudiantes sobre agroquímicos, se observa un promedio mayor en cuanto al nivel de conocimientos sobre fertilizantes, así como de sus efectos en el ambiente y la salud humana (**Cuadro III**). En general, se observó que los estudiantes de todas las instituciones participantes carecen de conocimientos prácticos y avanzados acerca de los agroquímicos. Aunque la mayoría indicaron que en sus universidades sí aprenden sobre el uso de agroquímicos, así como de sus efectos y reportaron haber tomado materias especializadas en estrategias sustentables para la agricultura (**Fig. 13**). Sin embargo, es evidente que los estudiantes no se sienten seguros de haber aprendido estos conocimientos a nivel práctico ni a nivel avanzado (**Figs. 8, 9, 10 y 11**).

En relación con las normas sociales y la percepción social de los estudiantes, la mayoría considera que su comunidad está poco (63.16 %) o nada preocupada (26.64 %) por la contaminación que causan los agroquímicos. Como indican Klöckner (2015) y

Bakker et al. (2021), las normas sociales percibidas son determinantes en la conducta de los agricultores, tener una percepción social pobre de la cultura ambiental en el contexto social, afecta la toma de decisiones de los productores, porque al fin y al cabo, perciben que los demás agricultores no reducen su uso de agroquímicos y sienten menos presión social para hacerlo.

CONCLUSIONES

Los resultados relacionados con el nivel de conocimientos de los estudiantes sobre los agroquímicos y sus efectos podrían reflejar un problema sistémico en los métodos de enseñanza de los programas de agronomía. Esto, porque a pesar de que la información está disponible en sus entornos educativos y se imparten materias especializadas sobre sistemas agrícolas sustentables, los estudiantes parecen no asimilar a nivel práctico ni avanzado los conocimientos respecto al uso y efectos de los agroquímicos. Un factor que podría incidir en este tema es la enseñanza de técnicas agrícolas sustentables de alto rendimiento, lo que podría romper con la barrera cognitiva existente, reflejada en la creencia de que los agroquímicos son necesarios para la producción. Como podemos observar, un factor preponderante en la construcción de actitudes, normas y valores alrededor del uso de agroquímicos es el alto rendimiento de cultivos, así como el interés por mantener un margen alto de ganancias en la producción.

La formación de los estudiantes de agronomía y ciencias afines es clave para el desarrollo de estrategias sustentables de seguridad alimentaria. Como demuestra la literatura, el uso de agroquímicos implica riesgos graves para la salud y el ambiente. Por este motivo, la formación educativa de los estudiantes de ciencias agrícolas debe incluir conocimientos especializados sobre estos riesgos. Un punto importante es incorporar a los programas educativos materias especializadas en el uso seguro de agroquímicos, en las cuales no sólo se concientice a los estudiantes sobre los riesgos de cada sustancia, sino que se les permita adquirir conocimientos prácticos sobre el buen uso de las mismas. Además, es importante que los futuros agricultores conozcan la práctica de métodos sustentables, como agricultura orgánica, biotecnologías, plaguicidas naturales a base de plantas, enriquecimiento orgánico de suelos, rotación de cultivos, entre otros.

Respecto al fortalecimiento de una cultura ambiental en la que existan normas sociales respecto al buen uso de agroquímicos, es necesario llevar a cabo

actividades comunitarias y de capacitación, en las que sea posible socializar el interés por el ambiente de forma colectiva; lo que reforzaría nuevas normas sociales para la conservación ambiental. Esto puede lograrse mediante diferentes esfuerzos, por ejemplo la vinculación de las instituciones de educación superior con los sectores productivos, involucrando a los estudiantes en actividades de capacitación para los productores agrícolas, la implementación de tecnologías agrícolas sustentables, mediante la creación de nuevas empresas especializadas en biotecnologías y agricultura orgánica, la búsqueda de subsidios gubernamentales y el impulso de organizaciones comunitarias para implementar sistemas de producción agrícola más sostenibles y promover la seguridad alimentaria a largo plazo.

REFERENCIAS

- Amundson R., Asefaw-Berhe A., Hopmans J. W., Olson C., Sztein E. y Sparks D.L. (2015). Soil and human security in the 21st century. *Science* 348 (6235), 1261071-1261071. <https://doi.org/10.1126/science.1261071>
- 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* 39 (153), 205-215.
- Ahnstrom J., Hockert J., Bergea H., Francis Ch., Skelton P. y Hallgren L. (2009). Farmers and nature conservation: What is known about attitudes, context factors and actions affecting conservation? *Renewable Agriculture and Food Systems* 24 (1), 38-47. <https://doi.org/10.1017/S1742170508002391>
- Asghar U., Malik M.F. y Javed A. (2016). Pesticide exposure and human health: A review. *Journal of Ecosystem & Ecography* S5 (005), 1-4. <https://doi.org/10.4172/2157-7625.S5-005>
- Botías C., David A., Hill E. M. y Goulson D. (2017). Quantifying exposure of wild bumblebees to mixtures of agrochemicals in agricultural and urban landscapes. *Environmental Pollution* 222, 73-82. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.001>
- Bakker L., Sok J., Van der Werf W. y Bianchi F. (2021). Kicking the habit: What makes and breaks farmers' intentions to reduce pesticide use? *Ecological Economics* 180 (2021), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106868>
- Babu S.C., Nivas B.T. y Rajasekaran B. (1992). Groundwater pollution from agrochemicals, a dynamic model of externalities and policy options. *Water Resource Management* 6, 1-13. <https://doi.org/10.1007/BF00872183>

- Chèze B., David M. y Martinet V. (2020). Understanding farmers' reluctance to reduce pesticide use: a choice experiment. *Ecological Economics* 167 (106349), 1-39. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.06.004>
- Carrillo-Quiroga P., Gómez-Quinto C. y Chacón-Hernández J. (2022). El impacto afectivo, cognitivo y conductual de los videos medioambientales: noticias, documental y TED Talk. *Acta Universitaria* 32 (e3300), 1-23. <http://doi.org/10.15174.au.2022.3300>
- Gliessman S. R. y Rosemeyer M. (2010). *The conversion to sustainable agriculture, principles, processes and practices*. CRC Press, Boca Ratón, EUA, 380 pp.
- Gliessman S. R. (2020). Can we feed ourselves as climate changes? Another warning. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 44 (3), 283-283. <https://doi.org/10.1126/10.1080/21683565.2020.1687692>
- Golan G. y Day A. (2008). The first-person effect and its behavioral consequences: A new trend in the twenty-five year history of third-person effect research. *Mass Communication and Society* 11 (4), 539-556. <https://doi.org/10.1080/15205430802368621>
- Horak I., Horn S. y Pieters R. (2020). Agrochemicals in freshwater systems and their potential as endocrine disrupting chemicals: A South African context. *Environmental Pollution* 268 (Part A), 115718. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115718>
- Jain M., Mudhoo A., Lakshmi-Ramasamy D., Najafi M., Usman M., Zhu R., Shobana S., Kumar-Garg V. y Sillanpää M. (2020). Adsorption, degradation, and mineralization of emerging pollutants (pharmaceuticals and agrochemicals) by nanostructures: A comprehensive review. *Environmental Science and Pollution Research* 27 (July), 34862-34905. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09635-x>
- Jayaraj R., Megha P. y Sreedev P. (2016). Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment. *Interdisciplinary Toxicology* 9 (3-4), 90-100. <https://doi.org/10.1515/intox-2016-0012>
- Kajiwara N., Kannan K., Muraoka M., Watanabe M., Takahashi S., Gulland F., Ol-sen H., Blankenship A.L., Jones P.D, Tanabe S. y Giesy J.P. (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. <https://doi.org/10.1007/s002440010224>
- Kaldeen M. (2019). Factors influencing the purchase of agro-chemicals: From the perspective of Sri Lankan farmers. *International Journal of Recent Technology and Engineering* 8 (2S11).
- Khanna R. y Gupta S. (2018). Agrochemicals as a potential cause of ground water pollution: A review. *International Journal of Chemical Studies* 6 (3), 985-990.
- Klößner C. (2015). *The psychology of pro-environmental communication, beyond standard information strategies*. Palgrave Mcmillan, Nueva York, EUA, 281 pp.
- Lin S. (2013). Perceived impact of a documentary film: An investigation of the first-person effect and its implications for environmental issues. *Science Communication* 35 (6), 708-733. <https://doi.org/10.1177/2F1075547013478204>
- Mandal A., Sarkar B., Mandal S., Vithanage M., Patra A. y Manna M. (2020). Impact of agrochemicals on soil health. En: *Agrochemicals detection, treatment and remediation, pesticides and chemical fertilizers*. (M. Prasad, Ed.) Butterworth-Heinemann Elsevier, Oxford, Reino Unido, pp. 161-187. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00007-6>
- Marchand P. (2019). Synthetic agrochemicals, a necessary clarification about their use exposure and impact in crop protection. *Environmental Science and Pollution Research* 26 (1). <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05368-8>
- Méndez E., Bacon C., Cohen R. y Gliessman S. (2016). *Agroecology, a transdisciplinary, participatory and action-oriented approach*. Taylor & Francis, Boca Ratón, EUA, 268 pp.
- Monreal-Gimeno M. del C., Cardenas-Rodríguez R. y Martínez Ferrer B. (2019). Estereotipos, roles de género y cadena de cuidados, transformaciones en el proceso migratorio de las mujeres. *Collectivus. Revista de Ciencias Sociales* 6 (1), 83-99. <http://dx.doi.org/10.15648/Coll.1.2019.06>
- Phillips W. (1983). The third-person effect in communication. *Public Opinion Quarterly* 47 (1), 1-15. <https://doi.org/10.1086/268763>
- Pamminger T., Botías C., Goulson D. y Hughes W. (2017). A mechanistic framework to explain the immunosuppressive effects of neurotoxic pesticides on bees. *Functional Ecology* 32, 1921-1930. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13119>
- Peterson M. E. y Talcot P. A. (2006). *Small animal toxicology*. 2da. Ed. Elsevier, San Luis, EUA, 928 pp.
- Samal S., Mishra C. y Sahoo S. (2019) Setal-epidermal, muscular and enzymatic anomalies induced by certain agrochemicals in the earthworm *Eudrilus eugeniae* (Kinberg). *Environmental Science and Pollution Research* 26, 8039-8049. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04204-3>
- Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. 12-26 octubre, Ginebra, Suiza, 26 pp.
- 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* 38, (11), 2355-2370. <https://doi.org/10.1002/etc.4572>
- UNEP (2009). Risk profile on endosulfan. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the Work of its Fifth Meeting. United Nations Environment Programme, 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, United States Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, Manual. Washington, D.C., EUA, 304 pp.
- USEPA (1996). The second revised HED chapter of the reregistration eligibility decision document (RED) for dicofol. United States Environmental Protection Agency. Washington, D.C., EUA, 238 pp.
- USEPA (2000). Environmental risk assessment for diazinon. United States Environmental Protection Agency, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, Office of Pesticide Programs. Washington, D.C., EUA, 41 pp.
- USEPA (2003). Health effects support document for aldrin/dieldrin. United States Environmental Protection Agency, Office of Water (4304T), Health and Ecological Criteria Division, Washington, D.C., EUA, 255 pp.
- Zhang W. (2018) Global pesticide use: Profile, trend, cost / benefit and more. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences* 8 (1), 1-27.