

Percepciones sobre el uso de agroquímicos y los posibles riesgos para la salud de los jornaleros agrícolas dedicados al cultivo y la cosecha de arándano en El Fuerte, Sinaloa

Perceptions regarding the use of agrochemicals and potential health risks among agricultural laborers engaged in blueberry cultivation and harvesting in El Fuerte, Sinaloa

Claudia Selene **Castro Estrada**¹, Elvia Nereyda **Rodríguez Saucedo**²

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo describir las prácticas, experiencias y percepciones relacionadas con el uso de agroquímicos en el cultivo y la cosecha de arándanos en el municipio de El Fuerte, Sinaloa, para identificar factores que puedan incrementar el riesgo para la salud de los jornaleros agrícolas y generar información que permita fortalecer las medidas de prevención y seguridad durante el uso de estas sustancias. Se realizó un estudio cualitativo de tipo descriptivo, que mediante la técnica de entrevista semiestructurada permitió conocer desde la perspectiva de los jornaleros y productores agrícolas, las condiciones en las que se desarrollan las actividades agrícolas, las formas de contacto con los agroquímicos, las medidas de protección utilizadas, el conocimiento que poseen sobre los riesgos asociados a estas sustancias y las experiencias relacionadas con posibles afectaciones a la salud. Los resultados muestran que los participantes

tienen escaso conocimiento de los nombres comerciales, ingredientes activos, dosis, frecuencia de aplicación y riesgos asociados. Se identificó un uso insuficiente del equipo de protección personal, escasa capacitación específica y una percepción baja del riesgo. Algunos trabajadores reportaron cansancio, mareos y dolor de cabeza, sin que pueda establecerse una relación causal con los agroquímicos. Se concluye que es necesario fortalecer la prevención mediante capacitación continua, uso adecuado del equipo de protección, supervisión, conocimiento de los productos, respeto de periodos de reentrada y manejo responsable de envases vacíos.

Palabras clave: agroquímicos, plaguicidas, jornaleros, salud, riesgo ocupacional.

Abstract

This study aimed to describe the practices, experiences, and perceptions related to the use of agrochemicals in blueberry cultivation and harvesting in the

¹ Universidad Autónoma Indígena de México

² Universidad Autónoma Indígena de México

Recibido: 3 de junio de 2026

Aceptado: 5 de agosto de 2026

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 3(2): 571-594

doi.org/10.35197/rx.22.02.2026.25.cc



municipality of El Fuerte, Sinaloa, in order to identify factors that could increase health risks for agricultural laborers and generate information to strengthen prevention and safety measures during the use of these substances. We performed a descriptive qualitative study using semi-structured interviews to gain insight from the perspectives of both laborers and agricultural producers into the conditions under which agricultural activities take place, modes of exposure to agrochemicals, protective measures employed, knowledge regarding associated risks, and experiences related to potential health effects. The results indicate that participants have limited knowledge of trade names, active

ingredients, dosages, application frequencies, and associated risks. Inadequate use of personal protective equipment, a lack of specific training, and a low perception of risk were identified. Some workers reported fatigue, dizziness, and headaches, although a causal link to agrochemicals could not be established. We conclude that prevention efforts need to be strengthened through continuous training, proper use of protective equipment, supervision, product knowledge, adherence to re-entry intervals, and responsible management of empty containers.

Keywords: agrochemicals, pesticides, farm workers, health, occupational risk.

INTRODUCCIÓN

La agricultura en México se puede identificar en dos tipos, el primero corresponde a la producción de cultivos básicos como el maíz y el frijol, cuyo valor comercial es regularmente bajo y el segundo se enfoca en productos hortícolas y frutales, como frutillas y nueces, que tienen alto valor comercial; el patrón de demanda de mano de obra en este último sector permite exportar de manera continua durante todo el año a Estados Unidos, Europa o Asia, lo cual genera grandes ganancias para estas unidades productivas (Stabridis y Salgado-Viveros, 2023).

En los últimos años, la producción de frutillas o *berries* en el país ha mantenido una tendencia de incremento significativo, para el año 2026 se tiene proyectada una producción de aproximadamente 1.2 millones de toneladas, lo cual representaría un aumento de casi el 4% respecto al año anterior; según el reporte anual del USDA Foreign Agricultural Service, esto se asocia a factores como la adopción de variedades mejoradas y a una mayor tecnificación del sistema productivo (U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service [USDA-FAS], 2026). El desarrollo de este sector presenta una alta concentración regional, estados como Michoacán, Jalisco, Baja California, Guanajuato y Sinaloa continúan liderando la producción nacional, con especialización por cultivo y condiciones agroclimáticas diferenciadas. De acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural las principales frutillas cultivadas en el país son la zarzamora, la fresa, la frambuesa y el arándano (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2024).

Uno de los cultivos de frutillas que ha registrado un crecimiento considerable en la última década es el de arándano, entre 2014 y 2018, el valor de sus exportaciones aumentó 264 %, al pasar de poco más de 83.2

millones de dólares en 2015 a más de 303 millones de dólares en 2018. La superficie destinada al cultivo durante este periodo también se incrementó, de 1,843 hectáreas (ha) en 2014 a aproximadamente 4,000 ha en 2018 (Blanco, 2019). Este crecimiento se ha mantenido en años posteriores; en 2023, la producción nacional de arándano alcanzó 80,133 toneladas, 19.9 % más que en 2022, destacando particularmente el estado de Sinaloa, que ocupó el segundo lugar nacional en producción con 26,634 toneladas y registró un crecimiento de 101.2 % respecto al año anterior (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2024). La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) también informó que México se ubicó como el octavo exportador mundial de arándanos frescos durante los cuatro años previos a 2023, con ventas al exterior por un valor de 490 millones de dólares y una tasa media anual de crecimiento de 15.5 % (SADER, 2023).

En México se produce principalmente el arándano azul (*Vaccinium corymbosum*) debido a la gran variedad de climas y condiciones que propician un mejor desarrollo y una mayor producción. En 2023, Sinaloa registró una superficie sembrada de 2,440 ha, equivalente al 21.4 % de la superficie total a nivel nacional, concentrándose en el municipio de El Fuerte la mayor plantación del estado de este fruto (SIAP, 2024). El arándano azul es un arbusto que puede alcanzar hasta 180 centímetros (cm) de altura, se caracteriza por tener hojas pequeñas y frutos de forma esférica que miden entre 0.5 y 1.5 centímetros de color negro azul. Esta especie es la más comercializada a nivel mundial y su crecimiento silvestre se da principalmente en el norte de EE. UU. (INTAGRI, 2017).

Arándano: cultivo alternativo en el valle del Fuerte

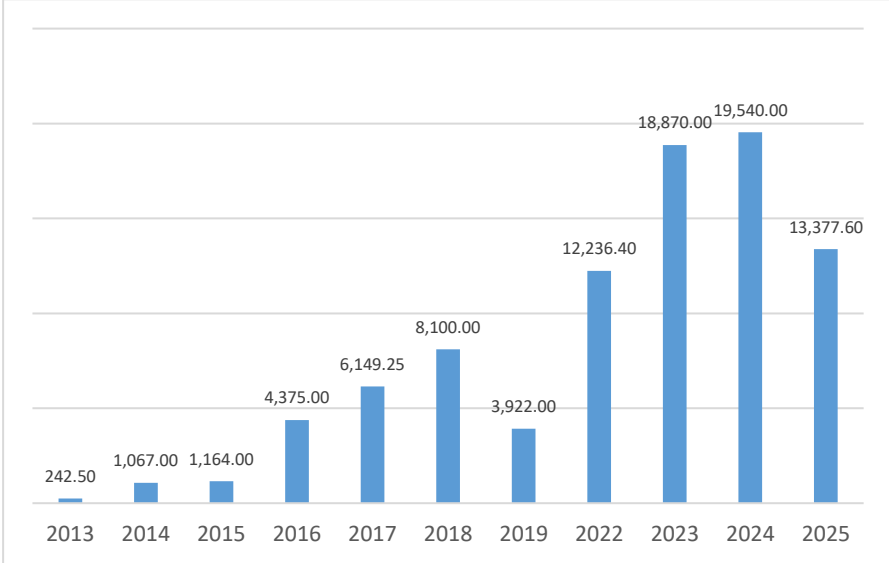
Los cultivos alternativos son aquellos que pueden sustituir o complementar a los cultivos tradicionales, debido a su demanda en los mercados internacionales y a la posibilidad de obtener mejores precios, representan una opción para incrementar la rentabilidad de la actividad agrícola y los ingresos de los productores (Neri & Medina, 2019). Según el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2023), este tipo de cultivos se relaciona con prácticas agrícolas en las que los productores siembran especies distintas de las que normalmente se cultivan en una zona o región y su implementación puede tener como finalidades diversificar la producción agrícola, mejorar la sostenibilidad ambiental, adaptarse a condiciones climáticas cambiantes o satisfacer la demanda de nuevos mercados.

El cultivo de arándano es considerado una actividad alternativa en regiones donde por muchos años solo se sembraban los mismos cultivos por

temporada; en el caso del norte de Sinaloa, y particularmente en el municipio de El Fuerte, la producción de arándano es una actividad reciente si se compara con otros cultivos como el maíz que llevan mucho más tiempo en la región y su introducción ha contribuido a la diversificación de las actividades agrícolas y a la incorporación de nuevas dinámicas económicas y productivas. En la Figura 1 se observa la tendencia creciente de la producción de arándano en el municipio de El Fuerte en los últimos años.

García (2022) afirma que los países donde tradicionalmente se cultiva el arándano no han podido satisfacer la creciente demanda de esta frutilla, por lo que países con condiciones adecuadas para su cultivo, como México, han incursionado en su producción. En el municipio de El Fuerte, el cultivo de arándano se lleva a cabo mediante sistemas tecnificados en macetas o contenedores y bajo mallas fotoselectivas (Peñuelas et al., 2024). Esto se debe a que los suelos de esta zona son típicamente alcalinos, por lo que el uso de sustratos ácidos y de contenedores permite aislar la planta y controlar con precisión su nutrición.

Figura 1
Producción agrícola anual de arándano azul en el municipio de El Fuerte (toneladas)



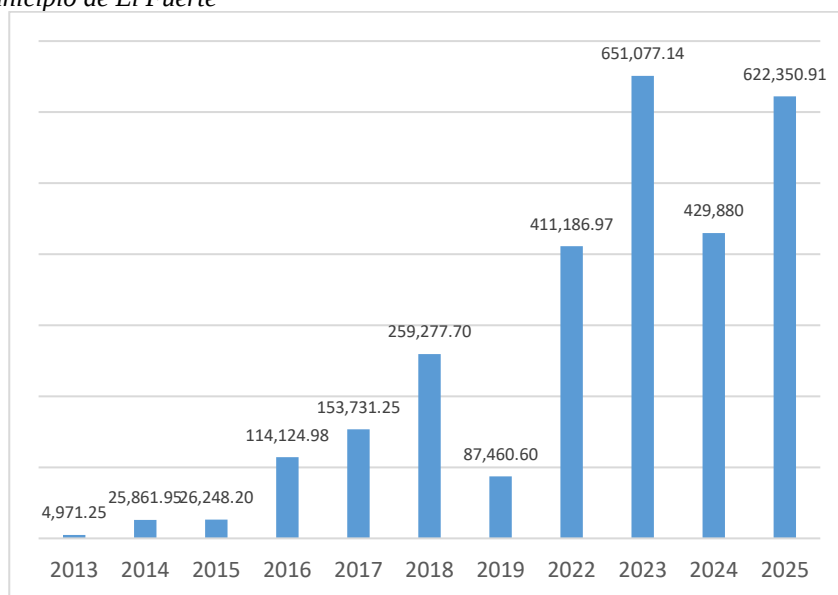
Nota: Elaboración propia a partir de la información del Anuario Estadístico de Producción Agrícola (SIAP, 2026).

Según el SIAP (2026), la producción de arándano genera una derrama económica que también ha crecido en los últimos años, como se muestra en la Figura 2. En 2025, en el municipio de El Fuerte, se cosecharon 13,377.60 toneladas, con un valor de producción de 622,350.91 miles de pesos.

De acuerdo con información publicada sobre la actividad agrícola del municipio, miles de toneladas de arándanos producidos en El Fuerte se exportan a EE. UU. y Canadá (Jáuregui, 2023), para lo cual se requiere el cumplimiento de diversos requisitos relacionados con la sanidad, inocuidad, calidad y trazabilidad del producto. Además de cumplir con las disposiciones fitosanitarias establecidas por los países de destino y contar con la documentación correspondiente para la exportación, los productores y las empresas comercializadoras deben demostrar el cumplimiento de estándares internacionales de buenas prácticas agrícolas (Mora-Córdova et al., 2020). Entre estos, destaca la certificación GLOBALG.A.P., reconocida internacionalmente como un esquema que establece criterios para garantizar prácticas adecuadas en la producción agrícola, que aseguren la inocuidad y la calidad de los productos, así como el cuidado de la salud, la seguridad y el bienestar de los trabajadores (GLOBALG.A.P., 2026).

Figura 2

Valor de la producción agrícola anual (en miles de pesos) de arándano azul en el municipio de El Fuerte



Nota: Elaboración propia a partir de la información del Anuario Estadístico de Producción Agrícola (SIAP, 2026).

A nivel local, uno de los efectos económicos y sociales más importantes de esta actividad es la generación de empleos; sin embargo, estos se caracterizan por su marcada estacionalidad e informalidad. Durante la etapa de cosecha, se concentra la mayor demanda de mano de obra y se ha requerido la contratación de más de 13,000 jornaleros de diversas comunidades rurales de esta región, de los cuales el 40% pertenece al género

femenino (Beltrán, 2022). El tipo de relación laboral varía y se identifican dos modalidades: con contrato temporal y sin contrato, los primeros cuentan con un contrato por tiempo determinado, correspondiente al periodo de duración de la temporada de cosecha, durante el cual tienen acceso a las prestaciones establecidas por ley; sin embargo, al finalizar dicho periodo, el patrón no está obligado a contratarlos nuevamente en la siguiente temporada. Por otra parte, los jornaleros sin contrato son quienes no están formalmente registrados como empleados y carecen de aportaciones patronales y de prestaciones asociadas a una relación de trabajo formal. A este último grupo pertenece la mayoría de los jornaleros dedicados al cultivo y a la cosecha del arándano.

Uso de agroquímicos y sus implicaciones en la salud de los jornaleros agrícolas

El incremento de la demanda de productos agrícolas en los mercados internacionales ha generado la necesidad de mantener niveles de producción que garanticen su rendimiento y calidad comercial. Ante este panorama, el uso de agroquímicos como fertilizantes, herbicidas, fungicidas y otros productos es común en el manejo de los cultivos para proporcionar los nutrientes que el suelo necesita y prevenir o controlar plagas y enfermedades que pueden afectar la producción (Sharma & Singhvi, 2017). De esta manera, su uso puede contribuir a satisfacer las exigencias de los mercados consumidores; no obstante, su aplicación requiere un manejo adecuado y responsable, debido a los posibles efectos que la exposición puede generar en la salud de los trabajadores agrícolas y en el ambiente, particularmente cuando no se respetan las dosis, los periodos de aplicación y las medidas de protección establecidas (Arciniega & Fontalvo, 2024).

Los productores de arándano en el municipio de El Fuerte utilizan fertilizantes orgánicos y sintéticos, los cuales presentan diversas ventajas y desventajas en términos de su disponibilidad, eficiencia en el suministro de nutrientes, costos, efectos ambientales y posibles implicaciones para la salud humana. Debido a su naturaleza, los fertilizantes orgánicos suelen ser menos perjudiciales para el ambiente y se consideran una alternativa más sustentable, ya que provienen de materiales renovables y contribuyen a incrementar la cantidad de materia orgánica en el suelo (López-Soto & Rodríguez-Apodaca, 2024; González-Betancourt et al., 2020). Sin embargo, su concentración de nutrientes suele ser menor, por lo que pueden requerirse grandes cantidades para satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas (Prado et al., 2023).

Los fertilizantes sintéticos se caracterizan por proporcionar nutrientes en formas que pueden estar rápidamente disponibles para las plantas, dando

una respuesta relativamente inmediata a las necesidades nutricionales. El uso excesivo o inadecuado de este tipo de agroquímicos puede generar efectos negativos en el medio ambiente; por ejemplo, la lixiviación de nutrientes, especialmente de nitratos, provoca la contaminación de aguas subterráneas y superficiales. Otra de las causas de contaminación es la acumulación de nitratos en los cultivos comestibles, lo cual representa un riesgo para la salud humana, especialmente cuando se presentan concentraciones elevadas (Sánchez et al., 2012; Dodocioiu et al., 2025). El exceso de estos productos químicos también puede ocasionar alteraciones en las propiedades del suelo y afectar a los organismos que lo habitan (Hernández-Terrón et al., 2021; Trejo-Ibarra et al., 2025). En un estudio realizado por Cuadras-Berrelleza et al. (2021) en Guasave, Sinaloa, una zona caracterizada por la agricultura intensiva y el uso frecuente de fertilizantes sintéticos, se detectaron problemas de pérdida de fertilidad, salinidad y erosión en suelos agrícolas. Además, en la misma zona de estudio se han identificado concentraciones de nitratos en el agua destinada al consumo humano que superan los límites permisibles (Armenta-Bojórquez et al., 2012).

El uso de plaguicidas es una práctica cotidiana en el cultivo de arándanos para prevenir y controlar plagas y enfermedades que afectan el desarrollo de las plantas y la calidad de sus frutos. A pesar del desarrollo de estrategias de manejo integrado de plagas que combinan métodos culturales, biológicos, físicos y químicos, la aparición de nuevas plagas puede incrementar la dependencia de los productos químicos (Rodríguez-Saona et al., 2019; Neugebauer et al., 2024). El uso frecuente o inadecuado de los plaguicidas puede generar efectos negativos en el ambiente y representar un riesgo para la salud humana (Martínez-Valenzuela et al., 2009; Sánchez-Alarcón et al., 2023). En Sinaloa, García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza (2012) señalaron que el uso intensivo de plaguicidas en la producción agrícola incrementa el riesgo de contaminación de los suelos, los sistemas lagunares y los mantos freáticos, debido a la presencia y dispersión de residuos de estas sustancias en el ambiente.

La exposición a los plaguicidas puede producir efectos agudos, como mareos, dolor de cabeza, irritación y síntomas de intoxicación, así como efectos crónicos asociados a exposiciones prolongadas (Cortés-Genchi et al., 2008). Diversas investigaciones han señalado que la exposición prolongada a plaguicidas puede asociarse con efectos adversos en la salud humana, entre ellos el desarrollo de cáncer, leucemia, diabetes mellitus tipo 2, asma, enfermedad de Parkinson, enfermedades reproductivas, renales, del desarrollo, metabólicas y autoinmunes (Ceja-Gálvez et al., 2021; Rani et al., 2021). El grado de toxicidad de estas sustancias puede variar según factores como la edad, el sexo, la genética, la dosis, la vía y el tiempo de

exposición (Valbuena et al., 2020); además, se considera que los niños, los adultos mayores, las mujeres embarazadas y los trabajadores agrícolas son vulnerables a la exposición (Salazar-Flores et al., 2020).

En México, un estudio realizado con trabajadores agrícolas de Navolato, Sinaloa, identificó la presencia de plaguicidas organoclorados y organofosforados en muestras de sangre y orina, así como alteraciones en algunos indicadores bioquímicos (Galindo-Reyes y Alegria, 2018). De acuerdo con Martínez-Valenzuela y Gómez-Arroyo (2007), la exposición ocupacional a estos productos puede representar un riesgo genotóxico, dependiendo del tipo de plaguicida, la dosis, la frecuencia y duración de la exposición y las condiciones de manejo. Por su parte, Ramírez-Mora et al. (2019) señalaron que la asociación entre la exposición laboral a plaguicidas y su riesgo para la salud humana es alta debido a la falta de capacitación en el manejo y aplicación de estas sustancias, así como a un uso mínimo e incompleto de equipo de protección. Ante esta situación, resulta importante conocer las condiciones en las que los jornaleros agrícolas se encuentran expuestos a los plaguicidas, así como las prácticas que emplean durante su manejo y aplicación. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo describir las experiencias, percepciones y prácticas relacionadas con el uso de agroquímicos en el cultivo y la cosecha de arándanos en el municipio de El Fuerte, Sinaloa, para identificar factores que puedan incrementar el riesgo para la salud de los jornaleros agrícolas y generar información que permita fortalecer las medidas de prevención y seguridad durante el uso de estas sustancias.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se realizó un estudio cualitativo de tipo descriptivo, que permitió conocer, desde la perspectiva de los propios participantes, las condiciones en las que se desarrollan las actividades agrícolas, las formas de contacto con los agroquímicos, las medidas de protección utilizadas, el conocimiento que poseen sobre los riesgos asociados a estas sustancias y las experiencias relacionadas con posibles afectaciones a la salud.

La técnica utilizada fue la entrevista semiestructurada, la cual consiste en el encuentro cara a cara entre el investigador y el participante, con el fin de indagar sobre un tema en específico, para lo cual se diseñó una guía de entrevista (Taylor y Bogdan, 1987). Se entrevistaron diez participantes: cinco jornaleros/as agrícolas y cinco productores agrícolas, los cuales fueron seleccionados mediante un muestreo intencional, considerando que tuvieran experiencia y conocimiento sobre las actividades relacionadas con el cultivo y la cosecha de arándanos y el uso de agroquímicos. A los participantes se les otorgó la libertad de ampliar sus respuestas, compartir experiencias y

situaciones que consideraran relevantes.

Se diseñaron guías de entrevista distintas para jornaleros y para productores agrícolas, considerando las características y responsabilidades de cada grupo. En las entrevistas dirigidas a los jornaleros se abordaron temas como: las actividades que realizan durante la jornada laboral, las formas de contacto con los agroquímicos, los conocimientos sobre los productos utilizados, las medidas de protección personal utilizadas, la capacitación recibida, las condiciones de trabajo, la percepción de los riesgos para la salud, los síntomas o molestias experimentadas durante o después de la jornada laboral, las experiencias relacionadas con incidentes o posibles intoxicaciones y la percepción sobre las medidas de prevención existentes. En cambio, las entrevistas a los productores abordaron aspectos como: los tipos y la finalidad de los agroquímicos utilizados, los procedimientos para su aplicación y manejo, el equipo de protección proporcionado a los trabajadores, la capacitación y supervisión del personal, la percepción de los riesgos asociados a los agroquímicos, las medidas de seguridad implementadas para prevenir accidentes o afectaciones a la salud y el cumplimiento de las disposiciones de seguridad aplicables al manejo de agroquímicos.

De inicio, se estableció contacto con los participantes, se les explicó el propósito de la investigación y se les solicitó su consentimiento para participar, también se les informó sobre el carácter académico del estudio, la confidencialidad de la información proporcionada y su participación fue voluntaria. Posteriormente, se realizaron las entrevistas en sus viviendas de manera individual. Durante las entrevistas se siguió la guía previamente elaborada, permitiendo que los participantes desarrollaran sus respuestas y aportaran experiencias o situaciones relacionadas con el tema.

La información obtenida fue registrada mediante grabaciones de audio y notas de campo, previa autorización de los participantes, posteriormente, las entrevistas fueron transcritas, resumidas y organizadas para facilitar su análisis. La información proporcionada se manejó de manera confidencial y se evitó utilizar datos que permitieran identificar individualmente a los participantes, buscando con esto proteger en todo momento su privacidad. Para la presentación de los resultados se utilizaron seudónimos en lugar de nombres propios. Asimismo, se respetó el derecho de los participantes a no responder aquellas preguntas con las que no se sintieran cómodos y a retirar su participación en cualquier momento.

Para el análisis de la información, en una primera etapa se realizó una revisión de las entrevistas para identificar ideas, experiencias y aspectos recurrentes relacionados con el objeto de estudio. Posteriormente, la información se organizó en las siguientes categorías:

- Uso y manejo de agroquímicos

- Exposición ocupacional
- Conocimiento y capacitación
- Medidas de protección y prevención
- Percepción de riesgos para la salud
- Experiencias y síntomas relacionados con el uso de agroquímicos
- Responsabilidad y prácticas de seguridad

Finalmente, se compararon las respuestas de los jornaleros y de los productores agrícolas con el propósito de identificar coincidencias y posibles discrepancias entre ambas percepciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De inicio, se presenta la caracterización de los jornaleros y productores agrícolas que participaron en el estudio, con la finalidad de contextualizar sus perfiles y experiencias en el cultivo y la cosecha de arándano.

Caracterización de los jornaleros entrevistados

En cuanto a las características sociodemográficas y laborales de los cinco jornaleros agrícolas entrevistados, tres fueron hombres y dos mujeres, con edades comprendidas entre los 21 y 45 años. Todos los participantes son originarios de las comunidades rurales del municipio de El Fuerte, Sinaloa, y la mayoría tienen menos de cinco años de experiencia en las labores de cultivo y cosecha de arándano; todos mencionaron haberse dedicado anteriormente al cultivo y la cosecha de hortalizas en la misma región. Respecto al nivel educativo, los cinco jornaleros señalaron haber concluido hasta la secundaria. En cuanto a su estado civil, todos manifestaron estar casados o vivir en unión libre. El salario de los jornaleros es de aproximadamente 300 pesos diarios y la jornada laboral es de 8 de la mañana a 5 de la tarde, con una hora de descanso para comer. No existe brecha salarial entre jornaleros y jornaleras en estas actividades; ambos reciben el mismo salario diario. Los jornaleros dedicados al cultivo realizan labores de limpieza de campo, fertilización y aplicación de plaguicidas. Los que se dedican a la cosecha realizan el corte manual, ya que la fruta se exporta en fresco; los frutos recolectados se depositan en bandejas que posteriormente se trasladan a la planta empacadora.

Caracterización de los agricultores entrevistados

Los productores agrícolas participantes en el estudio son hombres y tienen edades entre los 35 y 60 años. En cuanto a su experiencia, se identificó que cuentan con más de diez años de experiencia como productores agrícolas en otros cultivos; sin embargo, su incorporación al cultivo de arándano es

relativamente reciente, ya que todos tienen menos de cinco años de experiencia en este cultivo. Respecto a las superficies destinadas al cultivo de arándano, son de 15 hectáreas o menos y se identificó que la totalidad de la producción de los participantes tiene como destino el mercado de exportación, lo que evidencia una orientación de la producción hacia mercados que exigen el cumplimiento de determinadas condiciones y prácticas para garantizar la calidad e inocuidad del producto. Los productores señalaron que las actividades de fertilización y aplicación de plaguicidas se realizan durante todo el año, de acuerdo con las necesidades y etapas del cultivo. En contraste, la cosecha se concentra en un periodo específico de enero a mayo.

Enseguida, con el propósito de identificar las prácticas agrícolas y los posibles riesgos ocupacionales asociados al uso de agroquímicos en el cultivo y la cosecha de arándanos, se analizaron las respuestas obtenidas mediante entrevistas semiestructuradas realizadas a los jornaleros y productores agrícolas participantes. La información se organizó en categorías temáticas relacionadas con el uso y manejo de agroquímicos, las formas de exposición, las actividades que implican mayor contacto, el conocimiento de los riesgos, la capacitación recibida, el uso de equipo de protección personal y las medidas de prevención, así como la percepción de los riesgos para la salud, los síntomas o molestias experimentadas y las experiencias relacionadas con incidentes o posibles intoxicaciones. En las Tablas 1 y 2 se presentan las categorías de análisis y las principales respuestas de los jornaleros y los productores agrícolas durante las entrevistas.

Tabla 1.
Respuestas de los jornaleros agrícolas obtenidas mediante entrevistas semiestructuradas

Categoría	Alfredo	Bernardo	Carlos	Dalia	Elena
Edad	27	33	45	24	21
Años de experiencia	2	5	7	4	3
Actividades durante la jornada	Limpiar campo, fertilizar y aplicar plaguicidas	Limpiar campo y aplicar plaguicidas	Quitar maleza y aplicar plaguicidas	Cosecha	Cosecha
Fertilizantes o plaguicidas utilizados directa o indirectamente	No sé los nombres de las etiquetas	Los identifico por la forma del envase y colores de etiquetas	No conozco el nombre, me los entregan preparados para su aplicación	Desconozco, eso lo hacen los hombres	Desconozco, porque solo me dedico a la cosecha

Dosis	Siempre que se necesita el patrón me dice	El encargado me dice cuándo aplicar y la cantidad	La que me diga el ingeniero	Desconozco , yo solo me dedico a cortar arándanos	Desconozco, no los utilizo
Formas de contacto con agroquímicos	Cuando me encuentro preparando y aplicando plaguicidas	Durante la aplicación de los químicos	Cuando aplico plaguicidas con la mochila aspersora	No tengo contacto directo, aunque a veces huele fuerte a químicos	No tengo contacto, nunca los he aplicado
Actividades que considera representan mayor exposición	Aplicación de químicos	Aplicación de plaguicidas	Aplicación de plaguicidas	Cuando empiezo a cortar después de que aplican los plaguicidas	Cuando ando cortando y siento el olor
Conocimiento sobre los riesgos de los productos utilizados	Nunca me han explicado los riesgos por los químicos que utilizo	Desconozco los riesgos, pero he escuchado que son peligrosos	Algunos de los productos pueden ser tóxicos	No utilizo productos químicos, solo me dedico a cortar el fruto	No los conozco
Capacitación recibida	Aprendí viendo a otros	Solo me explicaron una vez cómo hacerlo	Nunca me han capacitado, no ocupo porque es fácil hacerlo	Nunca	Nunca
Equipo de protección personal (EPP) utilizado y medidas de prevención	Guantes y cubrebocas	Guantes, cubrebocas y botas	Visto pantalón, camisa manga larga, zapato cerrado y un paño para cubrir mi nariz y boca	No utiliza	No utiliza
Percepción sobre las medidas de prevención existentes	Son suficientes porque me dan guantes y cubrebocas, aunque no siempre los uso	Nunca me ha pasado nada, utilizar el equipo es incómodo en tiempo de calor	Sería bueno que nos explicaran si los productos que usamos son peligrosos	No tenemos equipo para protegernos	No me preocupa porque no aplico esos productos

Percepción de los riesgos para la salud	Los plaguicidas no representan ningún riesgo si se utiliza el equipo de protección	Si se utilizan con precaución y EPP los agroquímicos no representan riesgos	Las actividades que realizo no me pueden enfermedades	No representan un riesgo para mi salud debido a que no tengo contacto directo	No está preocupad a por algún posible efecto en su salud
Síntomas o molestias experimentada s durante o después de la jornada laboral	Ninguno	Ninguna	Mareos	Cansancio	Dolor de cabeza
Experiencias relacionadas con incidentes o posibles intoxicaciones	Ninguno	He escuchado que otros trabajadores del campo han tenido dolor de cabeza y mareos	En otro cultivo un compañero tuvo mareos y vómitos	Ninguno	Ninguno
Propuestas de mejora para la protección de su salud	Que nos expliquen bien qué producto se está usando y si es peligroso	Que nos den seguro social	Que nos den todo el equipo para protegernos y que esté en buenas condiciones	Que no nos metan a trabajar luego luego cuando fumigan	Que cuando uno se sienta mal

Nota: Elaboración propia.

Tabla 2.
Respuestas de los productores agrícolas obtenidas mediante entrevistas semiestructuradas

Productor	Arturo	Bruno	Celso	Daniel	Ernesto
Ubicación del campo	Charay	La Palma	San Blas	Bamícori	Buena Vista
Hectáreas sembradas	15 ha	12 ha	12 ha	15 ha	10 ha
Fertilizantes utilizados	Amino-grow, Rootage, Vida aminos, PS-37 plus, Agriser NKS, Ortho-phos-plus	Amino-grow, Rootage, Vida aminos, PS-37 plus, Agriser NKS, Ortho-phos-plus	Amino-grow, Rootage, Vida aminos, PS-37 plus, Agriser NKS, Ortho-phos-plus	Amino-grow, Rootage, Vida aminos, PS-37 plus, Agriser NKS, Ortho-phos-plus.	Amino-grow, Rootage, Vida aminos, PS-37 plus, Agriser NKS, Ortho-phos-plus

Dosis y método de aplicación	Depende de la etapa en la que se encuentre el cultivo, se aplican por fertirriego	Las necesarias ya que ayuda a la planta a cubrir sus necesidades, se aplican algunos por fertirriego y otros de manera foliar	Depende de las necesidades del cultivo, se aplica vía fertirriego y foliar	Varía de acuerdo al desarrollo del cultivo, se aplica vía goteo y foliar	Las necesarias, se aplica vía goteo
Responsables de la aplicación	Encargado del cabezal de riego	Encargado del campo	Jornalero, con indicaciones del Ing. Agrónomo	Encargado del campo	Jornalero
Equipo de protección proporcionado	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Plaguicidas utilizados	Faena fuerte glifosato, Hidrix micro encapsulador, Robust R fungicida	Faena fuerte glifosato, Hidrix micro encapsulador, Benomilo (Robust R)	Faena fuerte glifosato, Hidrix micro encapsulador, Robust R fungicida	Faena fuerte glifosato, Hidrix micro encapsulador, Phyto-control, Robust R fungicida	Faena fuerte glifosato, Hidrix micro encapsulador, Robust fungicida
Dosis	Todos los días, cuando hay plaga y es necesario	Todos los días	Siempre que sea necesario	Siempre	Todos los días
Responsables de la aplicación	Jornaleros	Trabajadores del campo (jornaleros)	Trabajadores del campo (jornaleros)	Jornaleros	Trabajadores del campo (jornaleros)
Equipo de protección proporcionado	Todo lo necesario, equipo de protección	El equipo necesario, guantes, cubrebocas, botas	Equipo de protección personal	Cubrebocas, guantes y equipo especial	Guantes, ropa y gafas protectoras
Principales actividades en las que los trabajadores están expuestos	Aplicación de plaguicidas	Aplicación de plaguicidas	Aplicación de plaguicidas	Aplicación de plaguicidas	Aplicación de plaguicidas
Medidas implementadas para reducir la exposición	Uso de equipo de protección	Proporcionar equipo de protección	Dar equipo necesario para protegerse (cubrebocas y guantes)	Pedir que usen cubrebocas, guantes y botas	Vigilar que usen el equipo de protección
Capacitación y supervisión del personal	El encargado del campo supervisa el trabajo	Solo se supervisa el trabajo que realizan	Se revisa que hagan bien lo que se les indica	Los trabajadores tienen experiencia y	No es necesario

					saben cómo hacerlo
Percepción de los riesgos asociados a los agroquímicos	Los agroquímicos no representan un riesgo para la salud de los trabajadores si se utiliza el EPP	No cree que pueda haber riesgo de que sus trabajadores padezcan alguna enfermedad grave originada por el trabajo	Solo cuando no se aplican con precaución los plaguicidas pueden ocasionar intoxicaciones	Algunas enfermedades como el cáncer puedan estar relacionadas con el uso de plaguicidas	El riesgo es mínimo cuando el trabajador utiliza EPP
Experiencias y síntomas relacionados con el trabajo	Ninguno, los trabajadores se enferman por otras causas	Los malestares (mareos, dolor de cabeza, etc.) que presentan los trabajadores son por el clima	Nunca se han registrado intoxicaciones que requieran atención médica	En este campo nunca se ha presentado una situación de peligro	Los problemas de salud de los trabajadores no están relacionados con sus actividades de trabajo
Cumplimiento de las disposiciones de seguridad aplicables	Desconozco la normatividad aplicable	No necesitamos implementar otras medidas porque las que tenemos han funcionado	Tratamos de cumplir con las medidas de seguridad y se contrata a un ingeniero agrónomo para que nos dé indicaciones	No conocemos todas las normas, pero procuramos seguir algunas medidas de seguridad	Si cumplimos con las medidas de seguridad que se requieren para trabajar con plaguicidas porque se sigan las indicaciones de las etiquetas de los productos

Nota: Elaboración propia.

Con el propósito de identificar coincidencias y posibles diferencias entre ambas percepciones, a continuación, se analizan y comparan las respuestas de los jornaleros y de los productores agrícolas.

Con relación al uso y manejo de los agroquímicos, los jornaleros desconocen los nombres comerciales y los ingredientes activos de los fertilizantes y plaguicidas que se utilizan, así como las dosis y la frecuencia de su aplicación; para decidir qué agroquímico y cuándo aplicarlo reciben indicaciones de los ingenieros o de los encargados de los campos. Con relación al tipo de fertilizantes que se utilizan, todos los productores hicieron mención de los siguientes nombres comerciales: Amino-grow, Rootage, Vida aminos, Ps-37 plus, Agriser NKS, Ortho-phos-plus; los cuales contienen nitrógeno, fósforo, potasio y zinc principalmente. Consideran que la dosis utilizada de cada uno de estos depende de la etapa en la que se encuentre el cultivo, ya que cada fertilizante ayuda a la planta a cubrir sus deficiencias y tener un mejor desarrollo. Un ingeniero agrónomo es quien

indica al productor o al encargado del campo la solución nutritiva a aplicar cada semana. El fertilizante se lleva a la planta mediante la técnica de fertirriego y los encargados de su aplicación son los jornaleros. En cuanto al manejo y la disposición final de los envases vacíos, durante la entrevista solo un productor mencionó que se realizan prácticas de triple lavado, picado y embolsado para inutilizarlos y enviarlos a un centro de acopio.

Los productores también reportan el uso de herbicidas, insecticidas, fungicidas y acaricidas, resaltando algunos nombres comerciales como Faena fuerte glifosato, Hidrix micro encapsulador y Robust R fungicida. Quienes se encargan de aplicar los plaguicidas son los jornaleros mediante maquinaria o mochilas aspersoras. Mencionan que no es recomendable mezclar el fertilizante con el plaguicida, ya que ambos se aplican de manera distinta y que actualmente la plaga más común en los campos de arándano de esta zona son los trips (*Thysanoptera*).

Respecto a la exposición ocupacional, los jornaleros agrícolas entrevistados señalaron que el contacto con estos productos ocurre principalmente durante su preparación y aplicación. No obstante, las jornaleras dedicadas exclusivamente a las labores de cosecha manifestaron no considerar que tengan contacto con agroquímicos, aunque señalaron que, durante su jornada, en ocasiones perciben un olor fuerte a productos químicos. Por otra parte, los productores agrícolas entrevistados reconocieron que la aplicación de plaguicidas representa un riesgo para los trabajadores debido a la posibilidad de exposición durante su preparación y aplicación. Como única medida implementada para minimizar este riesgo, señalaron que proporcionan a los trabajadores equipo de protección personal (EPP); sin embargo, no mencionaron todos los elementos del EPP necesarios para realizar esta actividad de manera segura.

En cuanto al conocimiento de los riesgos y la capacitación, los jornaleros participantes en su mayoría manifestaron no conocer los posibles riesgos para la salud derivados del uso de agroquímicos. Solo uno de los participantes considera que los plaguicidas pueden ser tóxicos. Estos resultados muestran un escaso reconocimiento de los posibles efectos asociados con la exposición a estos productos entre los trabajadores entrevistados. Por su parte, los productores agrícolas no mencionaron haber proporcionado capacitaciones específicas a los trabajadores sobre los riesgos asociados al manejo y uso de plaguicidas. Además, hay quien considera que la capacitación no es necesaria debido a que los trabajadores son supervisados y cuentan con experiencia previa en esta labor. Para ambos grupos de participantes, la experiencia laboral y la supervisión directa se consideran suficientes para orientar el desarrollo de las actividades, sin que se identifique la capacitación formal como una medida preventiva necesaria.

De los jornaleros agrícolas entrevistados, solamente dos señalaron que utilizan algunos elementos del equipo de protección personal requerido y el resto realizan sus actividades con la ropa que visten en ese momento. Por su parte, los productores agrícolas expresaron que proporcionan equipo de protección únicamente a los trabajadores encargados de realizar actividades de aplicación de plaguicidas, el cual consiste básicamente en guantes, cubrebocas y botas; consideran que estos elementos son suficientes para minimizar el riesgo de exposición durante la aplicación. Lo anterior demuestra una implementación limitada de medidas de protección personal y una diferencia entre las medidas proporcionadas por los productores y el uso efectivo del equipo por parte de los jornaleros.

Referente a la percepción de los riesgos asociados al uso de agroquímicos, se identificaron similitudes entre productores y jornaleros agrícolas, principalmente en la importancia atribuida al uso del EPP. Los jornaleros señalaron que los agroquímicos no representan un riesgo para la salud cuando se utiliza el EPP y solamente uno de ellos considera que los plaguicidas pueden ocasionar intoxicaciones cuando no se aplican con precaución. Entre los jornaleros también se identificó una percepción de ausencia de riesgo asociada a las características de las actividades que realizan, ya que las jornaleras dedicadas a la cosecha consideraron que los agroquímicos no representan un riesgo, pues nunca tienen contacto directo con estas sustancias. En general, los trabajadores manifestaron no sentirse preocupados por posibles efectos en su salud. La mayoría de los productores también percibió el riesgo como bajo y solo uno reconoció la posibilidad de que enfermedades graves, como el cáncer, estuvieran relacionadas con el uso de plaguicidas. Estos resultados muestran una percepción baja del riesgo por parte de ambos grupos, asociada al uso del EPP, la precaución durante la aplicación y la ausencia de contacto directo; no obstante, también se observa un reconocimiento casi nulo de los posibles efectos a largo plazo sobre la salud.

Por otra parte, en la categoría de experiencias y síntomas asociados con las actividades laborales, algunos jornaleros agrícolas entrevistados manifestaron haber experimentado cansancio, mareos y dolor de cabeza durante o después de la realización de sus actividades. Asimismo, algunos trabajadores señalaron haber escuchado que otros jornaleros han presentado síntomas que podrían estar relacionados con posibles intoxicaciones por agroquímicos. Por su parte, los productores agrícolas manifestaron que los padecimientos y síntomas que presentan los trabajadores pueden deberse a otros factores distintos al uso de agroquímicos, por lo que no consideran que exista necesariamente una relación entre las molestias referidas por los jornaleros y las actividades relacionadas con el manejo de estos productos. En conjunto, se observa una diferencia en la percepción de ambos grupos,

ya que mientras algunos jornaleros relacionan sus síntomas o los de otros trabajadores con una posible exposición a agroquímicos, los productores atribuyen dichos padecimientos principalmente a factores diferentes al uso de estos productos.

Finalmente, al analizar las respuestas a las preguntas relacionadas con la categoría de responsabilidad y prácticas de seguridad, los jornaleros señalaron la importancia de recibir información sobre los nombres, características y nivel de peligrosidad de los agroquímicos utilizados. Además, proponen que se les brinde seguridad social y equipo de protección personal completo en buenas condiciones, que se respeten los periodos de reentrada después de la aplicación de agroquímicos, evitando incorporarse a las actividades laborales inmediatamente después de la fumigación y que se les brinde atención médica cuando algún trabajador presente malestares relacionados con sus actividades laborales. Los productores, por su parte, manifestaron desconocer o no conocer en su totalidad la normatividad aplicable y algunos de ellos buscan cumplir con determinadas medidas de seguridad, recibiendo asesoría de profesionales o apoyándose en las indicaciones de las etiquetas de los productos. Las respuestas muestran una diferencia entre las necesidades de seguridad percibidas por los trabajadores y el conocimiento y aplicación de la normatividad por parte de los productores. Esta situación representa un área de oportunidad para fortalecer la información y capacitación de ambos grupos.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados, se concluye que el cultivo y la cosecha de arándano en el municipio de El Fuerte, Sinaloa, implican prácticas relacionadas con el uso y manejo de fertilizantes y plaguicidas que generan diferentes condiciones de exposición ocupacional para los jornaleros agrícolas. El grado de exposición varía según las actividades realizadas, algunos trabajadores participan directamente en la preparación y aplicación de estos productos, mientras que otros, principalmente las mujeres que realizan actividades de cosecha, pueden encontrarse en el campo donde se utilizan, sin identificar esta situación como una forma de exposición.

A partir de las experiencias relatadas por los jornaleros, se detectó la presencia de cansancio, mareos y dolor de cabeza durante o después de las actividades laborales. Algunos trabajadores también señalaron tener conocimiento de casos de compañeros que han presentado síntomas posiblemente relacionados con la exposición a agroquímicos. Sin embargo, estos resultados se basan en experiencias y percepciones de los participantes, por lo que no se puede establecer una relación causal entre dichos síntomas y la exposición a estas sustancias.

Tanto jornaleros como productores perciben que el riesgo asociado al uso y manejo de los agroquímicos es bajo cuando se utiliza el equipo de protección personal; sin embargo, esta percepción puede contribuir a minimizar la importancia de otras medidas preventivas. De manera general los productores consideran que la experiencia y la supervisión de los trabajadores son suficientes para prevenir dichos riesgos, sin considerar la capacitación como una medida necesaria.

En cuanto a las prácticas relacionadas con el uso y manejo de agroquímicos, los jornaleros encargados de su aplicación desconocen los ingredientes activos, dosis y frecuencia de aplicación de los productos, debido a que estas decisiones son tomadas por ingenieros o encargados de los campos; las trabajadoras dedicadas a la cosecha no consideran necesario tener conocimiento sobre los agroquímicos utilizados en los campos debido a que no trabajan directamente con ellos, lo cual las hace pensar que son ajenas a los riesgos. El conocimiento limitado de los jornaleros sobre las sustancias que se utilizan es un aspecto relevante que debe atenderse para poder prevenir riesgos.

Entre los principales factores que pueden incrementar el riesgo para la salud de los jornaleros se identificaron el contacto con agroquímicos durante su preparación y aplicación, el uso incompleto del equipo de protección personal, la falta de capacitación específica, el desconocimiento de las características de los productos y la percepción de que el riesgo es bajo o inexistente. A estos factores se suma que las prácticas adecuadas para el manejo y disposición final de los envases vacíos no fueron reportadas de manera generalizada entre los productores entrevistados.

Para finalizar es importante considerar que las medidas de prevención no deben limitarse exclusivamente a proporcionar equipo de protección personal, sino que requiere un enfoque integral que incluya capacitación continua y específica sobre los productos utilizados, reconocimiento de los riesgos, instrucciones claras sobre su manejo y aplicación, uso adecuado del equipo de protección, supervisión de las prácticas de trabajo y manejo responsable de los envases vacíos. El fortalecimiento de estas medidas podrá generar una mayor conciencia de los riesgos entre los trabajadores y productores que se verá reflejada en la mejora de las condiciones de seguridad durante las actividades relacionadas con el uso de agroquímicos.

LITERATURA CITADA

Arciniega Galaviz, M. A., & Fontalvo-Buelvas, J. C. (2024). Conductas de riesgo asociadas al manejo de plaguicidas químicos por parte de agricultores del norte de Sinaloa, México. *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 22(43), 1–22. <https://doi.org/10.15359/prne.22-43.6>

- Armenta-Bojórquez, A. D., Camacho-Báez, J. R., García-Gutiérrez, C., Mundo-Ocampo, M., Galaviz-Lara, J. A., & Cervantes-Medina, C. (2012). Impacto de la fertilización nitrogenada en agua para consumo humano en el municipio de Guasave Sinaloa, México. *Ra Ximhai*, 8(4 Especial), 11–16. <https://doi.org/10.35197/rx.08.03.e2.2012.02.aa>
- Beltrán, K. (2022, 23 de febrero). *Por iniciar la cosecha de arándano*. Meganoticias.
- Blanco, D. (2019, 4 de marzo). *El arándano, la 'estrella' de la exportación entre las berries*. El Financiero.
- Ceja-Gálvez, H. R., Torres-Sánchez, E. D., Torres-Jasso, J. H., Reyes-Uribe, E., & Salazar-Flores, J. (2021). Relationship between PON-1 enzymatic activity and risk factors for pesticide poisoning in farmers from the Cienega, Jalisco, Mexico. *BIOCELL*, 45(5), 1241–1250. <https://doi.org/10.32604/biocell.2021.015771>
- Cortés-Genchi, P., Villegas-Arrizón, A., Aguilar-Madrid, G., Paz-Román, M., Maruris-Reducindo, M., & Sánchez-Estrada, M. (2008). Síntomas ocasionados por plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 46(2), 145–152.
- Cuadras-Berrelleza, A. A., Peinado-Guevara, V. M., Peinado-Guevara, H. J., López-López, J. de J., & Herrera-Barrientos, J. (2021). Agricultura intensiva y calidad de suelos: retos para el desarrollo sustentable en Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(8), 1401–1414. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2704>
- Dodocioiu, A. M., Buzatu, G.-D., & Botu, M. (2025). Nitrates and nitrites in vegetables and the health risk. *Foods*, 14(17), 3037. <https://doi.org/10.3390/foods14173037>
- Galindo-Reyes, J. G., & Alegria, H. (2018). Toxic effects of exposure to pesticides in farm workers in Navolato, Sinaloa (Mexico). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(3), 505–516. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.03.12>
- García, E. (2022). *Producción y comercialización de cultivos de arándano* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- García Gutiérrez, C., & Rodríguez Meza, G. D. (2012). Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8(4 Especial), 1–10. <https://doi.org/10.35197/rx.08.03.e2.2012.01.cg>
- GLOBALG.A.P. (2026). *Integrated Farm Assurance for fruit and vegetables*. GLOBALG.A.P.
- González-Betancourt, M. de L., Gallegos-Robles, M. Á., Sánchez-Chávez, E., Orona-Castillo, I., Espinosa-Palomeque, B., & López-Martínez, J. D. (2020). Estiércol bovino solarizado en la producción de tomate bajo condiciones de malla sombra. *Revista Mexicana de Ciencias*

- Agrícolas, 11(2), 253–262.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i2.2299>
- Hernández-Terrón, J. J., Gutiérrez-Rodríguez, F., Serrato-Cuevas, R., González-Huerta, A., & García-Rodríguez, E. (2021). Manejo nutricional integrado: herramienta clave para la agricultura sostenible. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(5), 885–897.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v12i5.2290>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2023, 9 de enero). *Diversificación de cultivos para generar mayores ingresos y reducir el efecto del clima en ambientes de temporal*. Gobierno de México.
- INTAGRI. (2017). *El cultivo de arándano o blueberry* (Serie Frutillas Núm. 17). Artículos Técnicos de INTAGRI.
- Jáuregui, J. (2023, 6 de febrero). *¡Sigue creciendo la producción de arándano en El Fuerte! Hay más trabajo, asegura Gildardo Leyva*. Línea Directa.
- López-Soto, N., & Rodríguez-Apodaca, J. R. (2024). Caracterización de abonos orgánicos elaborados de desperdicios de la industria alimentaria en el norte de Sinaloa, México: Una alternativa para las prácticas agrícolas sustentable. *Ra Ximhai*, 20(3), 153–169.
<https://doi.org/10.35197/rx.20.03.2024.07.nl>
- Martínez-Valenzuela, C., & Gómez-Arroyo, S. (2007). Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 23(4), 185–200.
- Martínez-Valenzuela, C., Gómez-Arroyo, S., Villalobos-Pietrini, R., Waliszewski, S., Calderón-Segura, M. E., Félix-Gastélum, R., & Álvarez-Torres, A. (2009). Genotoxic biomonitoring of agricultural workers exposed to pesticides in the north of Sinaloa State, Mexico. *Environment International*, 35(8), 1155–1159.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.07.010>
- Mora-Córdova, D. E., Lituma-Loja, A. A., & González-Illescas, M. L. (2020). Las certificaciones como estrategia para la competitividad de las empresas exportadoras. *INNOVA Research Journal*, 5(2), 113–132.
<https://doi.org/10.33890/innova.v5.n2.2020.1274>
- Neri, J., & Medina, M. (2019). Cultivos alternativos como un mecanismo para el desarrollo de zonas áridas: El caso de la jojoba en el Altiplano potosino. *Realidad, datos y espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 10(1), 44–63.
- Neugebauer, K. A., Mattupalli, C., Hu, M., Oliver, J. E., VanderWeide, J., Lu, Y., Sullivan, K., Stockwell, V. O., Oudemans, P., & Miles, T. D. (2024). *Managing fruit rot diseases of Vaccinium corymbosum*.

- Frontiers in Plant Science, 15, 1428769. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1428769>
- Peñuelas Montoya, F., Sánchez Portillo, J. F., Ruiz Martínez, F., & Fuentes Verduzco, C. (2024). Morfología de la planta de arándano *Vaccinium corymbosum* L. cv. “Biloxi” bajo mallas fotoselectivas en Sinaloa, México. *Temas Agrarios*, 29(2), 151–170. <https://doi.org/10.21897/ynpsv266>
- Prado, J., Fangueiro, D., Alvarenga, P., & Ribeiro, H. (2023). Assessment of the agronomic value of manure-based fertilizers. *Agronomy*, 13(1), 140. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010140>
- Ramírez-Mora, E., Pérez-Vázquez, A., Landeros-Sánchez, C., Martínez-Dávila, J. P., Villanueva-Jiménez, J. A., & Lagunes-Espinoza, L. del C. (2019). Exposición laboral a plaguicidas en el agroecosistema con caña de azúcar en la región central de Veracruz, México. *Revista Bio Ciencias*, 6, e495. <https://doi.org/10.15741/revbio.06.e495>
- Rani, L., Thapa, K., Kanojia, N., Sharma, N., Singh, S., Grewal, A. S., Srivastav, A. L., & Kaushal, J. (2021). An extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124657>
- Rodriguez-Saona, C., Vincent, C., & Isaacs, R. (2019). Blueberry IPM: Past successes and future challenges. *Annual Review of Entomology*, 64, 95–114. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011118-112147>
- Salazar-Flores, J., Pacheco-Moisés, F. P., Ortiz, G. G., Torres-Jasso, J. H., Romero-Rentería, O., Briones-Torres, A. L., & Torres-Sánchez, E. D. (2020). Occupational exposure to organophosphorus and carbamates in farmers in La Cienega, Jalisco, Mexico: Oxidative stress and membrane fluidity markers. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 15, 32. <https://doi.org/10.1186/s12995-020-00283-y>
- Sánchez, T. M., Siliquini, O. A., Gili, A. A., Baudino, E. M., & Morazzo, G. C. (2012). Contenido de nitratos y proteína en lechuga crespa y amaranto hortícola producidos con enmienda y urea. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 18(2), 217–226. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.02.027>
- Sánchez-Alarcón, J., Milić, M., Bonassi, S., Gómez-Arroyo, S., Cortés-Eslava, J., Flores-Márquez, A. R., Valencia-Sánchez, R. A., & Valencia-Quintana, R. (2023). Occupational exposure to pesticides: DNA damage in horticulturists from Nativitas, Tlaxcala in Mexico. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 100, 104141. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2023.104141>
- Sharma, N., & Singhvi, R. (2017). *Effects of chemical fertilizers and pesticides on human health and environment: A review. International*

- Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 10(6), 675–680. <https://doi.org/10.5958/2230-732X.2017.00083.3>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023, 29 de noviembre). *México, octavo exportador mundial de arándano, mayoritariamente azul: Agricultura*. Gobierno de México.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024, 25 de julio). *México se posiciona como país altamente productor y exportador de berries*. Gobierno de México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). *Panorama agroalimentario 2024: La ruta de la transformación agroalimentaria 2018-2024*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Stabridis, O., & Salgado-Viveros, C. (2023). *Efectos de género y etnicidad en la brecha salarial entre jornaleros agrícolas del noroeste mexicano*. *Frontera Norte*, 35, e2339. <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2339>
- Taylor, J., y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.
- Trejo-Ibarra, O., Vargas-Arispuro, I., Quintana-Obregón, E. A., Sánchez-Chávez, E., Aispuro-Hernández, E., & Martínez-Téllez, M. Á. (2025). Biofertilizantes mineralizados en sistemas agroecológicos: Interacciones microbianas y desafíos para el escalamiento productivo. *Terra Latinoamericana*, 43, e2222. <https://doi.org/10.28940/terra.v43i.2222>
- U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. (2026). *Mexico: Berry annual voluntary* (Report No. MX2026-0015).
- Valbuena, D. S., Meléndez-Flórez, M. P., Villegas, V. E., Sánchez, M. C., & Rondón-Lagos, M. (2020). Daño celular y genético como determinantes de la toxicidad de los plaguicidas. *Ciencia en Desarrollo*, 11(2), 25–42. <https://doi.org/10.19053/01217488.v11.n2.2020.11245>

SÍNTESIS CURRICULAR

Claudia Selene Castro Estrada

Licenciada en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Los Mochis, Maestra en Ciencias de la Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Hermosillo y Doctora en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales por la Universidad Autónoma Indígena de México. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (Candidata). Actualmente se desempeña Profesora Investigadora de Tiempo Completo en Licenciatura, en la Maestría y Doctorado en Estudios para la Sostenibilidad y Medio Ambiente y la Maestría y Doctorado en Estudios

Sociales. Correo electrónico: draclaudiacastro@uaim.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4461-9633>.

Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo

Catedrática de la Universidad Autónoma Indígena de México. Ingeniera Bioquímica, por el Instituto Tecnológico de Los Mochis; Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales, por la Universidad Autónoma Indígena de México. Profesora Investigadora de Tiempo Completo en Licenciatura, en la Maestría y Doctorado en Estudios para la Sostenibilidad y Medio Ambiente; Maestría y Doctorado en Estudios Sociales y Maestría y Doctorado en Educación para la Diversidad Cultural. Integrante del Cuerpo Académico Biodiversidad y estrategias comunitarias del desarrollo sostenible. Perteneciente al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores Nivel I. Correo electrónico: elviaro@uaim.edu.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5672-664X>.