



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

**PROBLEMÁTICA DEL USO DE PLAGUICIDAS EN
EL CULTIVO DE NOPAL, OPUNTIA FICUS
INDICA. REVISIÓN**

**PROBLEMS OF THE USE OF PESTICIDES IN NOPAL
CULTIVATION, OPUNTIA FICUS INDICA. REVIEW**

Magdalena Bravo Islas

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Aurora Quintero Lira

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Javier Piloni Martini

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

César Uriel López Palestina

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

DOI:

Problemática del Uso de Plaguicidas en el Cultivo de Nopal, *Opuntia Ficus Indica*. Revisión

Aurora Quintero Lira¹

aurora_quintero1489@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4638-6028>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Magdalena Bravo Islas

magdalena_bravo@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0009-9920-2561>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Javier Piloni Martini

javier_piloni7632@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1367-5010>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

César Uriel López Palestina

cesar_lopez@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-9338-6509>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

RESUMEN

Este trabajo aborda la importancia de generar conciencia sobre buenas prácticas en cultivos agrícolas, particularmente del nopal en México, debido a su creciente relevancia por su potencial nutricional, en el mercado internacional. Sin embargo, el uso de plaguicidas prohibidos en su producción puede suponer riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Se menciona la toxicidad de los plaguicidas organofosforados, su acumulación en el cuerpo humano y sus posibles efectos adversos, incluidos problemas gastrointestinales, mutaciones genéticas y cáncer. Si bien algunos estudios sugieren que los niveles de residuos de pesticidas pueden estar por debajo de los límites seguros, otros informan concentraciones que exceden los límites establecidos, lo que representa un riesgo para los consumidores y agricultores debido a malas prácticas agrícolas. En conclusión, se destaca la necesidad de desarrollar métodos precisos para detectar residuos de pesticidas y promover prácticas agrícolas sostenibles para mitigar estos riesgos.

Palabras clave: toxicidad, nopal, opuntia ficus-indica, plaguicidas

¹ Autor principal

Correspondencia: aurora_quintero1489@uaeh.edu.mx

Problems of the Use of Pesticides in Nopal Cultivation, *Opuntia Ficus Indica*. Review

ABSTRACT

This work addresses the importance of raising awareness about good practices in agricultural crops, particularly the nopal in Mexico, due to its growing relevance due to its nutritional potential, in the international market. However, the use of prohibited pesticides in its production can pose risks to human health and the environment. The toxicity of organophosphate pesticides, their accumulation in the human body and their possible adverse effects, including gastrointestinal problems, genetic mutations and cancer, are mentioned. While some studies suggest that pesticide residue levels may be below safe limits, others report concentrations that exceed established limits, posing a risk to consumers and farmers due to poor agricultural practices. In conclusion, the need to develop accurate methods to detect pesticide residues and promote sustainable agricultural practices to mitigate these risks is highlighted.

Keywords: toxicity, cactus, *opuntia ficus – indica*, pesticides

Artículo recibido 28 junio 2024

Aceptado para publicación: 15 julio 2024



INTRODUCCIÓN

El uso de plaguicidas y sus residuos provoca problemas tanto para el medio ambiente como para la salud humana. Aunque se emplean para controlar organismos no deseados, esta práctica puede ser peligrosa para los agricultores y los consumidores debido a la presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos. Además, el riesgo también puede afectar los cultivos y su entorno (Ortíz et al., 2014). La NOM-003-STPS-1999 solo permite el uso de plaguicidas con registro sanitario pero las malas prácticas pueden ser los responsables de los riesgos. Por ello se establecen la importancia de monitorear y analizar la presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos (Ramírez-Bustos et al., 2018). Esta lucha contra las plagas y enfermedades que amenazan los cultivos ha evolucionado con el avance de la industria química, que ha proporcionado una amplia gama de plaguicidas para combatir organismos dañinos (Pérez et al., 2013). Para abordar estos riesgos, es importante una regulación desde la producción, distribución, mantenimiento y aplicación de plaguicidas (Ortíz et al., 2014). Las instituciones encargadas de esta regulación en México es Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y la Secretaría de Salud (SSA).

Por otro lado, el cultivo de nopal es de gran importancia económica en México, es una de las hortalizas más consumidas en la dieta mexicana. En este cultivo, los plaguicidas sintéticos son la técnica más común para controlar plagas de insectos. Aunque muchos son muy efectivos, sin embargo, su uso inapropiado puede dejar residuos en el cultivo y generar altos costos económicos, contaminación ambiental, reducción de organismos beneficiosos, especies silvestres, intoxicaciones y efectos negativos en los agricultores que manipulan los plaguicidas (Ramírez-Bustos et al., 2018).

El uso y manejo correcto de plaguicidas en México propone la eliminación adecuada de envases, considerando que el envase nunca será completamente limpio, por tanto, debe desecharse con procesos que garanticen su inutilización, ya que estos residuos pueden ser considerados altamente contaminantes. En este contexto, es importante analizar y sintetizar la evidencia para ofrecer información adecuada para la prevención de toxicidad por plaguicidas en cultivos de nopal.

Producción del Nopal (*Opuntia ficus - indica*) en México

Uno de los cultivos más importantes en México es el nopal (*Opuntia ficus-indica*) (Herrera et al., 2021).

El nopal, es una cactácea perteneciente al género *Opuntia*, es una planta tropical y subtropical que se



encuentra geográficamente en América Latina, Sudáfrica, México y países mediterráneos. México es el principal productor de nopal en todo el mundo con una producción total de 36% (Ponce-Luna et al., 2024) y hay aproximadamente 54 géneros y 150 especies reportadas originarias del país. Un 60% se puede encontrar en Chihuahua, Sonora y en valles de Querétaro e Hidalgo (Gaona et al., 2024).

El consumo de nopal va en aumento en todo el mundo, sin embargo, en México esta hortaliza ya es comúnmente consumida por su aceptable sabor y por sus propiedades beneficiosas para la salud, gracias a su contenido de fibras, vitaminas y compuestos bioactivos (Hernández-Becerra et al., 2022). Está científicamente demostrado que la planta es segura y tiene efectos terapéuticos (Guedes et al., 2023). La producción de esta planta se extiende por todo el país, siendo los estados de mayor volumen de producción nacional, con un 70%, el Estado de México, Morelos y Ciudad de México. Según la base de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) se cosechó 12,365 hectáreas de nopales y su producción fue de un total de 872.3 miles de toneladas, (SIAP, 2023).

Propiedades Nutricionales del Nopal

Las variedades comerciales de nopal verdura se limitan a "Milpa Alta", "Atlixco" y "COPENA V1". LA Milpa Alta es originaria de Hidalgo y México. Sus cladodios son verdes, tiernos, fáciles de pelar, es robusta y productiva, pero sensible a heladas. La variedad Atlixco es originada en el altiplano central de México, los cladodios son verdes y sin espinas, y los nopalitos son gruesos y fáciles de pelar. La planta es muy productiva. La variedad COPENA V1 derivada de mejoramiento genético, es vigorosa y sin espinas, con frutos morados y dulces (Mondragon et al., 2018). El Nopal tiene importancia agronómica por su uso, según su estado de madurez se utiliza como forraje, o consumo humano en caso del cladodio tierno, también tiene frutos como la tuna que suele ser dulce o el xoconostle que es un fruto ácido (Mondragon et al., 2018). El nopal es una planta con múltiples características beneficiosas, gracias a la presencia de fibra, antioxidantes, vitaminas y minerales, además de compuestos bioactivos que son hipolipídicos, hipoglucemiantes, antimicrobianos e incluso anticancerígenos (Guedes et al., 2023). El potasio y calcio son los minerales más presentes en el cladodio de nopal, las vitaminas que se pueden encontrar son vitamina A, vitaminas hidrosolubles como B1, B2, B3 y vitamina C (Ponce-Luna et al., 2024). El cladodio de nopal también conocido como nopalitos son consumidos como hortaliza fresca. Se caracterizan por tener un alto porcentaje de agua de 88 a 95% (Hernández-Becerra et al., 2022;



Ponce-Luna et al., 2024). El principal compuesto de los cladodios tiernos son polímeros de carbohidratos, una mezcla de mucilago y pectina. El mucilago presente en el cladodio es un polisacárido hidrocólido formado por arabinosa, galactosa, ramnosa, xilosa, ácido urónico y ácido galacturónico, este polisacárido destaca por su retención de agua, la capacidad de formar geles y estas características hacen del nopal un alimento de interés para la industria alimentaria, farmacológico y cosmetológica (Hernández-Becerra et al., 2022). La composición química de los cladodios por cada 100g contiene 1.1g de proteína, de lípidos es de 0.2g, 1.1 g de fibra cruda, 4.6g de carbohidratos de los cuales 0.8g son de azúcar simple como glucosa y fructosa (Hernández-Becerra et al., 2022). La fibra presente en el cladodio dependerá de su estado de madurez, en el caso de cladodios jóvenes la fibra soluble destaca, mientras que en su etapa madura hay más presencia de fibra insoluble (Mondragon et al., 2018; Hernández-Becerra et al., 2022). Contiene también 17 aminoácidos diferentes, 9 de ellos son esenciales, los de mayor cantidad son la fenilalanina, la treonina y la isoleucina (Hernández-Becerra et al., 2022; Ponce-Luna et al., 2024). En cuanto ácidos grasos presentes en el cladodio destaca el ácido eicosadienoico, ácido oleico, ácido palmítico y el ácido γ -linolénico (Ponce-Luna et al., 2024). Los compuestos fitoquímicos presentes en el cladodio son variados, los taninos totales van de 430 a 620 mg/100g, antocianinas totales de 0.05 a 0.34 mg/100g, ácido quínico de 42.9 a 436.9 mg/100g, ácido málico 3124 a 4421.7 mg/100g, betalaínas 16.1 mg/kg, saponinas 8.72 g/kg (Wang et al., 2023). También tiene compuestos fenólicos y flavonoides, su concentración es de 2.48g de ácido gálico por cada 100g de materia seca, así como 1.06g de quercetina en 100g de materia seca (Guedes et al., 2023; Ponce-Luna et al., 2024).

Características de los Plaguicidas

Para la humanidad es importante la preservación de cultivos, los agricultores están en una lucha constante contra organismos que los puedan enfermar. Por ello se emplean sustancias químicas que puedan combatir estas plagas, pero la agresividad de estas sustancias puede suponer un daño al ser humano y al ecosistema (Cervantes et al., 2019). La NORMA Oficial Mexicana NOM-232-SSA1-2009, define a los plaguicidas como “Sustancias o mezclas de éstas que se usan con la intención de mitigar, reducir o eliminar el impacto de las plagas en la producción agropecuaria, en la salud de los seres humanos, entre otros”.



Los plaguicidas se pueden clasificar según el tipo de plaga en el que actúan: insecticidas combaten plagas de insectos, fungicidas actúan sobre hongos y herbicidas sobre maleza (Castrejón-Godínez et al., 2014). Existen plaguicidas naturales y sintéticos, los naturales suelen ser extractos de plantas, pero su uso ha disminuido por la utilización de los sintéticos (Castrejón-Godínez et al., 2014). Estos plaguicidas son aplicados por su eficacia para combatir las plagas y se pueden clasificar en organoclorados, organofosforados (OP), carbamatos, clorofenoles y piretroides (Mdeni et al., 2022). El plaguicida presente en los cultivos de nopal es de naturaleza organofosforados (OP), son normalmente utilizados como insecticidas, ya que son muy eficaces para matar insectos y también son de bajo costo, aunque también pueden ser utilizados como herbicidas, estos insecticidas, su uso inadecuado puede afectar la salud, provocando una intoxicación aguda o crónica (Grillo-Pizarro et al., 2018; Gaibor & Apolinario, 2022). Los plaguicidas OP se desarrollaron a mediados del siglo XIX a inicios de los años 30's. El mecanismo de acción consiste en la inhibición irreversible de la acetilcolinesterasa en organismos vivos, por lo que interfieren con la transmisión de señales neuromusculares (Georgiadis et al., 2018). Por tanto, se descubrió que no solo causa daño a los insectos, sino también a la salud humana (Georgiadis et al., 2018; Mdeni et al., 2022). Los OP son generalmente amidas, ésteres o derivados tiólicos de ácidos fosfórico o fosfónico, son medianamente volátiles, altamente liposolubles, lo cual los hace de fácil absorción tanto de vía respiratoria, digestiva y cutánea (Marín L. F. & Jaramillo B., 2015).

Toxicología de Plaguicidas

Estudios destacan que el control de plagas y enfermedades de los cultivos de nopal provocan el uso excesivo de plaguicidas, esto genera que los cultivos contengan residuos de estas sustancias químicas que pueden causar daño al medio ambiente pero también causan intoxicaciones al consumidor (Cabrejos Robles et al., 2022). Los plaguicidas organofosforados son altamente eficaces y económicos, pero tras comprobarse su toxicidad el insecticida actualmente está prohibido en varios países. Si bien, el principal efecto nocivo es a nivel sistema nervioso, también afecta otros órganos como corazón, pulmones, y posibles daños renales, aunque para este último se requieren de más investigación (Georgiadis et al., 2018). Las vías de absorción se pueden dar por piel, sistema respiratorio y gastrointestinal. Este tipo de insecticidas tienen una capacidad de acumulación en el cuerpo humano por ser altamente liposolubles, causando una toxicidad, esta también dependerá de la biotransformación del insecticida, su eliminación



se puede dar por diferentes vías, bilis, leche, orina y heces. Algunos de los síntomas que puede causar la intoxicación por insecticidas organofosforados son náuseas, diarrea, cefaleas, problemas gastrointestinales, depresión e incluso coma (Caba et al., 2022; Gaibor & Apolinario, 2022). El tratamiento por eliminación no es eficaz y no existe antídoto. Además, la presencia de estos insecticidas organofosforados en alimentos puede ser un factor de riesgo para mutación genética y el desarrollo de cáncer. Su mecanismo de acción afecta directamente a las acetilcolinesterasas, haciendo a las enzimas no funcionales afectando la recepción de las hormonas y su síntesis, causando un mal funcionamiento del sistema que conducen a enfermedades e incluso la muerte (Cervantes et al., 2019). Según la SENASICA el nopal ocupa el sexto lugar en cultivos con presencia de contaminantes plaguicidas.

Presencia de Plaguicidas en Cultivos de Nopal (*Opuntia Ficus - Indica*)

En un estudio realizado por Lourdes y colaboradores en 2008 se identificó y cuantificó la presencia de insecticidas organofosforados en nopal (*Opuntia ficus indica*) fresco y deshidratado, se tomaron muestras de 6 campos de Sonora, México. Se analizaron 4 tipos de insecticidas organofosforados (malatión, paratión metílico, diazinón y clorpirifos). Los resultados indicaron que un 60% de las muestras contenían residuos de 3 insecticidas (paratión metílico, diazinón y clorpirifos), mientras que el resto presentó los 4 insecticidas analizados, además, hubo presencia de otros dos insecticidas no autorizados para uso de hortalizas. En el caso de las muestras deshidratadas no hubo presencia de residuos de insecticidas.

La mala práctica de los agricultores incumpliendo con las normas nacionales provocaron la presencia de plaguicidas no autorizados por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. La presencia de plaguicidas como clorpirifós etílico, ometoato, dimetoato, paratión, metílico, malatión y bifentrina, puede suponer riesgos para la salud humana. El estudio realizado por Ángeles Núñez y colaboradores en 2014 evaluó la calidad sanitaria del nopal verdura en Otumba, Estado de México, considerando la presencia de residuos de plaguicidas, los resultados mostraron presencia de estos químicos en el 8% de las muestras, evidenciando la mala práctica de agricultores por un mal manejo de agroquímicos.

En cambio, un estudio realizado por Ramírez-Bustos en 2018 reportó la presencia de plaguicidas como carbendazim, clorpirifos, imidacloprid, malatión, dimetomorfo I y ometoato, en nopal recolectado de

dos centros de acopio en Morelos, México. En este estudio se detectó que las concentraciones de estos plaguicidas están por encima de los límites de residuo máximo, lo cual puede provocar problemas de salud tanto al agricultor como al consumidor, por las malas prácticas realizadas. En 2024 un estudio realizado por Pedraza-Reyes y colaboradores se realizó una encuesta a productores de San Pablo Ixquitlán del Municipio de San Martín de las Pirámides (Estado de México), donde se reportó que el 83% de plaguicidas son químicos, estos no tienen una aprobación oficial para el uso de nopal. Solo el 50 % de las muestras de nopal analizadas, no se encontraron residuos de plaguicidas. En las demás muestras, se detectaron entre 1 y 6 tipos de plaguicidas por muestra. Algunos de estos restos son de origen organofosforados que tienen la capacidad de acumulación en el organismo ya sea por ingestión, absorción por la piel o inhalación y pueden llegar a causar mutaciones.

CONCLUSIONES

El uso de plaguicidas en la agricultura, especialmente en el cultivo de nopal, representa un desafío significativo tanto para la salud humana como para el medio ambiente. A pesar de su efectividad en el control de plagas, los plaguicidas pueden dejar residuos en los alimentos, contaminando los cultivos y afectando a los agricultores que los manipulan. La regulación y el monitoreo estrictos son esenciales para minimizar estos riesgos. Algunos estudios han demostrado que, aunque en algunos casos la ingesta diaria estimada de estos residuos está por debajo de los límites admisibles, en otros, las concentraciones superan los niveles seguros, planteando serios riesgos para la salud. Por ello, es importante más investigación, ya que la poca la información que se puede encontrar sobre la contaminación de plaguicidas sobre los cultivos del nopal no es suficiente para demostrar la seguridad de los cultivos. Además, es crucial fomentar prácticas agrícolas seguras y responsables, junto con una supervisión adecuada para asegurar que los plaguicidas utilizados no representen una amenaza para la salud de los consumidores y el medio ambiente. La correcta gestión y eliminación de residuos de plaguicidas son igualmente importantes para prevenir la contaminación y proteger la biodiversidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Angeles-Núñez G., Anaya-López J. L., Arévalo-Galarza, Leyva-Ruelas G, Anaya-Rosales O, & Martínez-Martínez T. (2014). Análisis de la calidad sanitaria de nopal verdura en Otumba, Estado de México. In *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (Vol. 5).



- Caba, I. C., Ștreangă, V., Dobrin, M. E., Jităreanu, C., Jităreanu, A., Profire, B. Ștefania, Apotrosoaei, M., Focșa, A. V., Caba, B., & Agoroaei, L. (2022). Clinical Assessment of Acute Organophosphorus Pesticide Poisoning in Pediatric Patients Admitted to the Toxicology Emergency Department. *Toxics*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/toxics10100582>
- Cabrejos Robles, M. D., Iannacone, J., Romero-Echevarría, L. M., Romero, A. R., & Vignati Dueñas, R. (2022). Efecto de los plaguicidas en la salud de los agricultores: una revisión sistemática de la literatura. *Biotempo*, 19(2), 269–280. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v19i2.4909>
- Castrejón-Godínez, M. L., Enrique, S.-S., & Ortiz, L. (2014). *Plaguicidas: generalidades, usos e impactos sobre el ambiente y la salud*. <https://www.researchgate.net/publication/307633848>
- Cervantes, S., Estefanía, I., Valverde, M., Monge, D., & del Pilar, M. (2019). *Revista medicina legal de costa rica intoxicación por organofosforados organophosphate poisoning*. 36(1).
- Gaibor, & Apolinario. (2022). *Visión actual de los plaguicidas*.
- Gaona, E. G., Argente-Martínez, L., Aguilar, L. P., Peñuelas-Rubio, O., Munguía, A. M. G., & Ramos, K. V. D. L. (2024). El Nopal: ecofisiología del nopal en México. In *El Nopal: ecofisiología del nopal en México*. Pantanal Editora. <https://doi.org/10.46420/9786585756211>
- Georgiadis, G., Mavridis, C., Belantis, C., Zisis, I. E., Skamagkas, I., Fragkiadoulaki, I., Heretis, I., Tzortzis, V., Psathakis, K., Tsatsakis, A., & Mamoulakis, C. (2018). Nephrotoxicity issues of organophosphates. *Toxicology*, 406–407, 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2018.07.019>
- Grillo-Pizarro, Achú-Peralta, Muñoz-Quezada, & Mondaca. (2018). *Exposición a plaguicidas organofosforados y polineuropatía periférica en trabajadores de la región del maule, chile*. www.msc.es/resp
- Guedes, B. N., Fathi, F., Silva, A. M., Santini, A., Oliveira, M. B. P. P., & Souto, E. B. (2023). Biopharmaceutical applications of *Opuntia ficus-indica*: bibliometric map, bioactivities and extraction techniques. In *European Food Research and Technology* (Vol. 249, Issue 10, pp. 2457–2469). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04314-w>
- Hernández-Becerra, E., de los Angeles Aguilera-Barreiro, M., Contreras-Padilla, M., Pérez-Torrero, E., & Rodríguez-García, M. E. (2022). Nopal cladodes (*Opuntia Ficus Indica*): Nutritional



properties and functional potential. *Journal of Functional Foods*, 95, 105183.

<https://doi.org/10.1016/J.JFF.2022.105183>

Herrera Enciso, V., Herrera Enciso, F., & Ramos Ojeda, E. (2021). Aplicación del mucílago de nopal como opción de espesante en yogurt bebible application of nopal mucílago as thickener in drinking yogurt. In *Tecnológico Nacional de México en Celaya Pistas Educativas* (Vol. 43, Issue 139). <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas>

Lourdes, M., Madrid, A., Del Carmen, M., Moraga, G., Rodríguez Olibarria, G., Isabel, M., Gramont, S., & Valenzuela Quintanar, A. I. (2008). Determinación de insecticidas organofosforados en nopal fresco y deshidratado determination of organophosphate insecticides in fresh and dried prickly pear cactus pads. In *Artículo Científico Rev. Fitotec. Mex* (Vol. 31, Issue 2)

Marín L. F., & Jaramillo B. (2015). *Aislamiento de bacterias degradadoras de pesticidas organofosforados encontrados en suelos y en leche bovina*. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200010>

Mdeni, N. L., Adeniji, A. O., Okoh, A. I., & Okoh, O. O. (2022). Analytical Evaluation of Carbamate and Organophosphate Pesticides in Human and Environmental Matrices: A Review. In *Molecules* (Vol. 27, Issue 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/molecules27030618>

Mondragon, C., Nefzaoui, A., Saenz, C., Taguchi, M., Makkar, H., & Louhaichi, M. (2018). *Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal*. Food & Agriculture ORG. <https://www.fao.org/3/i7628es/I7628ES.pdf>

NORMA Oficial Mexicana NOM-003-STPS-1999. (1999). *NORMA Oficial Mexicana NOM-003-STPS-1999, Actividades agrícolas-Usos de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes-Condiciónes de seguridad e higiene*.

NORMA oficial mexicana NOM-232-SSA1-2009. (2009). *NORMA oficial mexicana NOM-232-SSA1-2009. Plaguicidas: Que establece los requisitos del envase, embalaje y etiquetado de productos grado técnico y para uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico*.

Ortíz, I., Avila-Chávez, M. A., & Torres, L. G. (2014). Plaguicidas en México: usos, riesgos y marco regulatorio. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, 5(1).



<https://doi.org/10.7603/s40682-014-0003-9>

Pedraza-Reyes, K. A., Pérez Olvera, Ma. A., Navarro-Garza, H., & Espejel García, A. (2024). El sistema familiar de producción de nopal verdura (*Opuntia ficus indica* L.) en San Pablo Ixquiltlán, Méx. Importancia y estrategias de funcionamiento. *Revista de Geografía Agrícola*, 72, 1–15. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2023.72.2>

Pérez, M. A., Navarro, H., & Miranda, E. (2013). *Residuos de plaguicidas en hortalizas: problemática y riesgo en México*.

Ponce-Luna, A., Pérez-Flores, J. G., Pérez-Escalante, E., Portillo-Torres, L. A., García-Curiel, L., & Contreras-López, E. (2024a). Potencial del nopal para su incursión en la industria de la confitería. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 11(22), 28–33. <https://doi.org/10.29057/icbi.v11i22.11074>

Ponce-Luna, A., Pérez-Flores, J. G., Pérez-Escalante, E., Portillo-Torres, L. A., García-Curiel, L., & Contreras-López, E. (2024b). Potencial del nopal para su incursión en la industria de la confitería. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 11(22), 28–33. <https://doi.org/10.29057/icbi.v11i22.11074>

Ramírez-Bustos, I. I., López-Martínez, V., Juárez-Lopez, P., Alía-Tejacal, I., Guillén-Sánchez, D., Saldarriaga-Noreña, H., & León-Rivera, I. (2018). Monitoring of pesticides in the cultivation of nopal vegetable (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., Morelos, México. *Agriculture (Switzerland)*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/agriculture8110174>

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2012). Listado de plaguicidas. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. <http://www.senasica.gob.mx/?doc=22993>.

SIAP. (2023) Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA

Wang, J., Rani, N., Jakhar, S., Redhu, R., Kumar, S., Kumar, S., Kumar, S., Devi, B., Simal-Gandara, J., Shen, B., & Singla, R. K. (2023). *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. - anticancer properties and phytochemicals: current trends and future perspectives. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 14). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1236123>

