

Análisis de Alertas de Importación de la FDA en Productos Hortícolas Mexicanos Exportados a Estados Unidos

Analysis of FDA Import Alerts on Mexican Horticultural Products Exported to the United States

Hernandez-Ruiz, Jesús.^{1*}; Gutierrez-Lopez José Ángel²; Juarez-Garcia Rosa Adriana¹; Renteria-Aguilar Katherine Anette²; Segovia-Rodriguez Samuel Jacob²

¹Profesor, Departamento de Agronomía, DICIVA, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato.

*Dirección de correo electrónico: hernandez.jesus@ugto.mx

Alumno, Licenciatura en Agronegocios, Departamento de Agronomía, DICIVA, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Resumen

Este estudio analiza las alertas de importación emitidas por la FDA entre 2009 y 2024 en productos hortícolas mexicanos exportados a Estados Unidos, con el objetivo de identificar patrones de riesgo sanitario. La metodología incluyó la revisión de bases de datos oficiales (FDA, SIAP, USDA), para la construcción de una base estructurada y la aplicación de análisis estadísticos como pruebas de chi-cuadrada para evaluar asociaciones entre variables categóricas, y un análisis de clúster. Los resultados revelan que México concentra el mayor número de alertas, especialmente en cultivos como cebolla, chile y pepino. Se identificaron asociaciones significativas entre el tipo de problema y variables como país exportador, hortaliza, estado de origen y tipo de problema. El análisis de clúster permitió distinguir cinco grupos de riesgo, con presencia recurrente de agroquímicos tóxicos y agentes biológicos como Salmonella y el virus de Hepatitis A. Se concluye que las alertas sanitarias responden a patrones específicos vinculados al cultivo, región y tipo de contaminante.

Palabras clave: Inocuidad alimentaria, residuos de agroquímicos, alertas sanitarias.

Introducción

La exportación de productos hortícolas mexicanos hacia Estados Unidos constituye una actividad clave para el desarrollo económico del sector agroalimentario nacional. Cultivos como el tomate rojo, el brócoli y la fresa han consolidado su presencia en el mercado estadounidense, posicionando a México como uno de los principales proveedores de frutas y hortalizas frescas (Hernández-Mosqueda et al., 2025; Ramos-Gutiérrez et al., 2025; González-Vela et al., 2025). No obstante, este dinamismo comercial enfrenta desafíos crecientes relacionados con la inocuidad alimentaria, especialmente en el cumplimiento de los estándares sanitarios establecidos por la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA).

Las alertas de importación emitidas por la FDA son mecanismos regulatorios que permiten identificar y detener productos que incumplen con los requisitos de seguridad alimentaria, ya sea por la presencia de residuos de pesticidas, contaminantes microbiológicos, metales pesados o problemas de etiquetado (González-Vela et al., 2025). Estas alertas no solo afectan el flujo comercial, sino que también inciden en la reputación de los productos mexicanos y en la competitividad de sus exportadores (Hernández-Mosqueda et al., 2025).

Algunos estudios han documentado que los rechazos más frecuentes en productos como el tomate, el brócoli y la fresa están relacionados con residuos de insecticidas y fungicidas, siendo compuestos como el metamidofos, el chlorothalonil y el malatión los más comúnmente detectados (Ramos-Gutiérrez et al., 2025). En el caso del tomate rojo, los rechazos se vinculan principalmente con residuos de pesticidas, con diferencias significativas según el origen geográfico del producto (Hernández-Mosqueda et al., 2025). Para el brócoli, se identificaron relaciones significativas entre el lugar de procedencia y el compuesto químico detectado, lo que sugiere variabilidad en las prácticas agrícolas regionales (Ramos-Gutiérrez et al., 2025). En contraste, en el

caso de la fresa, no se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre el motivo de rechazo y factores como la ubicación de producción o la empresa exportadora (González-Vela et al., 2025).

Metodología

Se analizaron las alertas de importación emitidas por la FDA en cinco fases (Figura 1). En primer lugar, se identificaron las principales hortalizas objeto de estudio mediante la revisión de fuentes oficiales como SIAP, SADER, USDA y Trade Map, con el fin de establecer su relevancia comercial en términos de volumen y valor económico. En segundo lugar, se realizó la búsqueda y obtención de datos mediante la consulta de las alertas de importación publicadas en la base de datos de la FDA, complementada con informes y bases de datos de fuentes gubernamentales y comerciales. En la tercera etapa, se definieron criterios de selección que incluyeron productos hortícolas específicos —tomate rojo, cebolla, chile, pepino, berenjena y lechuga— utilizando los códigos de trazabilidad y regulación establecidos por la FDA, considerando el período de estudio (2009–2024), la procedencia (exportaciones desde México) y variables clave como el motivo de la alerta, la fecha de emisión, el lugar de origen del lote y la empresa exportadora cuando esta información estuvo disponible. En cuarto lugar, se construyó una base de datos estructurada, organizando la información en campos como el ID de alerta, la fecha de emisión, el motivo del rechazo, el estado o municipio de origen y la empresa exportadora. Finalmente, se realizaron análisis de datos que incluyó un análisis descriptivo para determinar la frecuencia de alertas por año, la distribución geográfica de los rechazos y las principales causas. Se aplicaron pruebas de chi-cuadrada para identificar relaciones significativas entre variables categóricas, como el lugar de procedencia y la causa de la alerta. Estas pruebas se realizaron utilizando el software JASP versión 0.9 (JASP, 2018). Un análisis de clúster para identificar patrones de riesgo sanitario entre los registros, agrupando observaciones con características similares en cuanto a tipo de hortaliza, residuos detectados y nivel de toxicidad. Este análisis se realizó con el software JMP® (JMP, 2025).



Figura 1. Proceso de sistematización de información de las alertas de importación emitidas por la FDA.
Fuente: Elaboración propia

Resultados

La distribución del número de alertas de importación emitidas por la FDA entre 2009 y 2024, clasificadas por país de origen de productos hortícolas. Se observa que México concentra el mayor número de alertas con un total de 239 registros, seguido por República Dominicana con 34 y China con 25 (Figura 2). Estos resultados indican una concentración significativa de alertas en unos pocos países, podría estar relacionado con factores como el volumen de exportación, la frecuencia de inspecciones o el historial de cumplimiento normativo.

En relación con el número de alertas de importación emitidas, clasificadas por tipo de hortaliza importada por Estados Unidos. Se observa que la cebolla es el producto con mayor número de alertas, acumulando un total de 134 registros, seguida por el chile con 106 y el pepino con 52. En contraste, productos como el espárrago y la berenjena presentan una incidencia considerablemente menor, con 9 y 12 alertas, respectivamente. La lechuga y el tomate rojo registran 21 y 17 alertas, ubicándose en un rango intermedio (Figura 3). Estos resultados sugieren que ciertos productos hortícolas presentan una mayor frecuencia de no conformidades en los controles de importación, lo cual podría estar relacionado con factores como su susceptibilidad a

contaminación, prácticas postcosecha, condiciones de empaque o historial de cumplimiento por parte de los exportadores. La alta incidencia en cebolla y chile destaca la necesidad de fortalecer los controles de calidad y trazabilidad en estos cultivos a lo largo de la cadena de suministro.

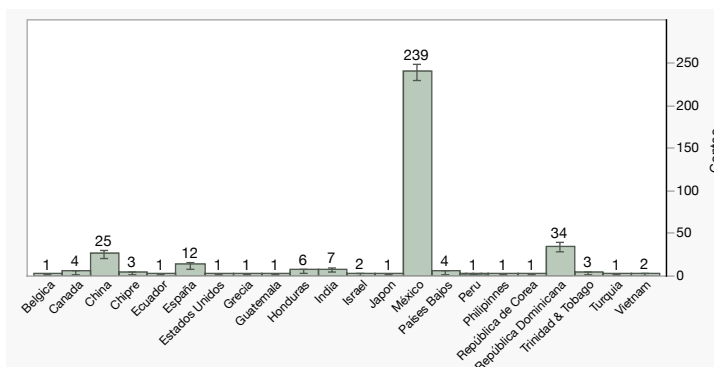


Figura 2. Distribución de alertas de importación emitidas por la FDA (2009-2024) según país de origen de productos hortícolas.
Fuente: Elaboración propia

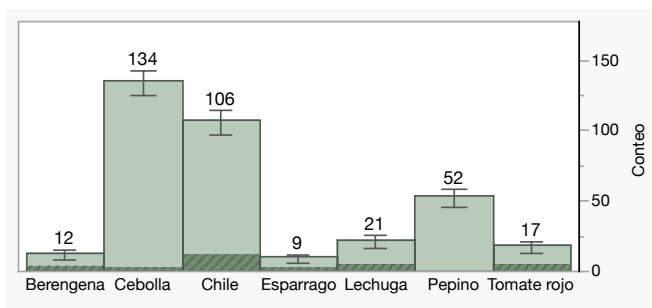


Figura 3. Frecuencia de alertas de importación por tipo de hortaliza exportada a Estados Unidos (2009-2024).
Fuente: Elaboración propia.

La distribución de alertas de la FDA, clasificadas por estado de origen en México (Figura 4). Puebla es la entidad con el mayor número de alertas, acumulando 77 registros, seguido por Baja California con 34 y el Estado de México con 19. Otros estados con cifras relevantes incluyen Sonora (16), Chihuahua (14) y Guanajuato (10). Estos resultados reflejan una concentración geográfica de las alertas en ciertas regiones productoras y exportadoras, lo que podría estar relacionado con el volumen de exportación, la infraestructura de empaque y distribución, o la reincidencia de ciertas empresas en prácticas que no cumplen con los estándares regulatorios de la FDA. La alta incidencia en Puebla sugiere la necesidad de una revisión más detallada de los procesos de control de calidad y trazabilidad en esa entidad.

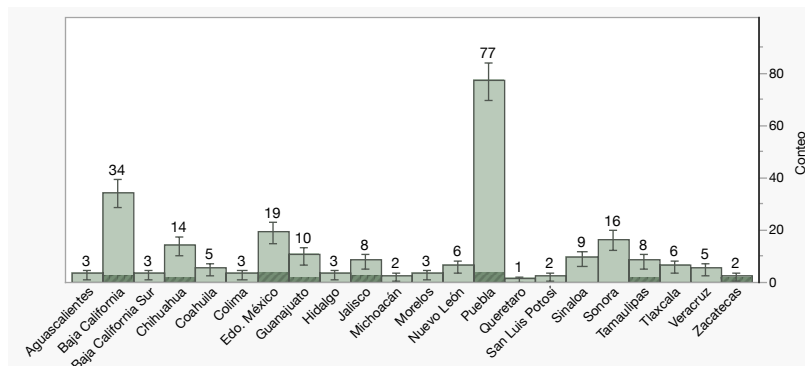


Figura 4. Distribución de alertas de importación emitidas por la FDA (2009-2024) según estado de origen en México.
Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5 presenta la distribución de alertas de importación emitidas por la FDA entre 2009 y 2024, clasificadas por tipo de cultivo hortícola en México. Donde los resultados obtenidos evidencian una mayor vulnerabilidad de ciertos cultivos hortícolas mexicanos a las alertas de importación emitidas por la FDA, atribuible en gran medida al uso de agroquímicos específicos, en su mayoría fungicidas. Destaca el caso del Propamocarb, un fungicida sistémico ampliamente utilizado para el control de enfermedades fúngicas del suelo, que fue responsable de 37 de las 239 alertas registradas, principalmente en el cultivo de cebolla en el estado de Puebla. El propamocarb es un fungicida utilizado principalmente para el control de enfermedades como el moho gris (*Botrytis cinerea*), sin embargo, la aplicación de dosis inadecuadas puede generar resistencia y efectos negativos en la microbiota del suelo (Fournier et al., 2020; González et al., 2020). Cabe señalar que la cebolla, al ser una hortaliza de raíz, presenta una mayor susceptibilidad a la acumulación de residuos químicos provenientes del suelo, lo que podría explicar su alta incidencia en los rechazos.

Le sigue la Permetrina, un insecticida de amplio espectro, con 30 alertas, asociada principalmente a los cultivos de chile y cebolla en al menos 12 estados. La permetrina es un insecticida del grupo de los piretroides, su exposición ha demostrado tener efectos nocivos en la salud humana, incluyendo síntomas de intoxicación como mareos, náuseas y reacciones cutáneas, la falta de medidas adecuadas de protección durante su uso agrava el riesgo de intoxicaciones entre agricultores. Además, la permetrina está asociada con efectos neurotóxicos y alteraciones hormonales en mamíferos, lo que subraya su potencial como disruptor endocrino (Hoffman-Martins & Landini, 2024).

En tercer lugar, el Carbendazim, otro fungicida de uso común fue identificado en 15 alertas, principalmente en los cultivos de chile y lechuga en 8 estados. Estos hallazgos subrayan la necesidad de fortalecer los sistemas de monitoreo y regulación del uso de plaguicidas y fungicidas, así como de implementar programas de capacitación técnica dirigidos a productores y exportadores, con el fin de garantizar el cumplimiento de los estándares internacionales de inocuidad alimentaria. La persistencia en el suelo del fungicida Carbendazim, altera la diversidad microbiana, afectando negativamente comunidades bacterianas esenciales para la fertilidad del suelo (Singh et al., 2016). En organismos vivos, se ha demostrado que esta sustancia provoca genotoxicidad, teratogenicidad, disfunción hepática y alteraciones endocrinas (Chauhan et al., 2023).

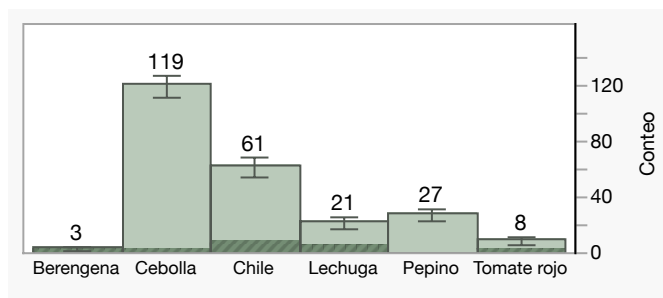


Figura 5. Frecuencia de alertas de importación por tipo de cultivo hortícola en México (2009-2024).
Fuente: Elaboración propia

Análisis estadístico de asociaciones entre variables sanitarias y agrícolas a nivel global

Las pruebas de chi-cuadrada para evaluar la relación entre variables clave en el contexto de alertas sanitarias emitidas por la FDA (Tabla 1). Los resultados mostraron asociaciones significativas ($p < .001$), en todos los casos analizados.

La relación entre el tipo de alerta sanitaria y la hortaliza involucrada con un coeficiente de contingencia de 0.61 indica una asociación moderada, lo que sugiere que ciertos cultivos presentan patrones específicos de riesgo sanitario. La asociación entre el tipo de alerta y el tipo de problema detectado registro u coeficiente de contingencia elevado (0.93), lo que respalda la hipótesis de que las alertas están estrechamente vinculadas a problemas específicos como residuos de pesticidas o contaminación microbiológica. Asimismo, se observó una relación muy fuerte entre el tipo de hortaliza y el tipo de problema detectado (coeficiente de contingencia = 0.904), lo que indica que ciertos cultivos están más asociados a tipos particulares de incumplimientos sanitarios. La asociación significativa entre el país exportador y el tipo de problema (coeficiente de contingencia = 0.978), sugiere que las diferencias en prácticas agrícolas, normativas y sistemas de control de calidad influyen en la naturaleza de los problemas detectados.

Estos hallazgos permiten establecer que las alertas sanitarias no ocurren de manera aleatoria, sino que responden a patrones específicos vinculados al tipo de cultivo, país de origen y naturaleza del problema, lo cual tiene implicaciones relevantes para el diseño de estrategias de inocuidad y regulación diferenciadas.

Tabla 1. Resultados del análisis de asociación entre variables sanitarias y agrícolas mediante pruebas de chi-cuadrada (nivel global, 2009–2024).

Prueba de pares de variables	X ²	gl	p	N	Coef. de contingencia
Tipo de Alerta × Hortaliza	215.89	48	< .001	351	0.61
Tipo de Alerta × Problema	2524.22	1352	< .001	351	0.93
Hortaliza × Problema	1566.42	1014	< .001	351	0.90
País × Problema	7745.26	4620	< .001	351	0.97

Fuente: Elaboración propia

Relación entre el estado de origen en México, el tipo de hortaliza exportada y los problemas sanitarios detectados

Se realizaron pruebas de chi-cuadrada para evaluar la asociación entre el estado de origen en México y dos variables clave: el tipo de hortaliza exportada y el tipo de problema sanitario detectado (Tabla 2). En el primer análisis, se encontró una asociación significativa entre el estado de origen y el tipo de hortaliza ($p < .001$), con un coeficiente de contingencia de 0.739, lo que indica una relación moderada, lo que sugiere que la distribución de cultivos hortícolas varía significativamente entre las entidades federativas, reflejando patrones de especialización agrícola regional.

La asociación entre el estado de origen y el tipo de problema detectado también fu significativa ($p < .001$), con un coeficiente de contingencia de 0.960. Esta relación respalda la hipótesis de que ciertos estados presentan una mayor incidencia de problemas específicos, lo cual puede estar relacionado con prácticas agrícolas locales, condiciones ambientales o diferencias en el cumplimiento de normativas sanitarias. Estos hallazgos tienen implicaciones relevantes para el diseño de políticas de inocuidad alimentaria y estrategias de control sanitario diferenciadas por región.

Tabla 2. Resultados del análisis de asociación entre el estado de origen en México, el tipo de hortaliza exportada y los problemas sanitarios detectados.

Prueba de pares de variables	X ²	gl	p	N	Coef. de contingencia
Estado × Hortaliza	287.04	110	< .001	239	0.73
Estado × Problema	2829.10	2464	< .001	239	0.96

Fuente: Elaboración propia

Análisis de clúster sobre patrones de riesgo sanitario en hortalizas exportadas desde México

Se identificaron cinco grupos diferenciados de registros (75% de similitud entre grupos), cada uno con características particulares en cuanto a tipo de hortaliza, perfil toxicológico, distribución geográfica y naturaleza de los contaminantes detectados (Figura 6). Estos grupos reflejan patrones diferenciados de riesgo sanitario, asociados tanto al tipo de cultivo como a la región de origen y al uso de agroquímicos. Los hallazgos subrayan la necesidad de implementar estrategias de vigilancia y control específicas por cultivo y región, especialmente en productos destinados al consumo en fresco

El Grupo 1 compuesto exclusivamente por registros de pepino ($n=27$), caracterizados por residuos de plaguicidas de toxicidad media a alta como Omethoate, Dimethoate, Methamidophos y Monocrotophos, además de la presencia de Salmonella. Con una media de toxicidad codificada de 2.9, este grupo representa un perfil de riesgo sanitario elevado, concentrado en estados del norte como Sonora, Baja California, Coahuila y Sinaloa.

El Grupo 2 incluye 32 registros, con predominancia de lechuga (n=21) y tomate rojo (n=7), junto con casos de cebolla y berenjena. Se caracteriza por una alta diversidad de residuos químicos, que combinan plaguicidas de toxicidad alta y baja. La media de toxicidad codificada es de 1.84, indicando un perfil mixto de riesgo, con distribución en 17 estados del país. Este grupo refleja prácticas agrícolas intensivas y uso combinado de agroquímicos.

El Grupo 3 agrupa 62 registros, principalmente de chile (n=61) y un caso de tomate rojo. Se detectaron residuos como Permethrin, Fipronil, Monocrotophos y Carbendazim, con una media de toxicidad de 1.90, lo que sugiere un riesgo moderado a elevado. Los registros se distribuyen en 18 estados, con concentración en Baja California, Sonora y Chihuahua, y evidencian el uso frecuente de insecticidas de amplio espectro.

El Grupo 4 también incluye 62 registros, dominados por la cebolla (n=48) y chile (n=14, una hortaliza de raíz con alta susceptibilidad a contaminantes del suelo. Se identificaron residuos como Methamidophos, Bifenthrin, Propamocarb y Permethrin, además de agentes biológicos como el virus de Hepatitis A. La media de toxicidad es de 2.58, indicando un perfil de riesgo moderado a alto, con distribución en 15 estados.

Finalmente, el Grupo 5 está compuesto por 70 registros, todos de cebolla, con múltiples residuos de plaguicidas como Propamocarb, Cyproconazole, Chlorpyrifos y Permethrin. La media de toxicidad es de 1.74, lo que indica un riesgo bajo a moderado, aunque con casos de toxicidad elevada. La mayoría de los registros provienen de Puebla, con presencia adicional en Tlaxcala y Estado de México.

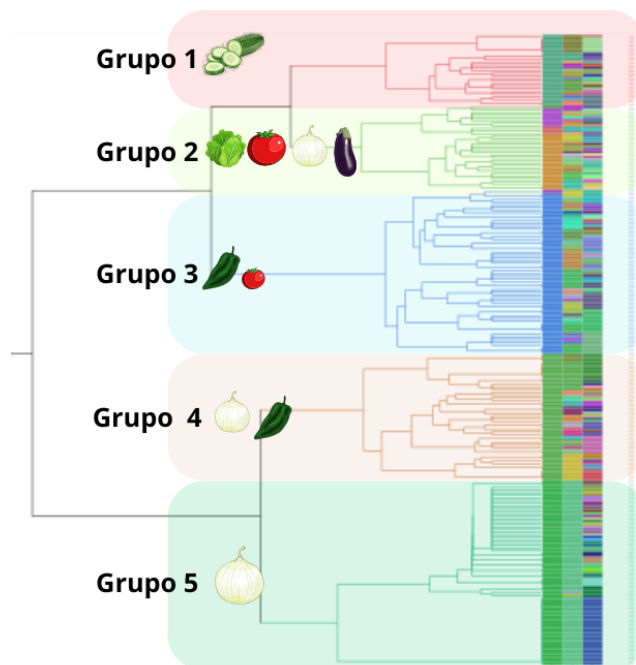


Figura 6. Resultados del análisis de clúster: asociaciones entre estado de origen, tipo de hortaliza y problemas sanitarios detectados.
Fuente: Elaboración propia

Conclusión

Las alertas sanitarias emitidas por la FDA responden a patrones específicos vinculados al tipo de cultivo, país de origen y naturaleza del problema detectado. A nivel global, se observaron asociaciones altas entre el tipo de problema y variables como el país exportador y la hortaliza involucrada, lo que evidencia la influencia de factores agroecológicos, prácticas agrícolas y marcos regulatorios en la calidad sanitaria de los productos. En el caso de México, los análisis estadísticos mostraron asociaciones significativas entre el estado de origen y el tipo de, así como entre el estado y el tipo de problema sanitario, lo que respalda la necesidad de enfoques regionalizados en la vigilancia sanitaria. El análisis de clúster complementó estos hallazgos al identificar cinco grupos de riesgo diferenciados, destacando cultivos como pepino, chile y cebolla, con perfiles de riesgo que van de moderado a alto, y presencia recurrente de plaguicidas altamente tóxicos y agentes biológicos como *Salmonella* y el virus de Hepatitis A.

Referencias

- Chauhan, S., Yadav, U., Bano, N., Kumar, S., Fatima, T., Anshu, Dubey, A., & Singh, P. C. (2023). Carbendazim modulates the metabolically active bacterial populations in soil and rhizosphere. *Current Microbiology*, 80, Article 280. <https://doi.org/10.1007/s00284-023-03391-0>
- Fournier, B., Dos Santos, S. P., Gustavsen, J. A., Imfeld, G., Lamy, F., Mitchell, E. A., ... & Heger, T. J. (2020). Impact of a synthetic fungicide (fosetyl-Al and propamocarb-hydrochloride) and a biopesticide (*Clonostachys rosea*) on soil bacterial, fungal, and protist communities. *Science of The Total Environment*, 738, 139635.
- González-Vela, A., Ortega-López, G., & Díaz, G. M. (2025). Motivos de rechazo en la exportación de fresas de México a Estados Unidos. *Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato*, 6(12), 59-68. <https://doi.org/10.15174/cia.v6i12.69>
- González, F. J., Ramírez, P. M., & López, A. E. (2020). Uso y efectos del Propamocarb en el control de enfermedades fúngicas en cultivos de fresa. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 42(3), 180–189. <https://doi.org/10.1016/j.rmf.2020.04.008>
- Hernández-Mosqueda, F. A., Ortega-López, G., Juárez-García, R. A., & Huerta-Lara, M. (2025). Alertas de importación de tomate rojo mexicano: Un análisis de la base de datos de la FDA. *Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato*, 6(2), 149–156. <https://doi.org/10.15174/cia.v6i12.78>
- Hoffman-Martins, S. E., & Landini, F. (2024). Causas de intoxicaciones por agroquímicos en agricultores familiares y propuestas para enfrentarlas. *Hacia la Promoción de la Salud*, 29(1), 73-88. <https://doi.org/10.17151/hpsal.2024.29.1.6>
- JASP Team. (2018). JASP (Version 0.9) [Computer software]. <https://jasp-stats.org>
- JMP. (2025). JMP® Statistical Discovery Software (Version 2025) [Computer software]. JMP Statistical Discovery LLC. <https://www.jmp.com>.
- Ramos-Gutiérrez, A. I., Huerta-Lara, M., & Rucoba-García, A. (2025). Principales limitantes de inocuidad para la exportación de brócoli a Estados Unidos. *Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato*, 6(2), 198–208. <https://doi.org/10.15174/cia.v6i12.83>
- Singh, S., Singh, N., Kumar, V., Datta, S., Wani, A. B., Singh, D., Singh, K., & Singh, J. (2016). Toxicity, monitoring and biodegradation of the fungicide carbendazim. *Environmental Chemistry Letters*, 14, 317–329. <https://doi.org/10.1007/s10311-016-0566-2>