

EL USO DE AGROQUÍMICOS EN LOS CÍTRICOS MICHOACANOS. UNA APLICACIÓN DESDE LA TEORÍA DE LOS EXPERTONES

Altamirano-Vera, Teófilo¹ – Espitia Moreno, Irma Cristina ² – García Orozco, Dalia³ – Alfaro Víctor G.⁴

^{1, 2, 3, 4}Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

^{1, 2, 3, 4} Santiago Tapia 403, Centro, Morelia (58000), Michoacán. México

¹1031234d@umich.mx – ²irmacris@umich.mx – ³dalia.garcia@umich.mx –

⁴victor.alfaro@umich.mx

¹<https://orcid.org/0000-0003-3008-9889> - ²<https://orcid.org/0000-0001-7571-2692> -

³<https://orcid.org/0000-0001-5796-0473> - ⁴<https://orcid.org/0000-0002-0412-2166>

Recibido el 23 de abril 2025, aceptado el 29 de septiembre de 2025

RESUMEN

La práctica intensiva en la industria del limón es insostenible, por el uso excesivo de agroquímicos. El objetivo de esta investigación consiste en analizar el impacto ambiental que tienen los agroquímicos, la frecuencia de enfermedades y plagas, así como la eficiencia en los métodos para el control de estas plagas y enfermedades en cultivos de limón, se utilizó la teoría de expertones, mediante la lógica difusa. Los resultados indican que, aunque los agroquímicos aumentan la productividad, siguen existiendo problemas fitosanitarios. Se recomienda reducir el uso de químicos y adoptar prácticas agroecológicas para lograr un equilibrio entre producción y sostenibilidad.

Palabras Clave: Sostenibilidad, Agroquímicos, Cítricos, Opiniones de expertos.

Códigos JEL: Q01, Q10, Q56, R11, C44.

THE USE OF AGROCHEMICALS IN MICHOACAN CITRUS CROPS. AN APPLICATION FROM EXPERTS THEORY

Altamirano-Vera, Teófilo¹ – Espitia Moreno, Irma Cristina ² – García Orozco, Dalia³ - Alfaro Victor G.⁴

^{1, 2, 3, 4}Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

^{1, 2, 3, 4} Santiago Tapia 403, Centro, Morelia (58000), Michoacán. México

¹1031234d@umich.mx – ²irmacris@umich.mx – ³dalia.garcia@umich.mx –

⁴victor.alfaro@umich.mx

¹<https://orcid.org/0000-0003-3008-9889> - ²<https://orcid.org/0000-0001-7571-2692> -

³<https://orcid.org/0000-0001-5796-0473> - ⁴<https://orcid.org/0000-0002-0412-2166>

Received April 23rd 2025; accepted September 29th 2025

ABSTRACT

Intensive practices in the lemon industry are unsustainable due to the excessive use of agrochemicals. The objective of this research is to analyze the environmental impact of agrochemicals, the frequency of diseases and pests, and the efficiency of the methods used for their control in lemon crops. The study applied experts' theory through fuzzy logic. The results indicate that, although agrochemicals increase productivity, phytosanitary problems persist. It is recommended to reduce the use of chemicals and adopt agroecological practices to achieve a balance between production and sustainability.

Keywords: Sustainability, Agrochemicals, Citrus, Expert opinions.

JEL Codes: Q01, Q10, Q56, R11, C44

1 INTRODUCCIÓN

Hay diversas razones por las cuales las empresas emprenden el camino hacia la Sustentabilidad. Entre las razones fundamentales se encuentra garantizar el cumplimiento de leyes y regulaciones, así como comprometerse y respaldar los principios internacionales para la conducta empresarial sostenible (United Nations, 2010). La elección de la producción ecológica se presenta como una alternativa saludable que demuestra respeto tanto por el medio ambiente como por las personas. En este contexto, la labor agrícola no solo se limita a la producción de alimentos, sino que también desempeñan roles importantes en el ámbito social, paisajístico, ambiental y en la economía rural. Con este propósito, la producción ecológica gestiona los recursos de manera que se armonicen todas estas funciones y se logre un equilibrio integral entre ellas (Curcio, 2019). Esto ha traído consecuencias en los ecosistemas terrestres y con ello la destrucción de los ecosistemas para el cumplimiento de las metas que se mencionan en el objetivo 15 “Vida de Ecosistemas Terrestre” de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales incluyen el mejoramiento de las áreas de agricultura y su mejoramiento, y con ello la flora y fauna (United Nations, 2024). El consumo diario de cítricos supone una importante fuente de vitamina C, fibra, minerales, vitaminas, hidratos de carbono, agua y antioxidantes, lo que los hace grandes aliados para prevenir la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares (SENASICA, 2023). A nivel global, México se posiciona como el cuarto productor de cítricos, alcanzando una producción de 7,793,702 toneladas en 2018 (Rinconada et al., 2022).

2 CONTEXTO

La ONU define la sostenibilidad agrícola como aquella “agricultura debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras, y al mismo tiempo garantizar la rentabilidad, la salud ambiental, y la equidad social y económica.” (FAO, 2024) Dada la importancia que tienen los cítricos a nivel mundial debido a su uso en la medicina por su fuente de vitaminas (Valero et al., 2018) así como en infinidad de aplicaciones alimentarias y demás, el ámbito ambiental, algunas investigaciones han resaltado la gran importancia de los cultivos de limón, un estudio en España mostró la gran capacidad que estos tienen para captar CO₂ atmosférico, en el caso del limón ascendiendo a 360.550 toneladas de CO₂ anual, así como la de pomelo con 14.888 toneladas (AILIMPO, 2021). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), estima que para producir un cítrico (entre ellos el limón) se requieren de 50 litros de agua aproximadamente (PROFECO, 2019). De acuerdo con estudios realizados en 148 países con los datos de mejora en la sostenibilidad la mayoría cuenta con el mal uso del agua, la destrucción de la biodiversidad y la prevalencia de la agricultura química convencional (Grigoroudis et al.,

2024). En el noroeste de China en una investigación se descubrió la baja disponibilidad de magnesio (Mg) elemento de vital importancia en la productividad, el peso y rendimiento del fruto, debido al uso desmedido de Nitrógeno (promedio de 712 kg N ha⁻¹), fósforo (promedio de 364 kg P 2 O 5 ha⁻¹), y fertilizantes de potasio (promedio de 565 kg K 2 O ha⁻¹ anualmente (Wang et al., 2022) Con el fin de reducir el uso de agroquímicos en los cultivos del limón se han implementado nuevas alternativas agroecológicas para el manejo y control de plagas, mediante el uso de extracto de cítricos, ajo manzanilla y ruda, esta estrategia reduce el uso de insecticidas en un 50% (INIFAP, 2023).

3 METODOLOGÍA

Para cumplir con el objetivo de la investigación, se utilizó la teoría de expertos. En este contexto, los autores proponen la agregación de la opinión de los expertos mediante el uso de un cuestionario con valor de verdad entre 0 (falso) y 1 (verdadero), se pueden elegir un número infinito de correspondencias semánticas de la verdad a la falsedad usando la escala endecadaria con valores de {0 = falso, 1/10 = prácticamente falso, 2/10 = casi falso, 3/10 = bastante falso, 4/10 = más falso que verdadero, 5/10 = ni verdadero ni falso, 6/10 = más verdadero que falso, 7/10 = bastante verdadero, 8/10 = casi verdadero, 9/10 = prácticamente verdadero, 1 = verdadero}. (Vromen, 1994) señala que esta teoría que establece el concepto de subconjunto borroso, llamada “Lógica difusa” es un subconjunto que permite modelar fenómenos desde la perspectiva de la pertenencia o no pertenencia, que surgen del razonamiento común. (Arnold & Aluja, 1987) en su obra presentan aquellos instrumentos que se pueden emplear en la preparación de decisiones de carácter económico cuando el entorno no se puede medir en lo absoluto o sólo de manera insuficiente.

Por su parte en esta teoría se establece una matemática no numérica a través de una serie de símbolos del lenguaje matemático. En estudios previos se proponen técnicas, métodos y modelos con el fin de describir fenómenos reales sobre estructuras formales. Por otro lado, en la teoría propuesta por el profesor Gil-Aluja en 1999, se fundamentan los conceptos de relación, asignación, agrupación y ordenación, que permiten la toma de decisiones al relacionar, agrupar y priorizar.

Según datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) México a nivel mundial se coloca en los primeros 3 lugares de producción del limón junto con China e India, y en México lo ocupan los estados de Michoacán, Colima y Veracruz., En Michoacán la producción se concentra en el Valle de Apatzingán, esta investigación se desarrolló con expertos productores de limón en este Valle, Se utilizó un instrumento de medición de 35 ítems a productores de limón, se seleccionaron 10 expertos y 3 ítems para evaluar el uso de agroquímicos en cultivos, la frecuencia con la que se presentan enfermedades y plagas, así como qué tan eficientes resultan los métodos químicos de control.

4 RESULTADOS

Para el ítem “Uso de agroquímicos en los cultivos de limón” el resultado de la Esperanza Matemática es de 0.82 Casi verdadero

Tabla 1. Uso de agroquímicos en los cultivos de limón

Obtención de la Información			Frecuencias Absolutas		Frecuencias Relativas		Función Acumulada Complementaria	
			0	0	0	0	0	1
Experto	1	0.7	0.1	0	0.1	0	0.1	1
Experto	2	0.7	0.2	0	0.2	0	0.2	1
Experto	3	1	0.3	0	0.3	0	0.3	1
Experto	4	1	0.4	0	0.4	0	0.4	1
Experto	5	1	0.5	0	0.5	0	0.5	1
Experto	6	0.7	0.6	0	0.6	0	0.6	1
Experto	7	0.7	0.7	6	0.7	0.6	0.7	1
Experto	8	1	0.8	0	0.8	0	0.8	0.4
Experto	9	0.7	0.9	0	0.9	0	0.9	0.4
Experto	10	0.7	1	4	1	0.4	1	0.4
0.82							EM	0.82

Fuente: Elaboración propia

Para el ítem “Frecuencia de enfermedades y plagas que afecten a los cultivos de limón” el resultado de la Esperanza Matemática es de 0.75 Bastante verdadero.

Tabla 2. Frecuencia de enfermedades y plagas que afecten a los cultivos de limón.

Obtención de la Información			Frecuencias Absolutas		Frecuencias Relativas		Función Acumulada Complementaria	
			0	0	0	0	0	1
Experto	1	0.7	0.1	0	0.1	0	0.1	1
Experto	2	0.3	0.2	0	0.2	0	0.2	1
Experto	3	1	0.3	1	0.3	0.1	0.3	1
Experto	4	1	0.4	0	0.4	0	0.4	0.9
Experto	5	1	0.5	0	0.5	0	0.5	0.9
Experto	6	0.7	0.6	0	0.6	0	0.6	0.9
Experto	7	0.7	0.7	6	0.7	0.6	0.7	0.9
Experto	8	0.7	0.8	0	0.8	0	0.8	0.3
Experto	9	0.7	0.9	0	0.9	0	0.9	0.3
Experto	10	0.7	1	3	1	0.3	1	0.3
0.75							EM	0.75

Fuente: Elaboración propia

Para el ítem “Frecuencia de enfermedades y plagas que afecten a los cultivos de limón” el resultado de la Esperanza Matemática es de 0.75 Más verdadero que falso.

Tabla 3. Eficiencia en los métodos para controlar las enfermedades y plagas en los cultivos

Obtención de la Información			Frecuencias Absolutas		Frecuencias Relativas		Función Acumulada Complementaria	
			0	0	0	0	0	1
Experto	1	0.7	0.1	0	0.1	0	0.1	1
Experto	2	0.3	0.2	0	0.2	0	0.2	1
Experto	3	0.7	0.3	1	0.3	0.1	0.3	1
Experto	4	0.7	0.4	0	0.4	0	0.4	0.9
Experto	5	0.7	0.5	1	0.5	0.1	0.5	0.9
Experto	6	0.7	0.6	0	0.6	0	0.6	0.8
Experto	7	0.7	0.7	7	0.7	0.7	0.7	0.8
Experto	8	1	0.8	0	0.8	0	0.8	0.1
Experto	9	0.7	0.9	0	0.9	0	0.9	0.1
Experto	10	0.5	1	1	1	0.1	1	0.1
0.67							EM	0.67

Fuente: Elaboración propia

5 CONCLUSIONES

Para el caso de uso de agroquímicos en los cultivos de limón se concluye que es frecuente el uso de agroquímicos con un resultado de expertos de esperanza matemática de 0.82 Casi verdadero, esto con la finalidad de elevar la productividad, pero estas prácticas alteran la naturaleza de los suelos al reducir el Magnesio (Mg) elemental en la producción diversos productos, y se elevan otros elementos presentes en el ecosistema.

En cuanto a la frecuencia de enfermedades y plagas con un resultado de 0.75 Bastante verdadero de esperanza matemática (EM) se concluye que siempre están presentes, por lo que habría que reducir el uso de agroquímicos en los cultivos del limón e implementar nuevas alternativas agroecológicas para el manejo y control de plagas, mediante el uso de nuevas técnicas como el extracto de cítricos, ajo manzanilla y ruda, ya que esta estrategia reduce el uso de insecticidas en un 50%

De acuerdo con la eficiencia en los métodos para controlar las enfermedades y plagas en los cultivos da como resultado la esperanza matemática (EM) 0.67 Más verdadero que falso mostrando que son medianamente funcionales por lo que se recomienda seguir estrategias más sostenibles y amigables con el medio ambiente, tal como son las alternativas agroecológicas.

REFERENCIAS

- AILIMPO. (2021). AILIMPO publica los datos de huella de carbono del sector del limón y pomelo en España. 131.
- Arnold, K., & Aluja, J. (1987). Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre.
- Curcio, N. (with IICA, Buenos Aires (Argentina)). (2019). Manual de buenas prácticas de manejo para la producción de hortalizas orgánicas. IICA.
- FAO. (2024). Alimentación y agricultura sostenibles. Alimentación y agricultura sostenibles. <https://www.fao.org/sustainability/es/>
- Gobierno de México. (2012). México, quinto productor mundial de cítricos. gob.mx. <http://www.gob.mx/agricultura%7Cyucatan/articulos/mexico-quinto-productor-mundial-de-citricos>
- Grigoroudis, E., Kouikoglou, V. S., & Phillis, Y. A. (2024). Agricultural sustainability assessment and national policy-making using an axiomatic mathematical model. *Environmental and Sustainability Indicators*, 22, 100401. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100401>
- INIFAP. (2023). Alternativas agroecológicas para el control de Trips en limón [Gobierno de México]. Alternativas agroecológicas para el control de Trips en limón. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/alternativas-agroecologicas-para-el-control-de-trips-en-limon?idiom=es>
- PROFECO. (2019). Limón mexicano. “Si del cielo te caen limones...”. <https://www.gob.mx/profeco/documentos/limon-mexicano-si-del-cielo-te-caen-limones?state=published>
- Rinconada Carbajal, F., García Fernández, F., Serna Hinojosa, J. A., Rinconada Carbajal, F., García Fernández, F., & Serna Hinojosa, J. A. (2022). Especialización y ventaja comparativa del sector citrícola en México: 1990-2018. *Economía: teoría y práctica*, 56, 155-174. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/562022/rinconada>
- SENASICA. (2023). Cuenta México con un fuerte sector citrícola para atender el mayor consumo por temporada invernal. gob.mx. <http://www.gob.mx/senasica/prensa/cuenta-mexico-con-un-fuerte-sector-citricola-para-atender-el-mayor-consumo-por-temporada-invernal-353763>
- United Nations, U. (2010). El Pacto Mundial de la ONU: La Búsqueda de Soluciones para Retos Globales | Naciones Unidas. United Nations; United Nations. <https://www.un.org/es/cr%C3%B3nica-onu/el-pacto-mundial-de-la-onu-lab%C3%BAqueda-de-soluciones-para-retos-globales>
- United Nations, U. (2024). ODS 15 Vida de ecosistemas terrestres | Pacto Mundial ONU. Pacto Mundial. <https://www.pactomundial.org/ods/15-vida-de-ecosistemas-terrestres/>

Valero, T., Rodríguez, P., Ruiz, E., Ávila, J., & Varela, G. (2018). La Alimentación Española (II). ROAL, S.L.

<https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/2018/libro-la-alimentacion-espanola.pdf>

Vromen, J. (1994). Evolution and Efficiency: An Inquiry into the Foundations of New Institutional Economics. Eburon, Delft.

Wang, Y., Long, Q., Li, Y., Kang, F., Fan, Z., Xiong, H., Zhao, H., Luo, Y., Guo, R., He, X., Lakshmanan, P., Shi, X., Zhang, F., & Zhang, Y. (2022). Mitigating magnesium deficiency for sustainable citrus production: A case study in Southwest China. *Scientia Horticulturae*, 295, 110832. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110832>