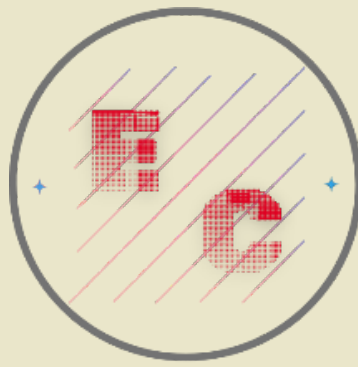




REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 2, Número 4
Octubre-Diciembre 2025

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 2, Número 4
octubre-diciembre 2025

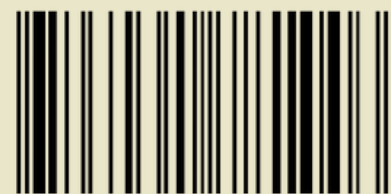
Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

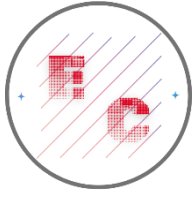
Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 2, Núm. 4, octubre-diciembre 2025, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 octubre 2025.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 2, Número 4, 2025, octubre-diciembre

DOI: <https://doi.org/10.71112/66w48c86>

**SUSTENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE CÍTRICOS: CASO ZONA CITRÍCOLA
OXKUTZCAB, YUCATÁN**

**SUSTAINABILITY IN CITRUS PRODUCTION: THE CASE OF THE CITRUS ZONE
OXKUTZCAB, YUCATAN**

Daniel Armando San Román Ávila

Salvador González Flores

México

Sustentabilidad en la producción de cítricos: caso zona citrícola

Oxkutzcab, Yucatán

Sustainability in citrus production: the case of the citrus zone

Oxkutzcab, Yucatan

Daniel Armando San Román Ávila

danielsan62@rcastellanos.cdmx.gob.mx

<https://orcid.org/0009-0001-3830-4371>

Universidad Nacional Rosario Castellanos

México

Salvador González Flores

salvador.gonzalez@colpos.mx

<https://orcid.org/0000-0003-0826-9920>

Universidad Autónoma Chapingo

México

RESUMEN

La sustentabilidad es un pilar en la producción agrícola y busca garantizar la continuidad de los recursos naturales, para la citricultura, implica abordar los desafíos del cambio climático, degradación del suelo y sobreexplotación del agua y debe combinar las dimensiones sustentables y así conservar la base productiva para las generaciones actuales y garantizar la sostenibilidad. La investigación describió las prácticas sustentables en cítricos en la principal zona productora de Yucatán, para ello se utilizó la metodología MESMIS y se definieron criterios e indicadores. El muestreo se llevó a cabo en Oxkutzcab, donde la población muestral fue de 333 productores. Como resultados, el 90% de los citricultores observa sobreexplotación y contaminación del suelo, pero el 100% es considerado eficiente. Además, se sugirieron medidas de manejo sustentable que fortalecen la sustentabilidad como una forma de asegurar la continuidad de la citricultura yucateca y su contribución al desarrollo regional.

Palabras clave: agricultura sustentable; agroecosistemas; citricultura; recursos naturales

ABSTRACT

Sustainability is a cornerstone of agricultural production and seeks to ensure the continuity of natural resources. For citrus growing this involves addressing challenges such as climate change, soil degradation, and water overexploitation. It must consider the various dimensions of sustainability in order to preserve the productive base for current generations and those to come. The research focuses on sustainable citrus farming practices in the main citrus producing region in the state of Yucatán using the MESMIS methodology as a point of reference to define the criteria and indicators. Sampling was carried out in Oxkutzcab with a sample population of 333 producers. Results show 90% of citrus farmers had observed soil overexploitation and contamination, nonetheless they all still consider the process to be efficient enough. Derived from this investigation, measures for strengthening sustainability are suggested as a way to ensure the continuity of citrus farms in Yucatán and their contribution to regional development.

Keywords: sustainable agriculture; agroecosystems; citrus farming; natural resources

Recibido: 6 de octubre 2025 | Aceptado: 29 de octubre 2025

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la citricultura en Yucatán representa un pilar fundamental en el ámbito alimentario, social, cultural y económico (SADER,2022), siendo una actividad que influye en la vida familiar y en la organización comunitaria de la región. Sin embargo, lograr una producción sostenible de cítricos en la región implica enfrentar desafíos importantes, como el uso eficiente de los recursos naturales, la disminución del impacto ambiental, la adaptación frente al cambio climático y la tecnología de vanguardia.

Por ello, es sustancial mejorar la gestión y el aprovechamiento responsable del agua, ya que, a pesar de que el estado posee una extensa red de cenotes, factores como el incremento

de las temperaturas, el crecimiento de las zonas urbanas y los movimientos migratorios internos han elevado la demanda de agua, ocasionando dificultades tanto en su distribución como en su calidad. Del mismo modo, los efectos del cambio climático están principalmente vinculados al aumento progresivo de la temperatura a nivel global (IPCC,2021). En Yucatán, este fenómeno se ha intensificado en años recientes, registrándose temperaturas que superan los 40 °C. En 2024, se alcanzaron hasta 44 °C, con sensaciones térmicas que llegaron a los 56 °C (Barquet, 2024).

Por otro lado, aunque se han hecho esfuerzos por disminuir el uso de agroquímicos, es necesario fomentar la utilización de bioestimulantes y biofertilizantes, tecnologías que resultan más sostenibles para el medio ambiente. De acuerdo con Mekaoui (2021), las condiciones socioeconómicas representan un desafío relevante, ya que muchos productores citrícolas en Yucatán no tienen acceso a fuentes de energía renovable, como los paneles solares, debido a restricciones económicas o barreras culturales que dificultan la implementación de nuevas tecnologías.

Por otra parte, la expansión de los monocultivos y la falta de infraestructura adecuada para el reciclaje y tratamiento de residuos representan amenazas importantes para los ecosistemas locales. Esta problemática ha impactado directamente a la citricultura, generando una reducción en la producción de cítricos.

En este contexto, surge la necesidad de abordar estos retos, particularmente la zona de mayor producción de cítricos del estado de Yucatán, reconocidos por su alta relevancia en la producción citrícola del estado. No obstante, estos desafíos también abren la puerta a la adopción de prácticas agrícolas sostenibles e innovadoras.

Ante este panorama, diversas investigaciones señalan que los productores deben ajustar sus métodos de cultivo con un enfoque sustentable, a fin de garantizar la continuidad y viabilidad de la producción citrícola.

Por esta razón, la finalidad de la presente investigación es analizar las prácticas de producción sustentable en los cultivos de cítricos en la zona de mayor productividad citrícola del estado de Yucatán, con el propósito de incrementar la productividad agrícola, preservar los recursos naturales y fortalecer el desarrollo económico y social de las comunidades locales. Dicho lo anterior, es indispensable avanzar hacia modelos agrícolas más sostenibles, lo cual incluye el manejo responsable de los recursos naturales, la adopción de tecnologías amigables con el medio ambiente y el desarrollo de capacidades locales. Estas acciones representan un paso esencial para garantizar la continuidad de la citricultura en Oxkutzcab y las diferentes comunidades aledañas al municipio, considerados territorios clave en la producción de cítricos en el estado.

METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Oxkutzcab, Yucatán, en donde la investigación fue aplicada, explicativa, con enfoque metodológico mixto, usando técnicas cuali/cuantitativas, basándose en el análisis descriptivo de frecuencias y porcentajes.

Para proteger los datos de la población encuestada, se siguieron las directrices de la NTP 28 (Oncins de Frutos, 2024) y la Guía de aspectos éticos en proyectos de investigación con personas o datos personales (Canimas Brugué & Bonmatí Tomás, 2021). Todos los participantes dieron su consentimiento informado y firmaron documentos de autorización.

El tamaño de la muestra se determinó mediante la fórmula de Slovin (Anokye, 2020), con un nivel de confianza del 95 % y un error de muestreo del 5 %; tal y como se describe en la fórmula $n = N/(1 + Ne^2)$ donde: **N**= Número total de la población **e**= Error de 5%, derivado de ello, se determinaron 333 productores como muestra representativa. La encuesta constó de 22 preguntas, considerando la metodología MESMIS.

Esta metodología (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales con Indicadores de Sustentabilidad) (Saldívar et al., 2002), distingue por ser holístico, contextualizado y participativo, e integra las tres dimensiones de la sustentabilidad. Para su implementación se siguió la metodología reportada por Franco-Valderrama et al., (2022) y García et al., (2023).

En este contexto, para la dimensión ambiental las variables que se estudiaron fueron: el uso eficiente del agua, calidad del suelo, uso de agroquímicos y práctica sustentables. En lo que respecta a la dimensión económica las variables medibles fueron: rentabilidad del cultivo de cítricos, accesibilidad a mercados y producción por unidad de área. Finalmente, la dimensión social, condiciones laborales, capacitación y educación y equidad de género. La información se recolectó a través de cuestionarios estructurados y se tabuló en Excel, generando histogramas de frecuencia y gráficos para cada dimensión de la sustentabilidad.

RESULTADOS

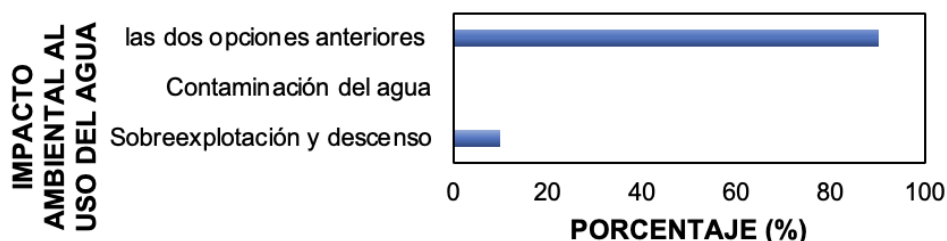
Los resultados obtenidos se exponen de manera clasificada en las tres dimensiones de la sustentabilidad: Ambiental, económica y social

Dimensión Ambiental

Los gráficos indican que el 90% de los citricultores considera que la sobreexplotación del suelo y la contaminación del agua son factores que influyen negativamente en la producción de cítricos, Figura 1:

Figura 1

Impacto ambiental al uso del suelo de cítricos



Fuente: elaboración propia, 2025.

A pesar de la existencia de agroquímicos catalogados como “amigables con el ambiente”, los agricultores indicaron que su uso depende de la situación económica de cada parcela.

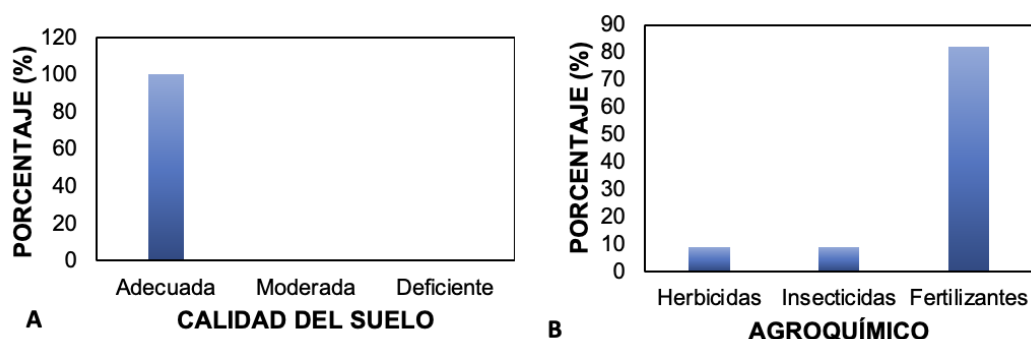
Adicionalmente, el 9 % mencionó una sobreexplotación del suelo relacionada con el uso excesivo de agroquímicos. Estos resultados demuestran la necesidad de fomentar prácticas alternativas de manejo sustentable que disminuyan la dependencia de insumos químicos y conserven los recursos naturales.

De igual forma, en la Figura 2A el 100 % de los citricultores reporta que a pesar de que se tiene un impacto ambiental considerado, todavía se encuentra en condiciones adecuadas para la producción de cítricos: sin embargo, se hace la mención que en los últimos años el cambio climático es una limitante importante para este recurso natural. Según Cool-Padilla et al. (2007) mencionan que la cantidad de árboles cultivados en la producción de cítricos se ha mantenido constante; sin embargo, la demanda de agroquímicos ha sido mayor lo que ha ocasionado una degradación paulatina del suelo; por otro lado, Borja-Bravo et al., 2021 reporta que debido a las enfermedades ocasionados por el Huanglongbing (HLB) o dragón Amarillo, se tienen que emplear agroquímicos en suelos de cítricos. La Figura 2B muestra que los fertilizantes (82%) seguido de los herbicidas e insecticidas con 9 % respectivamente. Autores como Polanco et al., (2019) y (Orozco-Santos y García-Marisca, 2023) mencionan que los

suelos de Yucatán al ser kársticos y hacer un uso desmedido de los agroquímicos es altamente tóxico en especial los derivados de glifosato porque genera contaminación en el manto acuífero

Figura 2

A) Condiciones del suelo y B) Agroquímicos para la producción de cítricos en Yucatán

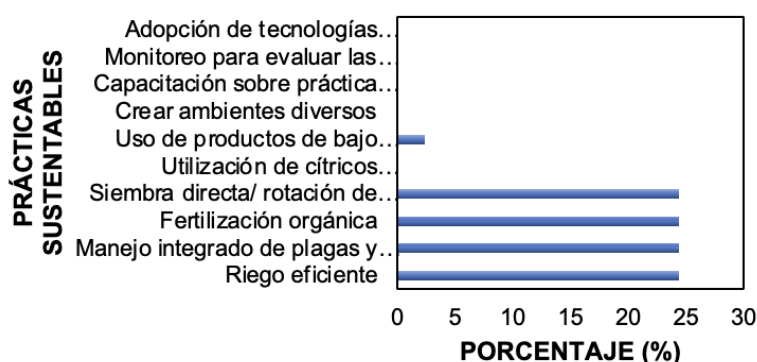


Fuente: elaboración propia ,2025.

En lo que respecta a las prácticas sustentables implementadas en la producción de cítricos yucatecos, el 24 % comentó que realizan un riego eficiente, manejo integral de plagas y enfermedades, utilizan compuestos orgánicos, realizan rotación de cultivos y el 2 % utiliza productos de bajo impacto ambiental (Figura 3):

Figura 3

Prácticas sustentables en la producción de cítricos yucatecos



Fuente: elaboración propia (2025).

Este mismo estudio demostró que la infraestructura en sus parcelas no cuenta con tecnología de celdas solares o sistemas más sofisticados de inteligencia artificial, es más un sistema rústico tradicional.

Sin embargo, en las empresas empacadoras de cítricos han implementado prácticas sustentables como el buen uso de las energías renovables, proyectos sustentables que promueven la transferencia tecnológica y que el 80% de las empacadoras está invirtiendo en reemplazar sus maquinarias viejas por tecnología de vanguardia (Navarrete et al., s.f.). En otro estudio realizado por Salgado-García et al., (2016), se reportó que están realizando un sistema integrado para recomendar dosis de fertilización (SIRDF) en las plantaciones de cítricos en la región de Tabasco; De igual manera, la región de Veracruz está generando prácticas agroecológicas utilizando plantas de lima Persa injertadas sobre *Citrus volkameriana* Pasq dando un 90 % de frutos de primera calidad y rendimientos de 18 toneladas por hectárea (Cardenas-Cagal et al.,2024).

Berdeja-Arbeu et al., (2018) sugiere que al realizar fertilización orgánica genera lima Persa de calidad y rendimiento de fruto similar a los árboles y prevenir la contaminación del suelo. Asimismo, Mohammad et al., (2007) recomienda que el manejo sustentable e integral de plagas como método alternativo de control armónico; Rivera-Hernández et al. (2024) reportan que la aplicación del riego debe considerar la experiencia de los citricultores y eficientar el uso del agua en el empleo de la producción de cítricos.

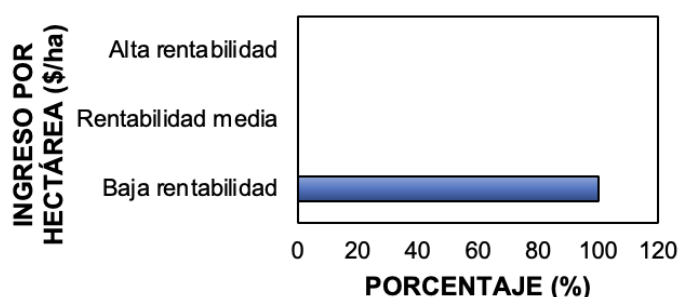
Dimensión Económica

Los resultados obtenidos muestran que los ingresos mensuales por hectárea de cítricos están en función de la temporada del cítrico; en este caso particular las encuestas revelaron una baja rentabilidad cerca de 10, 00 mil/ha esto debido a que los precios en el mercado por el kilo de limón eran inferiores a \$10 pesos mexicanos y por fuera de temporada (Figura 4).

Sin embargo, es importante mencionar que los meses de mayor demanda, sobre todo fechas importantes en el municipio la rentabilidad es superior. Así lo deja saber Galaviz-Aguilar et al. (2025) donde la baja rentabilidad se debió al desconocimiento de los mercados, no contar con información sobre precios, barreras comerciales por cuestiones logísticas y que la producción de cada cítrico ha ido fluctuando con el paso de los años.

Figura 4

Ingreso mensual por hectárea de cítricos en la zona de Yucatán.

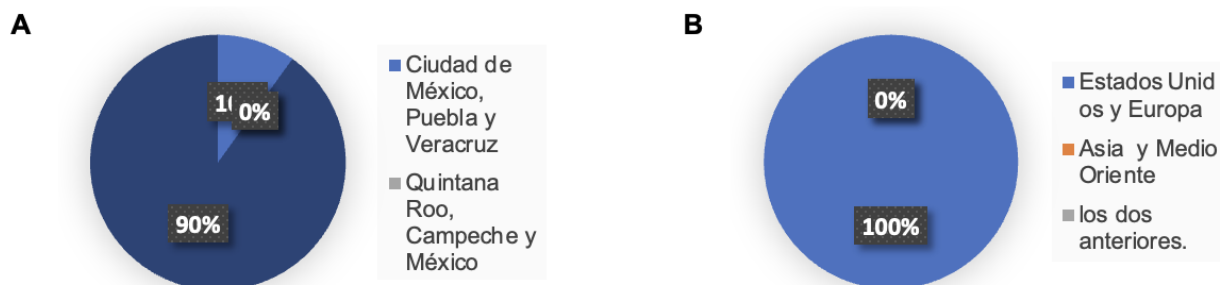


Fuente: elaboración propia, 2025.

En este sentido, en la Figura 5A, se visualiza que el 91 % de los citricultores conoce sobre que el destino principal local es la península de Yucatán y el 9 % son enviados al centro del país mientras que a nivel internacional el 100% sabe que los cítricos se destinan principalmente a Estados Unidos y Europa (Figura 5B) estos datos concuerdan con lo establecido por datos del gobierno estatal (Yucatán, Gobierno del estado, 2025).

Figura 5

A) Destino nacional y B) internacional de los cítricos en la zona productora de Yucatán

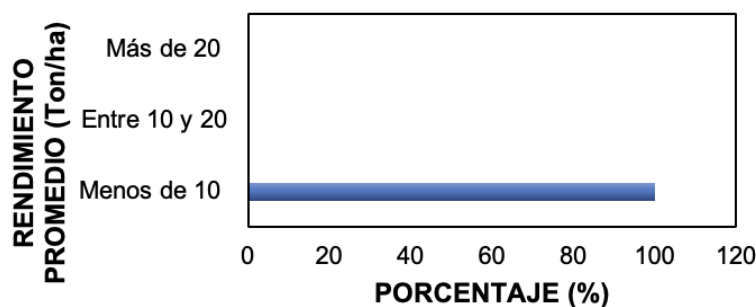


Fuente: elaboración propia (2025).

Asimismo, en la Figura 6, se encontró que 100% de los citricultores reportan que el rendimiento en cítricos es menos de 10 Ton/ha; De acuerdo con datos del SIAP los datos obtenidos en el presente estudio no están fuera de lo reportado; en el 2024 se tuvo un rendimiento de la naranja de 14.08 Ton/ha, limón 21.95 Ton/ha, toronja 19.66 Ton/ha y mandarina un 13.17 Ton/ha (SIAP, s.f.).

Figura 6

Rendimiento promedio (Ton/Ha) de cítricos en Yucatán.



Fuente: elaboración propia, 2025.

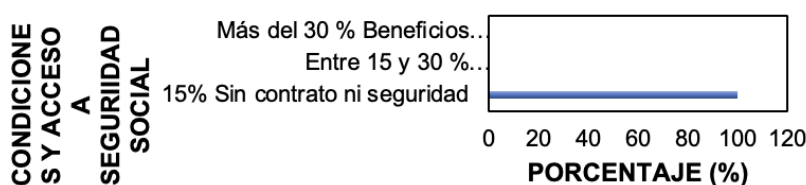
Considerando la temporada que se llevó a cabo las encuestas, generalmente los citricultores proporcionan información sobre la temporada en curso; pero también durante las entrevistas los citricultores comentaban que el cambio climático en la zona de Oxkutzcab estaba afectando a los cultivos.

Dimensión Social

En lo que se refiere a la dimensión social, la Figura 7 demostró que el 100 % de los citricultores no cuenta con seguridad social y contrato laboral; esto se debe a que muchos de ellos son independientes o dependen de un jefe, pero no cuentan con esta prestación.

Figura 7

Condiciones y acceso a seguridad social de citricultores



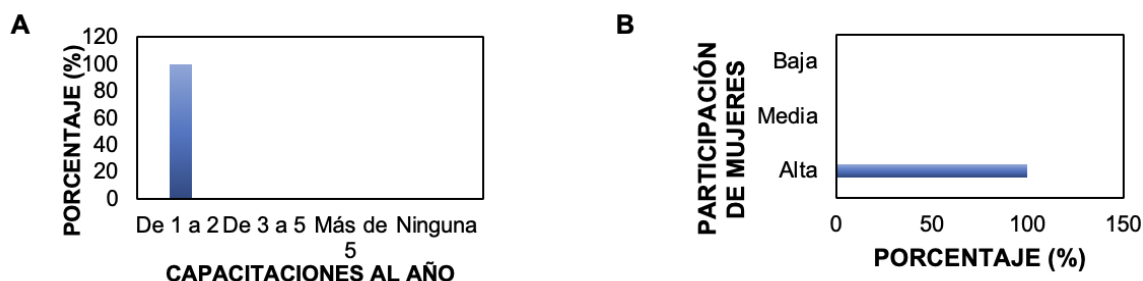
Fuente: elaboración propia, 2025.

Hernández-Trujillo y Pérez-Méndez, (2023) realizaron un estudio sobre las condiciones de seguridad social en el campo mexicano; demostrando que la gente del campo enfrenta un régimen de exclusión de sus derechos laborales y que al pertenecer a un núcleo rural y no al urbano las condiciones son diferentes.

En lo que se refiere a los cursos o capacitaciones que reciben sobre sustentabilidad, el 100% de los citricultores encuestados reciben de 1 a 2 cursos al año; esto concuerda con lo reportado por Navarrete (s.f.) (Figura 8A); Por otro lado, la Figura 8B, dio como resultado que el 100% de los citricultores encuestados las mujeres juegan un rol determinante en la producción de cítricos en la zona de Yucatán; De acuerdo con Montejo et al., (2023) hacen énfasis sobre la sustentabilidad y empoderamiento de las mujeres en los huertos y concluyeron que existe un empoderamiento personal de las mujeres con fines comunitarios.

Figura 8

A) Capacitaciones y/o talleres y B) Participación de mujeres en la citricultura, Yucatán.



Fuente: elaboración propia, 2025.

De ahí que, en un trabajo realizado sobre el contexto de la mujer en agricultura de Baja California Sur revelo que el 59% de las mujeres son las principales recolectoras de tomate y chile el 33 % así como actividades de monitoreo en la producción (Coronado-García et al.,2023).

En Argentina existe un incremento en la mano de obra femenina en trabajo agrícola. Pero, las condiciones laborales no les favorecen respecto al género masculino percibiendo bajos salarios y en muchas ocasiones para las tareas de cosechas y empaque para limón está limitada (Busca y Vázquez, 2004). Finalmente, con base en los resultados obtenidos, se elaboró un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), con el propósito de identificar los puntos críticos que inciden en la sustentabilidad de la citricultura yucateca (Tabla 1).

TABLA 1.

Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) en la sustentabilidad de cítricos yucatecos.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
La relevancia e importancia que tiene la actividad citrícola en las comunidades productoras de cítricos.	Aprovechamiento de los residuos generados podría mejorar la economía de la zona

• El valor comercial de los cítricos para la economía de las familias locales. • El conocimiento de los citricultores sobre el desarrollo de la actividad citrícola.	• Generación de programas sobre bioinsumos y prácticas sustentables. • Existe una creciente demanda por ciertos cítricos como el limón de mercados nacionales e internacionales y se puede aprovechar económicamente.
DEBILIDADES	AMENAZAS
• La utilización de agroquímicos (glifosato) que propicia la degradación del suelo. • Limitación a mercados debido a la baja infraestructura. • Elevados costos sobre el empleo de nuevas tecnologías.	• Las altas temperaturas ocasionan que los frutos pierdan su coloración y de vean afectados, asimismo la irregularidad de lluvias. • Plagas y enfermedades con mayor frecuencia.

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos en campo, 2025.

Este análisis permitió integrar tanto los aspectos positivos que fortalecen la producción como los factores de riesgo que limitan su sostenibilidad, proporcionando un marco estratégico para la toma de decisiones en el sector.

DISCUSIÓN

Como señalan Uzcanga-Pérez et al. (2022), la metodología MESMIS es un marco flexible y adaptable para evaluar sistemas agrícolas en diferentes contextos, integrando aspectos técnicos, económicos y biofísicos. Su beneficio consiste en poder definir indicadores apropiados para cada realidad productiva y evitar encasillamientos rígidos que no logran dar

respuesta a la complejidad de los agroecosistemas. En ese tenor, Masera, Astier y López-Ridaura (2000) ya habían advertido que la fortaleza del MESMIS reside en su naturaleza participativa y en la posibilidad de incorporar indicadores cualitativos y cuantitativos asociados a las condiciones locales.

En la investigación actual, el uso de esta metodología ajustó los indicadores planteados en el instrumento. En ese sentido, López-Ridaura, Morales y Astier (2021) señalan que los indicadores no deben considerarse como entidades fijas, sino como instrumentos vivos que deben evolucionar para adaptarse a los cambios socioambientales y productivos. De manera crítica, es importante señalar que, si bien el MESMIS constituye una metodología sólida para evaluar la sustentabilidad, enfrenta el reto de evitar la simplificación excesiva de la realidad agroecológica. Altieri y Nicholls (2020) insisten en que las evaluaciones deben trascender el diagnóstico técnico y reconocer los procesos sociales y culturales que sostienen la agricultura campesina. En este caso, la citricultura yucateca no solo depende de la eficiencia técnica, sino también de la resiliencia comunitaria y de la gestión colectiva de los recursos. Como proponen Wezel et al. (2020), la agroecología y herramientas de evaluación como el MESMIS no deben solo medir, sino guiar procesos de transformación hacia sistemas agrícolas más justos, resilientes y sostenibles.

Dimensión ambiental

En la dimensión ambiental, una de las estrategias más recomendadas en la literatura es el uso de biofertilizantes orgánicos, dado que estos promueven la disponibilidad de nutrientes en el suelo, incrementan la productividad de los árboles frutales, mejoran la calidad de los frutos y favorecen la conservación de las propiedades físico-químicas del suelo. Además, estimulan la actividad microbiana benéfica, lo que contribuye a la resiliencia de los agroecosistemas frente a procesos de degradación (Abobatta & El-Azazzy, 2020). Estas prácticas no solo permiten mantener la fertilidad natural, sino que también reducen la

dependencia de fertilizantes sintéticos, asociados con impactos negativos como la contaminación de acuíferos o la pérdida de biodiversidad edáfica (Altieri & Nicholls, 2020).

Sin embargo, a pesar de sus beneficios agronómicos y ambientales, la adopción de biofertilizantes en la citricultura yucateca enfrenta barreras significativas de carácter económico y de acceso al mercado. Muchos productores carecen de los recursos financieros suficientes para adquirir insumos orgánicos certificados, lo que limita la implementación de estas prácticas en sus parcelas. López-Ridaura et al. (2021) destacan que la sustentabilidad no puede concebirse únicamente desde la dimensión ecológica, sino que requiere también mecanismos de viabilidad económica que permitan a los agricultores mantener sus prácticas en el tiempo.

En este sentido, resulta indispensable promover políticas públicas y programas de apoyo que subsidien o reduzcan los costos de los biofertilizantes, así como fomentar su producción local mediante cooperativas o biofábricas comunitarias. Masera, Astier y López-Ridaura (2000) señalan que los procesos de transición hacia sistemas sustentables deben considerar el fortalecimiento de capacidades locales y la autogestión comunitaria como estrategias clave para reducir la dependencia de insumos externos. De esta manera, la implementación de biofertilizantes no solo protegería los recursos naturales, como el suelo, sino que también contribuiría a la seguridad alimentaria y a la soberanía productiva de los citricultores yucatecos.

Otras de las estrategias que podría implementarse es como lo que realiza por el CIMMYT en una zona del municipio de la Trinitaria, Chiapas se capacitó a citricultores de esta zona, dando talleres sobre agricultura sustentable de tal forma que los citricultores han adoptado mejores técnicas de manejo en los árboles de limón y esto ha favorecido su transición en los mercados donde se encuentran para sus ventas (CIMMYT, 2022).

Los resultados obtenidos en el municipio de Oxkutzcab evidencian una fuerte influencia de factores socioeconómicos en la adopción de prácticas sustentables. Una parte significativa

de los citricultores supera los 35 años y muestra cierto desinterés hacia capacitaciones o talleres que no ofrecen una remuneración económica. Esto se explica porque la citricultura constituye su principal fuente de ingresos, por lo que difícilmente destinan tiempo a actividades de formación si no perciben beneficios tangibles. Tal situación coincide con lo señalado por Alwedyan y Taani (2021), quienes subrayan que la edad y el nivel educativo son variables determinantes para implementar prácticas agrícolas sostenibles, actuando como limitantes para procesos de innovación en el sector rural.

En el ámbito de la conservación del agua, se recomienda estrategias como el almacenamiento en reservorios de plástico, la cobertura vegetal en laderas, la construcción de acequias de contorno y la implementación de barreras vivas para reducir la erosión hídrica y la pérdida de suelo (Jiménez Acuña, s.f.). En Oxxutzcab, su aplicación resulta aún más relevante, pues varias cooperativas dependen de un número limitado de pozos para alimentar los cultivos.

Respecto a la adquisición de prácticas sustentables, los hallazgos del presente estudio concuerdan con lo reportado en Jordania, donde el 44% de los productores presentó una alta tasa de implementación de prácticas agrícolas sostenibles, aunque condicionada por la edad y la educación (Alwedyan & Taani, 2021). Sin embargo, su implementación requiere tanto capacitación técnica y de apoyos institucionales.

De manera complementaria, estudios en la región citrícola de Veracruz (Fernández-Echeverría, 2024; González, 2019; Polanco-Rodríguez, 2019) coinciden en la necesidad de disminuir el uso de agroquímicos, particularmente glifosato, debido a sus efectos adversos sobre el suelo y la salud humana. Derivado de estas investigaciones coincide con el análisis FODA elaborado para la citricultura yucateca, sugiriéndose como una debilidad de este análisis. En este sentido, la articulación de buenas prácticas ambientales con procesos de educación y trabajo comunitario es indispensable para avanzar hacia un modelo sustentable y resiliente.

Dimensión económica

La dimensión económica de la citricultura yucateca presenta una dualidad entre las oportunidades de desarrollo local y las limitaciones estructurales que enfrentan las familias productoras. Por un lado, la migración del turismo hacia Yucatán abre un mercado emergente que genera estabilidad económica. En este contexto, eventos culturales como la Feria de la Naranja en Oxkutzcab constituyen un espacio estratégico para la comercialización de cítricos, ya que articulan tradiciones locales con dinámicas turísticas, favoreciendo la circulación de ingresos en las comunidades (Medina, 2016). Este tipo de actividades refuerza el valor cultural y económico de los cítricos como identidad regional y recurso productivo.

Más allá del comercio fresco, el aprovechamiento agroindustrial de los cítricos representa una alternativa prometedora para incrementar la sustentabilidad económica. El procesamiento de desechos en distintos productos no solo genera valor agregado, sino que también contribuye a mitigar los impactos ambientales de los residuos orgánicos (Acosta-Maroto & Muños-Martínez, 2023).

En esta línea, Suri (2022) enfatiza el potencial de los subproductos cítricos como fuente de compuestos bioactivos y fitoquímicos con beneficios para la salud, lo que abre oportunidades para diversificar los ingresos mediante cadenas de valor innovadoras vinculadas a la agroindustria y la bioeconomía. No obstante, las limitaciones económicas de los citricultores continúan siendo un obstáculo para la adopción de estas prácticas.

Como se evidenció en este estudio, no todos los agricultores cuentan con apoyos institucionales y, en temporadas bajas, los rendimientos son menores, lo que repercute en su capacidad de inversión. Esto coincide con lo señalado por Karamidehkordi et al. (2023), quienes destacan la necesidad de diseñar políticas públicas más efectivas que incluyan seguros agrícolas, créditos accesibles y subsidios a insumos sustentables.

En síntesis, la sustentabilidad económica de la citricultura en Yucatán requiere de una estrategia integral que combine: Mercados culturales y turísticos como fuente inmediata de ingresos; Agroindustrialización y bioeconomía, para diversificar productos y generar valor agregado; y Políticas de apoyo y financiamiento. Solo la articulación de estas estrategias permitirá el desarrollo regional y sustento familiar de la zona citrícola yucateca.

Dimensión social

Una de las debilidades identificadas en el FODA del presente estudio es la baja infraestructura productiva en la citricultura de Yucatán, situación que limita la competitividad frente a mercados internacionales. Como señalan Kumari et al. (2023) y Nimmo et al. (2023), avanzar hacia una transformación sostenible en este sector requiere de transferencia tecnológica, innovación organizativa y capacitación técnica que fortalezcan la eficiencia y promuevan la sustentabilidad económica de los productores.

De acuerdo con OXFAM (2022), el desarrollo social sostenible en cadenas agroexportadoras exige también mecanismos de justicia comercial que deriva en realizar una evaluación comparativa constante de precios internacionales, pues quienes adquieren cítricos en países como Estados Unidos no valoran el trabajo del citricultor. Este hallazgo coincide con lo reportado en este trabajo de investigación, donde muchos citricultores carecen de protección laboral, lo que revela la urgencia de integrar estos indicadores en la formación de precios justos y en políticas de comercio ético.

Por otra parte, en el plano comunitario, la agricultura sustentable se reconoce como una alternativa estratégica para garantizar la conservación de recursos y el bienestar rural. Glavič y Lukman (2007) subrayan que la sustentabilidad implica tanto la preservación ambiental como la mejora del bienestar social. En esta misma línea, Valarezo-Beltrón (2020) muestra que los marcos de evaluación aplicados a cultivos citrícolas permiten vincular dimensiones sociales, ambientales y económicas de manera integral. Estos enfoques no solo visibilizan las carencias

estructurales, sino que orientan a diseñar estrategias que fortalezcan la resiliencia productiva y comunitaria.

CONCLUSIONES

La citricultura en la zona de Oxkutzcab se ha consolidado como un pilar estratégico para la economía local y regional, tanto por la generación de empleo como por el abastecimiento de mercados estatales y nacionales. No obstante, enfrenta desafíos estructurales que limitan su desarrollo: la deficiente infraestructura para acopio, transporte y comercialización reduce la competitividad de los productores, mientras que la dependencia de intermediarios restringe sus márgenes de ganancia y dificulta su acceso directo a consumidores.

En términos productivos, el uso intensivo de agroquímicos y fertilizantes de síntesis, sumado a la falta de prácticas de manejo integrado de plagas, ha generado problemas ambientales y riesgos para la salud de los trabajadores, además de aumentar la vulnerabilidad frente a fluctuaciones en los precios de insumos externos. La variabilidad climática, evidenciada en sequías prolongadas y lluvias intensas, agrava estas dificultades, afectando la calidad y cantidad de la producción. Asimismo, la escasa tecnificación del sector limita la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas citrícolas.

Sin embargo, se identifican oportunidades de mejora que abren posibilidades de transición hacia modelos más resilientes y sostenibles. La adopción de prácticas agroecológicas como la diversificación productiva, el uso de abonos orgánicos, la cobertura vegetal y el control biológico de plagas puede reducir la dependencia de insumos externos, mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la capacidad de respuesta frente al cambio climático. La incorporación de tecnologías apropiadas para el riego, la postcosecha y la comercialización contribuiría a incrementar la productividad y a reducir pérdidas en la cadena de valor.

El manejo sustentable de los recursos naturales constituye un eje central para garantizar la viabilidad de la citricultura en el futuro. La conservación del suelo, el uso eficiente del agua y la protección de la biodiversidad no solo aseguran la continuidad de la producción, sino que también generan beneficios ambientales y sociales más amplios.

Por otra parte, el componente social es determinante para ello es prioritario fortalecer las capacidades de los productores mediante procesos continuos de capacitación técnica y organizativa, que les permitan acceder a financiamiento, innovar en sus sistemas de producción y generar esquemas de comercialización más justos. Además, resulta fundamental impulsar la inclusión de mujeres y jóvenes en la cadena citrícola, garantizando equidad de género, relevo generacional y cohesión comunitaria.

En síntesis, la citricultura de Oxxutzcab se encuentra en un punto de inflexión: persistir en un modelo dependiente de insumos externos y vulnerable a la variabilidad climática aumentará los riesgos para su sustentabilidad; en contraste, avanzar hacia sistemas agroecológicos diversificados, tecnificados y con una base social fortalecida permitirá asegurar la producción y un modelo prácticas agrícolas sostenibles.

Declaración de conflicto de interés

El autor declara no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta investigación.

Declaración de contribución a la autoría

Daniel Armando San Román Ávila: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, redacción del borrador original, revisión y edición de la redacción.

Salvador González Flores: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, redacción del borrador original, revisión y edición de la redacción.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Se utilizó la inteligencia artificial como un mecanismo para corroborar la correcta forma de citar las referencias en el formato APA séptima edición.

REFERENCIAS

- Abobatta, W. F., & El-Azazzy, M. (2020). Role of biofertilizers in improving soil fertility and plant growth. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 6(3), 238–246. <https://doi.org/10.21608/aujes.2020.124530>
- Acosta-Maroto, A., & Muños-Martínez, R. (2023). Aprovechamiento de subproductos agroindustriales en sistemas citrícolas. *Revista de Innovación Agroalimentaria*, 5(2), 77–89.
- Alwedyan, T., & Taani, A. (2021). Adoption of sustainable agricultural practices among citrus growers in Jordan. *Journal of Agricultural Sustainability*, 9(2), 33–45. <https://doi.org/10.5219/1676>
- Anokye, M. A. (2020). Sample size determination in survey research. *Journal of Scientific Research and Reports*, 26(5), 90–97. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3120424>
- Barquet, D. (2024, mayo 10). ¡Hasta 43.5 °C a la sombra! Yucatán rompe récord de calor este viernes. *Grupo Milenio*. <https://www.milenio.com/negocios/yucatan-rompe-record-de-calor-en-mayo-de-2024-supera-registro-de-1999>
- Berdeja-Arbeu, R., Martínez-Patricio, G., Medel-Simón, M., Méndez-Gómez, J., & Ibañez-Martínez, A. (2018). La fertilización química y orgánica en lima persa (*Citrus latifolia* Tan) mantiene el rendimiento y calidad del fruto. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 4(1), 10–17.

- Borja-Bravo, M., Vélez-Izquierdo, A., Cuevas-Reyes, V., & Orozco-Santos, M. (2021). Profitability and competitiveness of Mexican lemon in an endemic Huanglongbing environment under two technological approaches. *CienciaUAT*, 16(1), 102–111. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v16i1.1495>
- Busca, V., & Vázquez, V. (2004). Feminización del trabajo agrícola: Una mirada sobre las experiencias de las trabajadoras del limón. *VI Jornadas de Sociología*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.
- Canimas Brugué, J., & Bonmatí Tomás, A. (2021). *Guía de los aspectos éticos a valorar de los proyectos de investigación con personas o con datos personales* (1ª ed., pp. 1–86). Universitat de Girona. https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/21055/Guia_aspectos_eticos_cast.pdf
- Cárdenas-Cagal, A., Gutiérrez-Rivera, B., Hernández-Rosas, F., Herrera-Corredor, J. A., Osorio-Acosta, F., Salinas-Ruiz, J., & Salomón-Meza, E. (2024). Producción agroecológica de lima persa: Una alternativa sustentable en la región centro del estado de Veracruz. *Agro-Divulgación*, 4(3). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i3.306>
- CIMMYT. (2022, marzo 7). Organizados y con prácticas sustentables, logran mejores resultados en el cultivo de limón. CIMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/organizados-y-con-practicas-sustentables-logran-mejores-resultados-en-el-cultivo-de-limon>
- Cool-Padilla, G., Escalante-Euán, J., Santos-Flores, J., Hernández, M., & García-Lira, A. (2007). Modelo conceptual de una economía circular para la producción de cítricos en Yotholín, Yucatán, México. *Bioagrociencias*, 15(2), 122–130.
- Coronado-García, M., Mayoral-García, M., Rojas-Rodríguez, I., Leyva-Carreras, A., & Rossetti-López, S. (2023). Contexto de la mujer en la agricultura de Baja California Sur. *Revista*

Mexicana de Ciencias Agrícolas, 14(5), 38–

51. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i5.3062>

Fernández-Echeverría, J. (2024). Manejo sustentable en la citricultura veracruzana: Avances y desafíos. *Revista Mexicana de Agroecología*, 12(1), 55–73.

Franco Valderrama, A. M., Caamal Cauich, I., Pat Fernández, V. G., & Ramírez-Hernández, J. J. (2022). Sustainability of the Persian lime production system in Martínez de la Torre, Veracruz. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 19(2), 213–

228. <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i2.1376>

Galaviz-Aguilar, E., Ojeda-López, R., & Mul-Encalada, J. (2025). Citriculturización como proceso de erosión, pérdida de identidad y transformaciones al patrimonio biocultural del municipio de Oxxutzcab, México. *Desarrollo Sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación*, 7(65), 142–159.

García Barrios, L., Galván, Y., Pimm, M., González Esquivel, C., Ferreira Medina, H., Díaz Gómez, B., Rojas Fuentes, M., García, A., & Plata González, M. (2023). *MESMIS Interactivo 2.0*. Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México.

Glavič, P., & Lukman, R. (2007). Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production*, 15(18), 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.12.006>

Gobierno del Estado de Yucatán. (2025, agosto 18). Yucatán reafirma su liderazgo nacional en la producción de limón persa. *Sala de Prensa, Gobierno del Estado de Yucatán*. https://www.yucatan.gob.mx/saladeprensa/ver_notas.php?id=8954

González, R. (2019). Impacto del glifosato en agroecosistemas tropicales. *Revista de Ciencias Agrarias*, 36(2), 101–119.

González Segnana, L. R., & Tullo Arguello, C. (2019). *Guía técnica: Cultivo de cítricos* (1ª ed., pp. 51–73). Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

- Hernández-Trujillo, J. M., & Pérez-Méndez, M. A. (2023). Adulto mayor, trabajo y seguridad social en el campo mexicano. *Análisis Económico*, 38(99), 167–182. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2023v38n99/hernandez>
- IPPC Secretariat. (2021). *Scientific review of the impact of climate change on plant pests: A global challenge to prevent and mitigate plant pest risks in agriculture, forestry and ecosystems*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4769en>
- Jiménez Acuña, A. (s. f.). *Estrategias para la conservación de agua en agroecosistemas cítricos*. Documento técnico.
- Jiménez Acuña, F. (s. f.). *Prácticas de producción sostenible en cítricos*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Regional Central Sur, Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1841.pdf>
- Karamidehkordi, E., Hashemi-Sadati, S., Tajvar, Y., & Mirmousavi, S. (2023). Climate change vulnerability and resilience strategies for citrus farmers. *Environmental and Sustainability Indicators*, 20, 100317. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100317>
- Karamidehkordi, E., et al. (2023). Policies for sustainable citrus farming: Risk management and institutional support. *Journal of Agricultural Policy Studies*, 15(1), 21–39.
- Kumari, S., Bhowal, R., & Suprasanna, P. (2023). Sustainable approaches for biodiversity and bioprospecting of citrus. *Sustainability*, 15(9), 7731. <https://doi.org/10.3390/su15097731>
- López-Ridaura, S., Morales, H., & Astier, M. (2021). Indicadores de resiliencia para agroecosistemas campesinos en México. *Revista de Agroecología Latinoamericana*, 2(1), 45–62.
- Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS*. Mundi-Prensa.
- Medina, L. (2016). Ferias agrícolas y turismo cultural en Yucatán: El caso de Oxkutzcab. *Estudios Sociales de la Economía Rural*, 8(2), 45–63.

- Mekaoui, A. E., & Baños Ramírez, O. (2021). La transición energética mexicana en una comunidad maya: El caso de San José Tipceh, Yucatán. *Región y Sociedad*, 33, 1417. <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1417>
- Mohammad, B., Landeros, J., & Cerna, E. (2007). Manejo sustentable de plagas o manejo integral de plagas. *Culcyt*, 4(23), 13–30.
- Montejo Murillo, S., Sarmiento Franco, J. F., & Monforte Méndez, G. A. (2023). Sustentabilidad alimentaria y empoderamiento de mujeres en huertos de la zona periurbana de Mérida, Yucatán. *Región y Sociedad*, 35, e1834. <https://doi.org/10.22198/rys2023/35/1834>
- Navarrete, R., Martín, E., & Parra, F. (s. f.). *Sustentabilidad e innovación en las empacadoras de cítricos del sur del estado de Yucatán*. <https://ru.iiec.unam.mx/3787/1/124-Navarrete-Mart%C3%ADn-Parra.pdf>
- Nimmo, E. R., Nelson, E., Gómez-Tovar, L., García, M. M., Spring, A., Lacerda, A. E., & Blay-Palmer, A. (2023). Building an agroecology knowledge network for agrobiodiversity conservation. *Conservation*, 3(4), 491–508. <https://doi.org/10.3390/conservation3040032>
- Oncins de Frutos, M. (2024). *NTP 283: Encuestas: Metodología para su utilización*. <https://www.insst.es/documentacion/coleccion-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/8-serie-ntp-numeros-261-a-295-ano-1992/ntp-283-encuestas-metodologia-para-su-utilizacion>
- Orozco-Santos, M., & García-Mariscal, K. (2023). Tecnología alternativa al glifosato para el control de maleza en limón mexicano. *III Simposio Internacional de Parasitología Agrícola*, 27(especial), 18–19. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.23.27.16>
- OXKUTZCAB – JIBIOPUUC. (s. f.). *Sitio oficial*. <https://jibiopuuc.org.mx/oxkutzcab/>
- Oxfam. (2022). *Cooperative Morocco Citrus Hria* [Informe]. Oxfam.

- Polanco-Rodríguez, A. G., Magaña-Castro, T. V., Cetz Luit, J., & Quintal-López, R. (2019). Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. *Centro Agrícola*, 46(2), 72–83.
- Rivera-Hernández, B., Quej-Chi, V., González-Jiménez, V., Carrillo-Ávila, E., & De los Santos de Dios, R. (2024). Riego, rendimiento y huella hídrica en Lima Tahití (*Citrus x latifolia* Tanaka) en alta densidad de plantación en Campeche. *Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca*, 8(8), 106–112.
- Saldívar, V. A., Barrera, A., Rosales, P., & Villaseñor, E. (2002). Tres metodologías para evaluar la sustentabilidad: 10 años después de Río. *Investigación Económica*, 62(242), 159–185.
- Salgado-García, S., Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., Córdova-Sánchez, S., Castelán-Estrada, M., Lagunes-Espinoza, L. C., Ortiz-García, C. F., Rivera-Cruz, M. C., Ventura-Ulloa, F., Marín-Aguilar, Á., Moreno-Caliz, E., & Ricón-Ramírez, J. A. (2016). Programa de fertilización sustentable para plantaciones de cítricos en Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(9), 345–356. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282016000300345&lng=es&tling=es
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2022, julio 1). Citricultura, actividad de alta prioridad para la Secretaría de Agricultura. *Gobierno de México*. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/citricultura-actividad-de-alta-prioridad-para-la-secretaria-de-agricultura>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (s. f.). *Cierre agrícola*. Gobierno de México. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Suri, R. (2022). Bioactive compounds from citrus waste: A pathway to sustainable agroindustry. *Journal of Sustainable Agriculture and Food Systems*, 40(3), 201–218.

- Suri, S., Singh, A., & Nema, P. (2022). Current applications of citrus fruit processing waste: A scientific outlook. *Applied Food Research*, 2(1), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100050>
- Uzcanga-Pérez, N. G., Cano-González, A. de J., & Chanatasig-Vaca, C. I. (2022). Sustainability assessment of corn production systems in the Yucatán Peninsula. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(2), 1–12. <https://doi.org/10.19136/era.a9n2.3180>
- Valarezo-Beltrón, O. (2020). Marco aplicado para la sustentabilidad social y ambiental de fincas productoras de limón (*Citrus aurantifolia* (Christm) S.) en Portoviejo, Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(1), 19–31. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2020.080100019>
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2020). Agroecology as a science, a movement and a practice. *Sustainable Agriculture Reviews*, 41, 1–26.