



Review [Revisión]

A bibliometric review of edible *Jatropha curcas* L.: Current status, trends, and emerging perspectives †

[Una revisión bibliométrica de *Jatropha curcas* L. comestible: Estado actual, tendencias y perspectivas emergentes]

E. Argüello-García¹, J. Martínez-Herrera², A. Pérez-Vázquez¹,
G. Hernández-Zárate¹, C. Jiménez-Martínez³, G. Hernández-Salinas⁴
and R. I. Castillo-Zamudio^{1*}

¹Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Carretera Federal Xalapa-Veracruz km 88.5, Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. C.P. 91700. Email: arguello.elizabeth@colpos.mx, parturo@colpos.mx, hernandez.galdy@colpos.mx, rosychely@colpos.mx*

²Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. Avenida Universidad No. 350, Loc. Dos Caminos, Cuitláhuac, Veracruz, México. C.P. 94910. Email: jmartin62@hotmail.com

³Instituto Politécnico Nacional (IPN). Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México. C.P. 07738. Email: crisjm_99@yahoo.com

⁴Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Zongolica. Km 4 Carretera a la Compañía s/n, Tepetitlanapa, Zongolica, Veracruz. C.P. 95005. Email: gregorio_18_18@live.com.mx

*Corresponding author

SUMMARY

Background: This study presents an analysis of the scientific literature on *Jatropha curcas* L. for food purposes, emphasizing its reevaluation as an underutilized genetic resource and highlighting knowledge gaps to guide innovation with a territorial approach. **Objective:** To analyze the scientific production on edible genotypes of *J. curcas* L. and the factors associated with their nutritional quality and safety. **Methodology:** Records were retrieved from Scopus® for 1998–2026 using the search string (“*Jatropha curcas* L” OR “*Jatropha curcas*” OR “*Jatropha curcas* L.”) AND food AND edible. After manual screening, a descriptive network analysis was conducted using VOSviewer®, SciMAT, and Scimago Graphica. To examine the non-toxic variant in greater depth, a manually verified subset (n=42) was constructed, including documents that explicitly demonstrate food use. **Results:** Total production included 518 documents, with marked growth since 2008 and a significant increase in 2021 (2026 data are partial). The leading countries in scientific production are India, Brazil, and Malaysia, with a notable contribution from Mexico. The main subject areas are Agricultural and Biological Sciences (26%), Energy (14.7%), and Environmental Science (14.3%). **Implications:** Agro-food consolidation requires rigorous differentiation of non-toxic germplasm and stronger evidence on nutrition and safety to support scaling decisions. **Conclusions:** The use of a verified subset made it possible to delimit an expanding field that still presents gaps in conceptual standardization. Critical perspectives were identified for territorially relevant innovation that contributes to food security and food sovereignty.

Key words: Non-toxic; agri-food; nutritional quality; edible genotypes; food sovereignty.

RESUMEN

Antecedentes: Este estudio presenta un análisis de la literatura científica sobre *Jatropha curcas* L. con fines alimentarios, enfatizando su revalorización como recurso genético subutilizado y destacando vacíos de conocimiento para orientar la innovación con enfoque territorial. **Objetivo:** Analizar la producción científica sobre los genotipos comestibles de *J. curcas* L. y los factores asociados a su calidad nutricional e inocuidad. **Metodología:** Se recuperaron registros en Scopus® 1998-2026 mediante la cadena de búsqueda (“*Jatropha curcas*

† Submitted February 13, 2026 – Accepted April 16, 2026. <http://doi.org/10.56369/tsaes.6845>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = E. Argüello-García: <https://orcid.org/0009-0005-3003-9648>; J. Martínez-Herrera: <https://orcid.org/0000-0001-8563-5790>; A. Pérez-Vázquez: <https://orcid.org/0000-0002-8440-7814>; G. Hernández-Zárate: <https://orcid.org/0000-0002-0004-7410>; C. Jiménez-Martínez: <https://orcid.org/0000-0001-8921-9858>; G. Hernández-Salinas: <https://orcid.org/0000-0001-7857-3624>; R.I. Castillo-Zamudio: <https://orcid.org/0000-0001-7063-1543>

L” OR “*Jatropha curcas*” OR “*Jatropha curcas* L.”) AND food AND edible. Tras una depuración manual, se realizó un análisis descriptivo de redes mediante VOSviewer®, SciMAT y Scimago Graphica. Para profundizar en la variante no tóxica se construyó un subconjunto verificado manualmente (n=42), con documentos que evidencian explícitamente el uso alimentario. **Resultados:** La producción total incluyó 518 documentos, con un crecimiento marcado desde 2008 y un incremento significativo en 2021 (los datos 2026 son parciales). Los países líderes en producción científica son India, Brasil y Malasia, con una participación destacada de México. Las principales áreas son Agricultural and Biological Sciences (26%), Energy (14.7 %) y Environmental Science (14.3 %). **Implicaciones:** La consolidación agroalimentaria requiere diferenciar con rigor el germoplasma no tóxico y fortalecer la evidencia sobre nutrición e inocuidad para soportar decisiones de escalamiento. **Conclusiones:** El uso de un subconjunto verificado permitió delimitar un campo en expansión que aún presenta vacíos en la estandarización conceptual. Se identificaron perspectivas críticas para una innovación territorialmente pertinente que contribuya a la seguridad y soberanía alimentaria.

Palabras clave: No tóxica; agroalimentaria; calidad nutricional; genotipos comestibles; soberanía alimentaria.

INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria y el acceso a dietas nutritivas se mantienen como retos prioritarios del sistema agroalimentario ante el crecimiento poblacional, degradación de recursos naturales y volatilidad climática. Este escenario obliga a diversificar las fuentes alimentarias con pertinencia cultural y territorial (Kennedy *et al.*, 2022). En este marco, la revalorización de especies y materiales genéticos subutilizados ha cobrado relevancia como estrategia para ampliar la base alimentaria, reducir las dependencias de materias primas globales y mejorar la resiliencia de los sistemas locales. Esta agenda no solo busca introducir nuevos alimentos, sino reconocer el valor de recursos que han sostenido dietas regionales durante generaciones, por su potencial nutricional, agronómico y biocultural (Huang, Su and Xu, 2025; Purba and Krishnaswamy, 2025). Bajo la perspectiva del derecho humano a la alimentación, esto implica garantizar el acceso sostenido a alimentos seguros, nutritivos y culturalmente aceptables (Al-buobayd, Al-Otaibi and Farag, 2023).

En el ámbito internacional, el derecho a la alimentación enfatiza la obligación de los países de generar condiciones para que las comunidades accedan a alimentos suficientes y nutritivos bajo un enfoque de dignidad y participación (FAO, 2025). En paralelo, el debate de soberanía alimentaria ha consolidado un lenguaje complementario que prioriza la capacidad de los pueblos para definir sus propios sistemas alimentarios. Este enfoque pone en el centro el acceso a alimentos saludables y culturalmente apropiados, producidos mediante métodos sostenibles y bajo un control social sobre territorios, las semillas nativas y la biodiversidad (La Vía Campesina, 1996; Wittman, 2023; Benavides *et al.*, 2024).

En México, la diversidad biológica y cultural sustenta sistemas alimentarios regionales, donde este marco cobra relevancia para especies con una sólida historia de uso tradicional y valor biocultural (Gebremichael, Didanna and Ayza, 2025). En particular, *J. curcas* L. es reconocida tanto por sus aplicaciones etnobotánicas como por su potencial

bioenergético. En el país se han documentado genotipos tóxicos y no tóxicos, cuyo manejo se ha vinculado históricamente a sistemas de conocimiento local e indígena. Esto tiene implicaciones directas para su preservación como patrimonio biocultural y para su integración en estrategias actuales de diversificación alimentaria (Martínez *et al.*, 2012; Figueroa, Montero and Sánchez, 2021).

Desde una perspectiva agroalimentaria, la revalorización de *J. curcas* comestible presenta una oportunidad para articular la innovación con la identidad territorial. Bajo este enfoque, no se busca desplazar las dietas locales, sino enriquecerlas mediante alternativas que diversifiquen la base alimentaria y aumenten la disponibilidad de ingredientes con alto valor nutricional. Los antecedentes de investigación sobre semillas comestibles en México permiten situar este recurso en su contexto cultural de consumo y reconocer que las prácticas tradicionales de procesamiento son parte integral del sistema de conocimiento que sustenta su aceptabilidad (Martínez *et al.*, 2012; Argüello *et al.*, 2017).

No obstante, la transición de alimentos tradicionales hacia usos contemporáneos (como ejemplo, ingredientes, harinas o nuevas formulaciones), exige un equilibrio cuidadoso entre valorización y la responsabilidad social (Settanni and Moschetti, 2014). Si bien la historia de consumo y los sistemas locales de preparación constituyen evidencia social y cultural robusta de pertinencia, la integración a cadenas comerciales más amplias puede modificar los patrones de exposición (frecuencia, porciones y formas de procesamiento). Este proceso demanda, por tanto, criterios claros de calidad e inocuidad acordes con los estándares internacionales (Thorsen *et al.*, 2025). En este sentido, el enfoque FAO/OMS en materia de seguridad alimentaria y nutrición favorece transiciones basadas en evidencia y participación, bajo este marco, el conocimiento tradicional no se reemplaza, sino que se articula con herramientas analíticas modernas para asegurar que la innovación alimentaria sea segura, sostenible y socialmente legítima (Elver, 2023).

Desde este enfoque, la diversificación de especies y alimentos locales no solo amplía opciones de consumo, sino que puede contribuir a mitigar deficiencias de macro y micronutrientes. Asimismo, reduce las vulnerabilidades asociadas a la homogeneización de cultivos, particularmente en territorios donde los alimentos tradicionales mantienen un vínculo profundo con la identidad cultural y la estacionalidad (Ijatuyi *et al.*, 2025). Sin embargo, para consolidar el aprovechamiento de estos recursos, es necesario sistematizar el conocimiento existente. Actualmente, la evidencia científica sobre el uso alimentario de esta especie permanece dispersa y crece de manera heterogénea, lo que dificulta la identificación de tendencias y frentes emergentes. En este sentido, el análisis bibliométrico y el análisis de redes permiten mapear la estructura y evolución de un campo científico, identificando temas clave y actores mediante el uso de herramientas especializadas como SciMAT®, Scimago Graphica® y VOSviewer® (Donthu *et al.*, 2021).

El objetivo de este trabajo fue analizar mediante un análisis bibliométrico, la producción científica sobre *J. curcas* L. comestible (no tóxica) y los factores asociados a sus características nutricionales, calidad e inocuidad. Para eso se formularon las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles han sido las tendencias de publicación referentes a esta especie? ¿De qué manera han evolucionado con fines alimentarios? ¿Qué temas desarrollados y frentes emergentes caracterizan el campo de estudio actual?

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque y tipo de estudio

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo-descriptivo, mediante un análisis bibliométrico orientado al mapeo del conocimiento de la literatura sobre *J. curcas* comestible (no tóxica). La caracterización de este campo consideró su evolución temporal, la distribución por fuentes y áreas temáticas, así como las relaciones de coocurrencias y colaboración reflejadas en los metadatos. El diseño del estudio se basó en criterios de rigor, transparencia y reproducibilidad, siguiendo protocolos estandarizados para mapeo científico (Verma and Gustafsson, 2020).

La estrategia metodológica se estructuró en cuatro fases: (I) identificación y recuperación de registros en Scopus, (II) depuración, estandarización y preparación de los datos en Microsoft Excel®, (III)

análisis bibliométrico descriptivo y relacional, que incluyó la construcción de redes de coocurrencia de palabras clave y coautoría mediante VOSviewer®, así como la visualización de la distribución geográfica y áreas temáticas en Scimago Graphica® y (IV) análisis de evaluación temática mediante SciMAT® para identificar la continuidad, emergencia y transición de los temas a través del tiempo (Cobo *et al.*, 2011). El flujo de trabajo y las herramientas empleadas se resumen en la Figura 1.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

La recuperación de registros se realizó exclusivamente en Scopus®, seleccionada por su amplia cobertura multidisciplinaria y su relevancia en estudios bibliométricos de agroecosistemas (Figura 2). La cadena de búsqueda se aplicó a los campos de título, resumen y palabras clave (TITLE-ABS-KEY) utilizando la siguiente ecuación: (“*Jatropha curcas* L.” OR “*Jatropha curcas*” OR “*Jatropha curcas* L.”) AND food AND edible. El periodo de estudio abarcó desde 1998 hasta enero de 2026. La búsqueda se limitó a artículos científicos y capítulos de libro. Se extrajeron metadatos relativos a autores, afiliación, países, año, idioma y áreas temáticas. Los registros recuperados correspondieron a documentos en idiomas inglés, español, portugués y chino. A partir de este corpus descargado se construyó un subconjunto temático para profundizar en las aplicaciones alimentarias de *J. curcas*.

Depuración y preparación de la base de datos

La depuración de los datos se realizó en Microsoft Excel®, siguiendo el flujo de selección de la metodología PRISMA 2020, adaptado a estudios bibliométricos (Page *et al.*, 2021). De los 590 registros recuperados inicialmente, se excluyeron 13 documentos clasificados como revisiones (*reviews*) para priorizar la investigación original, así como 2 registros sin *abstract* y 57 que carecían de DOI (requerido para el procesamiento relacional), resultando en un conjunto final de 518 estudios. Posteriormente, se normalizó el vocabulario mediante un tesoro para verificar variantes de palabras clave. Este proceso incluyó la lematización (conversión de plurales a singulares), la corrección de variantes ortográficas entre inglés británico y americano, y consolidación de sinónimos técnicos (p. ej., biofuels, energy crops, vegetable oils, plant oils, plant extracts, plant proteins, fatty acids, phytochemicals, flavonoids, lipids, oilseeds, seeds, soils, animals y humans).

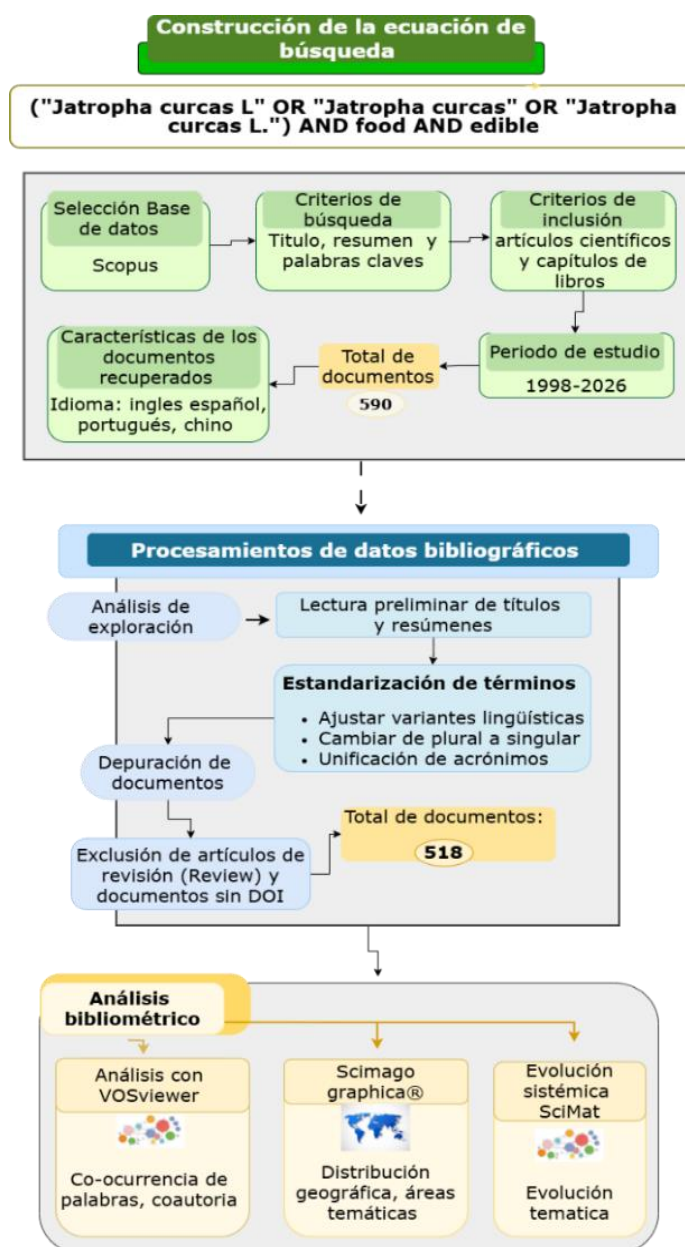


Figura 1. Esquema metodológico de revisión bibliométrica.

Análisis bibliométrico

El análisis de autorías y las coocurrencias de palabras clave (basado en Author Keywords) se realizó en VOSviewer® v1.6.20, con umbral mínimo de ≥ 5 ocurrencias por término. Para mejorar la discriminación temática y evitar la dominancia de nodos no informativos, se utilizó un archivo de tesaurus para excluir variantes del nombre de la especie (*Jatropha curcas*, *Jatropha*, *Jatropha curcas* L., *J. curcas*) y términos derivados de la cadena de búsqueda (p. ej., “food”, “edible”). De los 6,083 términos identificados, 333 alcanzaron el umbral para el mapeo. Las series anuales y el análisis descriptivo se elaboraron en Microsoft Excel®, mientras que la distribución geográfica y las áreas temáticas se visualizaron en Scimago Graphica® v1.0.36.

Evolución temática

Para mapear la evolución longitudinal del campo, se empleó SciMAT® v1.1.06. La producción se segmentó en seis periodos (1998-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015, 2016-2020 y 2021-2025). Los registros de 2026 no se incorporaron a esta fase, debido a que correspondían a un año en curso con indexación aún incompleta, lo que habría introducido sesgos en la comparación entre periodos cerrados. No obstante, dichos registros sí se conservaron en el análisis descriptivo general de tendencias de publicación, donde fueron interpretados explícitamente como datos parciales. El primer periodo se definió de tres años para garantizar una masa documental suficiente. La evolución se determinó enlazando temas de periodos consecutivos según el solapamiento de palabras clave compartidas, permitiendo identificar

continuidad, aparición y reconfiguración temática (Cobo *et al.*, 2011).

Subconjunto temático: Aplicaciones alimentarias y nutricionales

Para profundizar en la dimensión alimentaria y nutricional sin modificar el universo analizado, se construyó un subconjunto mediante un filtrado de palabras clave en título, resumen y descriptores (“food”, “edible”, “nutrition”, “protein”, “human”, “fish”, “feed”, “non-toxic”). Los registros resultantes se sometieron a una curaduría manual para retener únicamente aquellos con evidencia explícita sobre: a) uso alimentario tradicional; b) desarrollo de ingredientes y productos; y c) evaluación nutricional y biológica de genotipos comestibles. El subconjunto final (n=42) se utilizó para elaborar una síntesis de aportes clave, mientras que el corpus total (n=518) se conservó para los análisis bibliométricos generales. Este enfoque de segmentación temática permite focalizar sublíneas de investigación sin comprometer la integridad del universo de análisis (Donthu *et al.*, 2021).

Para responder las preguntas de investigación, el análisis se organizó en tres niveles: i) tendencias y distribución de la producción científica; ii) estructura y evolución temática del campo mediante SciMAT y superposición de palabras clave; y iii) profundización en los temas desarrollados y

emergentes del eje food-edible a partir de un subconjunto temático verificado manualmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tendencias y distribución de la producción científica

La distribución temporal de la producción científica se presenta en la Figura 3. En el periodo 1998-2026 se recuperaron 518 documentos, identificándose tres etapas distintivas. Una fase inicial (1998-2003) de escasa actividad, seguida de una fase de crecimiento sostenido a partir de 2004 que se intensificó notablemente desde 2008. Este incremento coincide con el auge global de la investigación en cultivos bioenergéticos y el debate sobre la seguridad alimentaria. La producción alcanzó su máximo histórico en 2015 (n=53), para luego mostrar un comportamiento fluctuante con un incremento significativo en 2021 (n=48). Esta recuperación reciente podría reflejar un cambio de paradigma hacia el aprovechamiento de genotipos comestibles en el marco de la soberanía alimentaria. Los valores registrados para 2025 (n=29) y 2026 (n=5) deben interpretarse como parciales debido a los tiempos de indexación de la base de datos de Scopus. La tendencia general, representada por el promedio móvil de años (línea punteada), confirma un interés científico persistente y en evolución hacia nuevas aplicaciones del recurso.

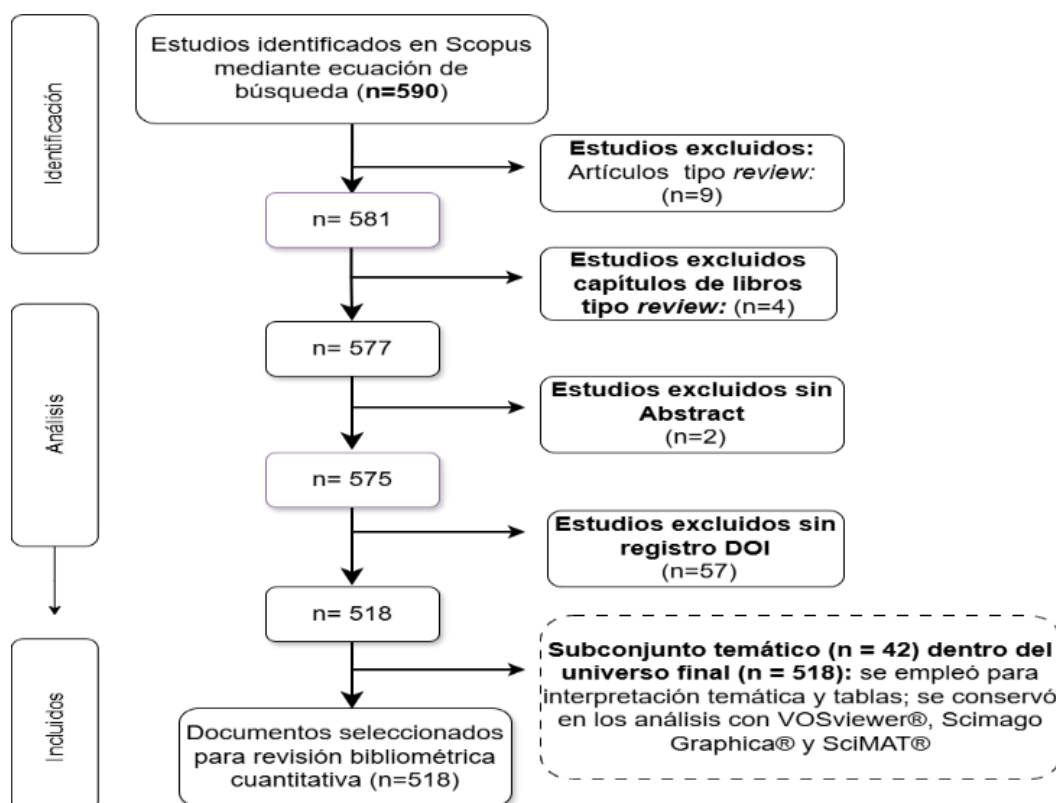


Figura 2. Diagrama PRISMA adaptado del proceso de selección y depuración de documentos para la revisión bibliométrica.

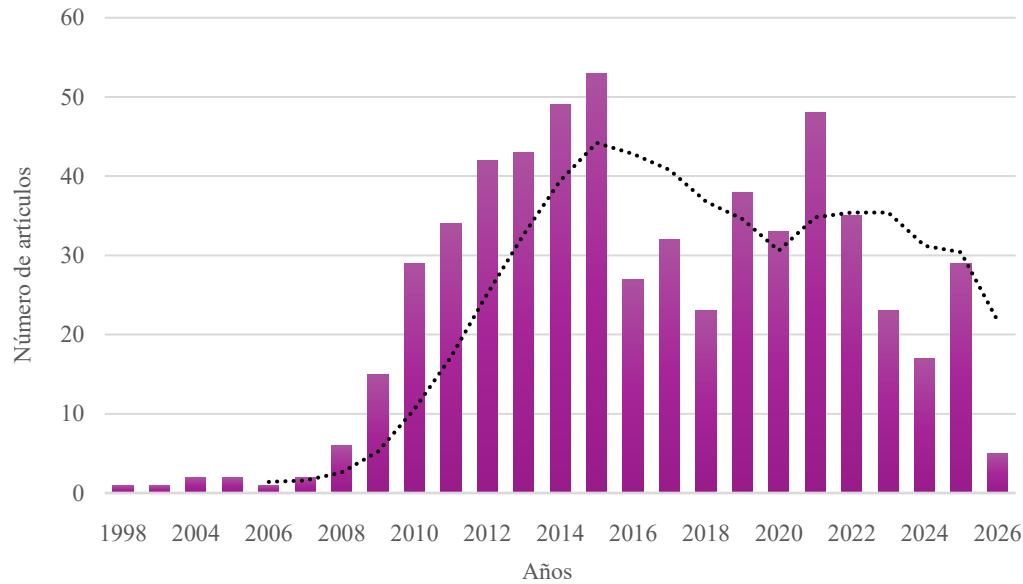


Figura 3. Producción científica sobre *J. curcas* L. comestible (1998–2026). La tendencia general, representada por la línea punteada es el promedio móvil de 3 años. Elaboración propia.

El panorama geográfico de la producción científica sobre *J. curcas* en el ámbito alimentario muestra una cobertura internacional amplia, con contribuciones procedentes de 73 países y un registro sin información de afiliación en los metadatos. India lidera el volumen de publicaciones (n=127), seguida por Brasil (n=57) y Malasia (n=52). Posteriormente destacan México (n=50), Alemania (n=44) y China (n=43). Este patrón refleja un campo de alcance global; no obstante, los enfoques difieren según la región: mientras que en Asia y Brasil la investigación se centra mayoritariamente en la destoxificación de genotipos tóxicos para alimentación animal, en México el enfoque se vincula a la revalorización de genotipos naturalmente no tóxicos con potencial para el consumo humano y patrimonio biocultural (Figura 4). Cabe resaltar que México es reconocido como el principal centro de diversidad de estos genotipos comestibles.

La distribución por áreas temáticas (Figura 5) muestra el predominio de Agricultural and Biological Sciences (26.0%) lo cual es consistente con la naturaleza agronómica y botánica de las investigaciones sobre el recurso. Sin embargo, resalta la permanencia de Energy (14.7%) y Environmental Science (14.3%), lo que sugiere que incluso en el contexto alimentario, la investigación sobre *J. curcas* mantiene un estrecho vínculo con su potencial bioenergético y de sostenibilidad. Por otro lado, la contribución de áreas como Biochemistry, Genetics and Molecular Biology (10.5%), Chemistry (10.2%) y Chemical Engineering (10.1%) refleja un enfoque técnico orientado a la caracterización de componentes nutricionales y la identificación de metabolitos. La menor representación de áreas ligadas directamente a la salud humana sugiere un vacío de conocimiento que debe abordarse para consolidar la seguridad alimentaria del recurso.

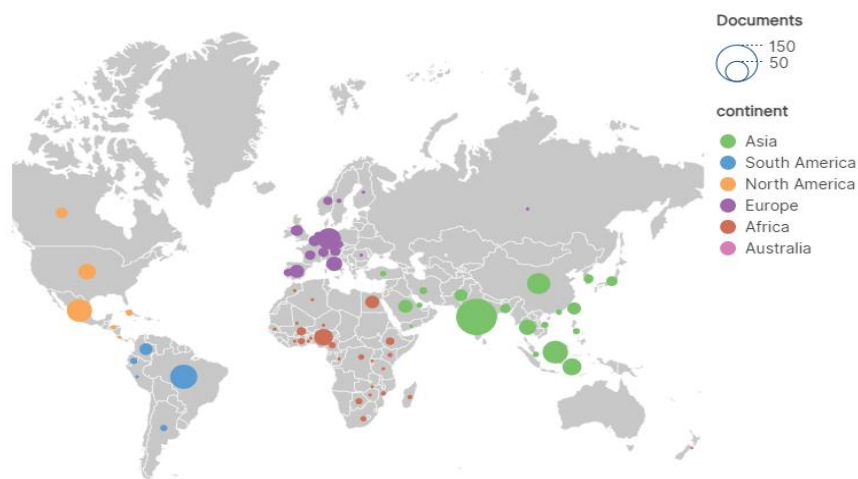


Figura 4. Distribución geográfica de la producción científica por país de 1998 al 2026.

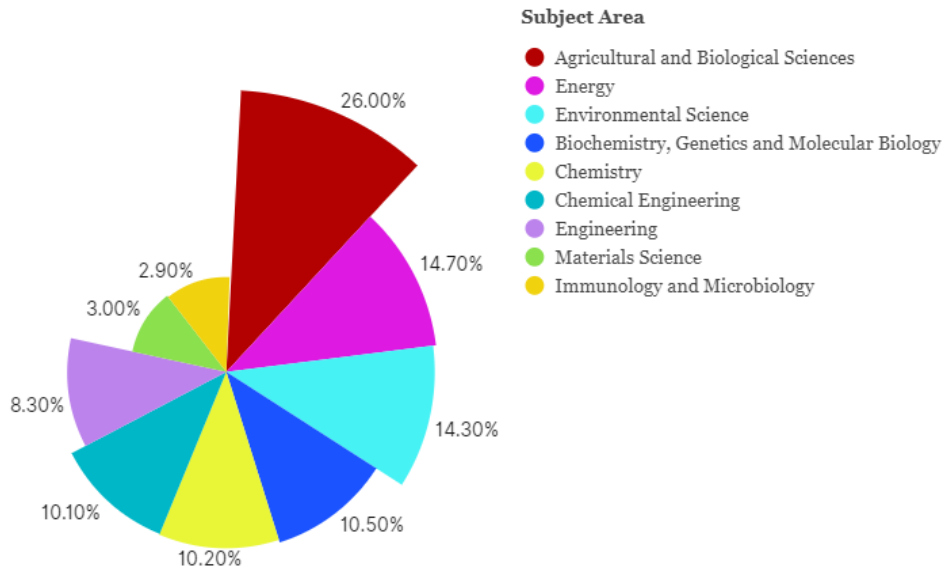


Figura 5. Principales áreas temáticas (Top 9) de la producción científica sobre *J. curcas* relacionada con las palabras clave *food-edible*. Fuente: Elaboración propia.

Además de la distribución temática del corpus, la estructura de colaboración entre autores permitió complementar la caracterización del campo científico.

La Figura 6 muestra la red de coautoría, revelando la estructura social de la investigación en el área. Bajo un umbral de ≥ 5 documentos, se identificaron tres conglomerados principales que representan los núcleos científicos de Alemania, India y México. Destaca la estrecha colaboración entre Becker, K. y Martínez-Herrera, J., quienes presentan la mayor fuerza de asociación (TLS = 27). Esta conexión es fundamental, ya que representa el vínculo histórico entre los centros de análisis europeos y el germoplasma no tóxico de origen mexicano. Otros nodos centrales como Sujatha, M. (TLS = 24) y

Francis, G. (TLS = 18) confirman la consolidación de grupos de investigación en India y Europa. La interconectividad de la red sugiere que la investigación sobre *J. curcas* comestible no es aislada, sino que depende de un flujo constante de conocimiento y materiales genéticos entre regiones productoras y laboratorios de referencia global.

Estructura y evolución temática del campo

Las redes bibliométricas de coocurrencia de palabras clave se presentan en la Figura 7. Bajo un umbral mínimo de ≥ 5 ocurrencias, se identificaron 333 términos del universo de 6083, estructurados en cuatro clústeres que representan los frentes temáticos del campo (Van Eck and Waltman, 2010).

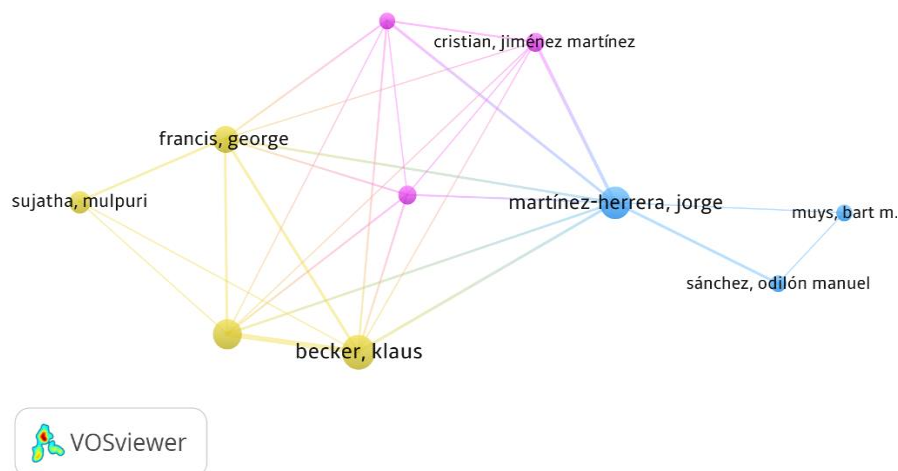


Figura 6. Red de coautoría entre autores de documentos relacionados al estudio de *Jatropha curcas*, food-edible.

El clúster rojo está dominado por términos *biodiesel*, *transesterification* y *fatty acid*, vinculados a descriptores del sustrato (*Jatropha curcas oil*, *vegetable oil*, *plant oil*, *seed oil*) y al reactivo (*methanol*). Este eje delimita la investigación centrada en la conversión de aceites hacia ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME). La presencia de *physicochemical property* sugiere que este conjunto integra la caracterización del aceite como dominante del desempeño del proceso (Sarin *et al.*, 2010). Asimismo, *extraction method* y *catalysis* reflejan el interés en la eficiencia de la obtención del aceite y el papel de los catalizadores (Nizah *et al.*, 2014; Meloni *et al.*, 2016). Finalmente, *enzyme activity* indica el desarrollo de enfoques biotecnológicos mediante biocatálisis (Shah, 2005). La prominencia de este clúster evidencia que la literatura sobre el uso comestible de la especie aún comparte una base terminológica significativa con el paradigma bioenergético global.

El clúster verde constituye el eje agroecológico-biofísico, situando a *J. curcas* como biomasa dentro de sistemas de producción territorial y no meramente como insumo de conversión industrial. Términos como *biofuel*, *biomass*, *crop*, *cultivation*, *sustainability* junto con su conectividad con el uso de la tierra, indican que una fracción importante de la literatura se orienta al establecimiento del cultivo y al impacto de prácticas agronómicas del medio ambiente. En este grupo se ubican evaluaciones de desempeño ambiental y balances del sistema, tales como el análisis de energía neta y emisiones de semillas oleaginosas (Prueksakorn and Gheewala, 2008). Además, incluye estudios sobre requerimientos hídricos y eficiencia de uso del agua (Kesava Rao *et al.*, 2012) y modelos de aptitud territorial y uso del suelo (Castro-González, 2016). Estos elementos explican la articulación del clúster en torno a la sostenibilidad y a las condiciones óptimas del cultivo, reforzando la viabilidad del recurso en agroecosistemas específicos.

Finalmente, el nodo fitorremediación vincula el cultivo con funciones ambientales que trascienden la producción, mediante estudios sobre la captación y remoción de metales pesados (Narayanan *et al.*, 2021). Estos enfoques subrayan el desempeño ecológico y la versatilidad territorial del manejo de *J. curcas*.

Por su parte, el clúster azul agrupa la literatura centrada en la semilla y su caracterización química. La co-presencia de ésteres de forbol en este conjunto es notable; sugiere su uso como marcador analítico para contrastar genotipos tóxicos frente a no tóxicos, consolidándose como un descriptor de seguridad alimentaria más que de exclusión (Makkar, Aderibigbe and Becker, 1998). Este eje incluye evaluaciones biológicas controladas (*in vitro* y en modelos animales) orientadas a documentar la calidad nutricional, la inocuidad de harinas y almendras (Martínez *et al.*, 2012). De igual forma, se

vincula la caracterización composicional con el desarrollo de matrices alimentarias como productos elaborados con harinas no tóxicas (Argüello *et al.*, 2020). Complementariamente, integra evidencia sobre aceite comestible con evaluación biológica y toxicológica (Martínez *et al.*, 2012; Corzo *et al.*, 2022). Destacan las investigaciones sobre la “Xuta” (denominación totonaca del piñón mexicano comestible), que reportan variaciones fisicoquímicas en función de condiciones edáficas y documentan uso tradicional y desarrollo de productos en México. En conjunto, este clúster representa un frente científico donde convergen la verificación analítica y la evidencia biológica para el aprovechamiento alimentario de genotipos no tóxicos (Martínez *et al.*, 2019).

En la zona periférica del mapa, el clúster amarillo vincula *J. curcas* con términos como *ethnobotany*, *traditional*, *herbal*, *medicinal plant* junto con descriptores de indexación biomédica (*human*, *adult*, *male*). Este patrón sugiere que dentro del corpus *food-edible*, una fracción de la literatura aborda la especie como un recurso de uso tradicional y fuente de extractos con potencial etnomédico. Se incluyen estudios de corte etnobotánico sobre el manejo local y la conservación de germoplasma no tóxico (Vera-Castillo *et al.*, 2014), así como evaluaciones farmacológicas y toxicológicas (Agbonon *et al.*, 2010; Khajuria *et al.*, 2021). Lo anterior subraya la importancia biocultural del recurso y su aprovechamiento en una dimensión territorial. Además, el clúster integra investigaciones sobre actividad antimicrobiana contra patógenos transmitidos por alimentos (Thakur, Shandilya and Guleria, 2021) y estudios comparativos con otras especies de alto valor funcional como *Moringa oleífera* y *Aloe vera* (Srinivasan, Palanisamy and Mulpuri, 2019; Khajuria *et al.*, 2021). Este frente temático posiciona a la *J. curcas* comestible no solo como un aporte calórico, sino como un potencial ingrediente funcional.

El análisis de la continuidad de palabras clave entre subperiodos consecutivos, evidenció un crecimiento sostenido del vocabulario del campo, junto con una estabilización progresiva del núcleo conceptual (Figura 8). Tras una fase inicial con repertorios reducidos (1998-2000:13; 2001-2005:13), se observó una expansión marcada desde 2006-2010 (110). El mayor volumen se registró en 2011-2015, con 216 palabras clave, lo que representa el punto más alto de toda la serie y manteniendo una estabilidad relativa en las etapas recientes (2016-2020:155; 2021-2025:190). En paralelo, el número de palabras compartidas entre subperiodos consecutivos aumentó de forma notoria; al pasar de un solapamiento mínimo en las primeras transiciones a uno alto y robusto 2011-2015 (92) en adelante (>108 palabras compartidas). Esto sugiere que el campo ha incorporado nuevos descriptores sin desestructurar su base conceptual.

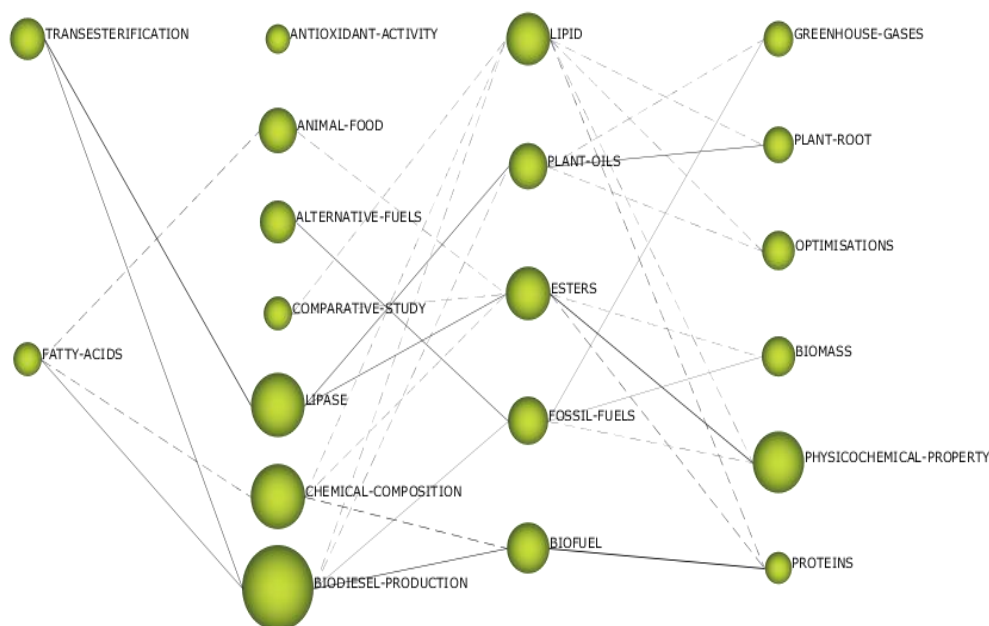


Figura 9. Mapa de evolución temática generado en SciMAT®. El tamaño del nodo indica la relevancia del tema, y los enlaces representan la fuerza de relación y continuidad entre temáticas entre periodos del análisis.

En el tercer subperiodo (2016-2020) se aprecia una transición hacia temas intermedios relacionados con la matriz lipídica (*lipid*, *plant-oils*, *esters*) y la categoría *biofuel*, los cuales conectan con los nodos de la etapa previa y proyectan el dominio hacia el periodo más reciente. En la Figura 9, *esters* muestra conexiones relevantes con *physicochemical-property* (2021-2025), lo que sugiere un desplazamiento desde la “síntesis y producción” hacia la caracterización de propiedades y desempeño del sistema en etapas recientes; este giro es consistente con documentos del corpus centrados en caracterización fisicoquímica y térmica de materiales y biodiésel derivados de *J. curcas* (Isa *et al.*, 2026).

Simultáneamente, la conexión hacia los estudios de *proteins* y *biomass* indica el peso creciente de los coproductos y de las fracciones no lipídicas en la narrativa reciente del dominio, particularmente en torno a la caracterización proteica, la inocuidad y la aptitud de la semilla como ingrediente alimentario. Esta transición no parece ser casual, sino que responde al creciente interés científico y regulatorio por generar evidencia sólida que sustente la validación internacional de *J. curcas* comestible como nuevo alimento. En este contexto, los documentos del corpus sobre seguridad, digestibilidad, reducción de factores antinutricionales y aptitud de uso alimentario incluidos los dictámenes regulatorios bajo el esquema de Novel Food, refuerzan la interpretación de que el campo ha comenzado a desplazarse desde un énfasis predominantemente bioenergético hacia una agenda de evaluación alimentaria, funcional y

normativa de alcance global (Senger *et al.*, 2017; Argüello *et al.*, 2020; EFSA NDA Panel, 2022).

Por otra parte, aparecen temas de menor cohesión o periféricos, como *greenhouse-gases* y *plant-root*, conectados de manera secundaria con el núcleo, lo que puede interpretarse como la incorporación reciente de enfoques ambientales y de interacción planta-entorno dentro del dominio recuperado; esto coincide con literatura enfocada en estimar la huella de carbono del producto-proceso considerando todas las etapas del ciclo de vida y a procesos asociados a plantas-suelo (Seber *et al.*, 2022). En conjunto, los resultados evidencian un dominio con continuidad estructural basada en rutas de conversión y compuestos lipídicos, pero con diversificación progresiva hacia propiedades fisicoquímicas, coproductos y evaluación ambiental en el periodo 2016–2026.

Temas desarrollados y emergentes del eje *food-edible*

A partir del universo total de documentos, se identificó un subconjunto crítico (n=42) centrado en el uso alimentario, la seguridad y el valor nutricional de *J. curcas*. Este corpus abarca de 1998 a 2026, trazando una trayectoria que va desde la caracterización básica hasta las evaluaciones regulatorias de vanguardia (Tabla 1).

En términos de contenido, la evidencia se organiza en una secuencia recurrente. En la etapa pionera (1998-2005) predominan estudios orientados a identificar genotipos comestibles y a evaluar procesamientos térmicos (tostado o calentamiento) para reducir factores no nutricionales sin

comprometer el valor nutricional (Makkar, Aderibigbe and Becker, 1998; Makkar and Becker, 1999). Posteriormente, se documentan caracterizaciones químicas y nutricionales comparativas de procedencias mexicanas, con variación composicional asociada al origen agroclimático (Herrera *et al.*, 2010).

La validación biológica (2006-2012) constituye un componente central, con estudios que emplean modelos animales (ratas y peces) para evaluar calidad proteica, tolerancia biológica y ausencia de efectos adversos tras el consumo de harina o proteína de genotipos comestibles (Herrera, Martínez and Vera, 2012; Martínez *et al.*, 2012). De forma complementaria, se incorpora evidencia analítica basada en la cuantificación de ésteres de forbol, reportándose niveles mínimos o no detectables en materiales comestibles, así como su utilidad como marcadores para discriminar procedencias tóxicas vs. no tóxicas (Bueso *et al.*, 2016).

Como parte de la aplicación tecnológica y fisiológica (2015-2020) surgen estudios sobre fracciones proteicas y respuestas fisiológicas específicas, así como variables agroecológicas relacionadas con la composición fisicoquímica de la semilla (León *et al.*, 2015; Martínez *et al.*, 2019). Asimismo, se reportan aplicaciones tecnológicas en matrices alimentarias, incluyendo evaluaciones reológicas, químicas y sensoriales en productos fortificados con harina comestible de *J. curcas* (Argüello *et al.*, 2020).

Consolidación regulatoria internacional (2021-2026), se incluyen evaluaciones enfocadas a seguridad integral y marco normativo, con evidencia toxicológica del aceite comestible (Corzo *et al.*, 2022), estudios de genotoxicidad, reducción de factores no nutricionales y evaluaciones de digestibilidad y respuesta intestinal asociadas a proteína de *J. curcas* comestible (Grünwald, Francis and Esatbeyoglu, 2025; Grünwald *et al.*, 2026), además de dictámenes bajo el esquema de nuevo alimento (novel food) en la Unión Europea (EFSA NDA Panel, 2022).

Tabla 1. Artículos clave (pioneros y de referencia) del eje Food-Edible sobre *J. curcas* L. comestible y su evidencia alimentaria y nutricional (citas Scopus® al 16-ene-2026).

Título	Hallazgo principal	Relevancia para el eje food-edible	Referencia
Edible provenances of <i>Jatropha curcas</i> from Quintana Roo state of Mexico and effect of roasting on antinutrient and toxic factors in seeds.	Identificación de semillas de procedencias comestibles y reducción de factores antinutricionales mediante tostado sin afectar su valor nutricional	Establece la base de seguridad y procesamiento térmico de semillas comestibles	(Makkar, Becker and Schmoock, 1998)
Nutritional studies on rats and fish (carp <i>Cyprinus carpio</i>) fed diets containing unheated and heated <i>Jatropha curcas</i> meal of a non-toxic provenance.	La harina no tóxica es nutricionalmente utilizable tras tratamiento térmico	Sustenta el uso alimentario de <i>J. curcas</i> de procedencia no tóxica	(Makkar and Becker, 1999)
Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of <i>Jatropha curcas</i> L. from Mexico.	Caracteriza la composición de semillas (4 procedencias de México) y cuantifica compuestos tóxicos y antimetabólicos; además de evaluar tratamientos que reducen esos factores	Relaciona la composición nutricional, riesgo toxicológico y efecto del procesamiento, aportando base para el uso alimentario de procedencias comestibles	(Martínez <i>et al.</i> , 2006)
Agroclimatic Conditions, Chemical and Nutritional Characterization of Different Provenances of <i>Jatropha curcas</i> L. from Mexico.	Las procedencias de <i>J. curcas</i> de México presentan diferencias químicas y nutricionales asociadas a su origen agroclimático	Refuerza la identificación de materiales comestibles con potencial alimentario	(Herrera <i>et al.</i> , 2010)
Evaluation of the nutritional quality of nontoxic kernel flour from <i>Jatropha curcas</i> L. in rats.	La harina presenta buena calidad proteica y tolerancia biológica en ratas	Evidencia directa de uso alimentario	(Martínez <i>et al.</i> , 2012)
Use of <i>Jatropha curcas</i> L. (Non-Toxic Variety) as Traditional Food and Generation of New Products in Mexico.	Documenta el uso tradicional y el desarrollo	Sustenta su aprovechamiento alimentario	(Herrera, Martínez and Vera, 2012)

Título	Hallazgo principal	Relevancia para el eje food-edible	Referencia
<i>Jatropha curcas</i> Protein Concentrate Stimulates Insulin Signaling, Lipogenesis, Protein Synthesis and the PKC α Pathway in Rat Liver.	de nuevos productos a partir de <i>J. curcas</i> no tóxica La proteína induce respuestas fisiológicas vinculadas al metabolismo de la glucosa	tradicional y tecnológico Amplía el eje hacia la nutrición funcional	(León <i>et al.</i> , 2015)
Phorbol esters seed content and distribution in Latin American provenances of <i>Jatropha curcas</i> L.: potential for biopesticide, food and feed.	Las procedencias comestibles presentan niveles no detectables de ésteres de forbol (PE)	Aporta sustento químico	(Bueso <i>et al.</i> , 2016)
Chuta (edible <i>Jatropha curcas</i> L.), the newcomer among underutilized crops: a rich source of vegetable oil and protein for human consumption.	<i>J. curcas</i> es fuente relevante de aceite y proteína	Posiciona a <i>J. curcas</i> como recurso alimentario humano	(Senger <i>et al.</i> , 2017)
Influence of the Acid Soils of Tabasco Mexico in the Physicochemical Composition of Xuta or Edible Mexican Pinion (<i>Jatropha curcas</i> L.).	Los suelos ácidos de Tabasco influyen en la composición fisicoquímica de la semilla comestible de <i>J. curcas</i>	Aporta evidencia de que el entorno edáfico puede modificar la calidad fisicoquímica de materiales comestibles de <i>J. curcas</i> , un aspecto relevante para su aprovechamiento alimentario	(Martínez <i>et al.</i> , 2019)
Rheological, chemical and sensory characterization of fortified cookies with edible flour of Xuta (<i>Jatropha curcas</i> L.).	La harina comestible de <i>J. curcas</i> es viable en formulaciones de galletas fortificadas	Aporta evidencia aplicada para el desarrollo de productos alimentarios	(Argüello <i>et al.</i> , 2020)
Biological and toxicological evaluation of edible <i>Jatropha curcas</i> L. oil.	El aceite comestible de <i>J. curcas</i> no presenta efectos adversos en la evaluación biológica y toxicológica	Sustenta la inocuidad del aceite comestible	(Corzo <i>et al.</i> , 2022)
Safety of hydrothermally treated kernels from edible <i>Jatropha curcas</i> L. (Chuta) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283.	Se confirma la seguridad de los cambios en las condiciones de uso y en las especificaciones de <i>J. curcas</i> comestible como nuevo alimento	Aporta validación regulatoria al eje food-edible	(EFSA NDA Panel, 2022)
Evaluation of the genotoxic potential and minimization of antinutrients in edible Xuta (<i>Jatropha curcas</i> L.) kernels.	No se detecta potencial genotóxico relevante y se documenta la reducción de antinutrientes en almendras comestibles de <i>J. curcas</i>	Refuerza la seguridad a largo plazo y la viabilidad alimentaria del recurso	(Grünwald, Francis and Esatbeyoglu, 2025)
A comparative study of the nutritional and physiological potential of Xuta (edible <i>Jatropha curcas</i> L.) protein: Insights into its digestibility and effects on the intestinal barrier.	Alta digestibilidad y efectos fisiológicos favorables	Posiciona la proteína de Xuta como ingrediente funcional	(Grünwald <i>et al.</i> , 2026)

CONCLUSIÓN

Este estudio permitió reconstruir la estructura y la evolución de la investigación científica sobre *J. curcas* L. con fines alimentarios, evidenciando un campo de alcance global en el que México se posiciona como el cuarto referente científico. La producción científica ha transitado de un enfoque puramente industrial hacia núcleos que priorizan la

caracterización de la semilla e incorporan, de manera progresiva, perspectivas agroecológicas, ambientales y etnobotánicas. En este contexto, la vertiente alimentaria basada en genotipos no tóxicos se mantiene como un nicho especializado que, aunque respaldado por sólida evidencia experimental, aún es minoritario frente a las líneas dominantes de conversión bioenergética.

La evolución temática evidencia una continuidad estructural que se diversifica hacia el estudio de coproductos, funcionalidad y seguridad alimentaria. Sin embargo, persiste un hiato entre la investigación básica y el escalamiento en sistemas reales. El subconjunto analizado muestra una trayectoria coherente desde la validación de materiales comestibles hasta la formulación de productos y evaluaciones regulatorias de vanguardia (como el estatus de *Novel Food*). En este recorrido, las contribuciones de Martínez-Herrera y colaboradores destacan como un pilar fundacional para el conocimiento de la variante comestible. Bajo una perspectiva territorial, *J. curcas* se integra en sistemas agroalimentarios localizados con un profundo anclaje biocultural. El aprovechamiento de este recurso genético, particularmente de la “Xuta”, se sustenta en una estrecha articulación entre los saberes locales y la evidencia científica, otorgándole al alimento una alta legitimidad social e identidad cultural. Esta dinámica es fundamental para la gobernanza alimentaria en las regiones productoras, donde el consumo de proximidad garantiza la soberanía del recurso.

Los hallazgos indican que la consolidación del potencial alimentario de *J. curcas* comestible requiere priorizar la estandarización analítica para diferenciar con rigor el germoplasma no tóxico, diseñar estrategias sostenibles para su conservación y aprovechamiento *in situ*, e integrar de manera sistemática la evidencia nutricional, tecnológica y territorial en esquemas de desarrollo que beneficien directamente a los actores locales de la cadena.

Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por la beca doctoral otorgada al autor principal y al Colegio de Postgraduados a través del Programa de Doctorado en Ciencias en Agroecosistemas Tropicales.

Funding. The research was funded by Colegio de Postgraduados, Veracruz Campus.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Data availability. Data is available upon reasonable request with the corresponding author.

Compliance with ethical standards. Due to the nature of the study this does not apply.

Author contribution statement (CRediT). **E. Argüello-García:** Investigation, Methodology, Writing – original draft, Data curation. **J. Martínez-Herrera:** Writing – review & editing, Data curation, Conceptualization. **A. Pérez-Vázquez:** Conceptualization, Software, Validation. **G. Hernández-Zárate:** Methodology, Writing – review & editing. **C. Jiménez-Martínez:** Writing – review & editing. **G. Hernández-Salinas:** Visualization,

Methodology. **R. I. Castillo-Zamudio:** Formal analysis, Resources, Writing – review & editing, Validation, Project administration.

REFERENCES

- Agbonon, A., Ekl-Gadegbeku, K., Aklikokou, K., Gbeassor, M., Akpagana, K., Tam, T.W., Arnason, J.T. and Foster, B.C., 2010. In vitro inhibitory effect of West African medicinal and food plants on human cytochrome P450 3A subfamily. *Journal of Ethnopharmacology*, 128(2), pp.390–394. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.01.039>
- Al-buobayd, A.A., Al-Otaibi, H.H. and Farag, H.A.S., 2023. Association of Maternal Feeding Style with Fruit and Vegetable Consumption in Saudi Preschoolers: A Nationwide Cross-Sectional Study. *Nutrients*, 15(22), p.4735. <https://doi.org/10.3390/nu15224735>
- Argüello, G.E., Córdova, T.L., Martínez, H.J., Sánchez, S.O., Pérez, H.P. and Zaldívar, C.J.M., 2020. Rheological, chemical and sensory characterization of fortified cookies with edible flour of Xuta (*Jatropha curcas* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 57(9), pp.3502–3508. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04385-7>
- Argüello, G.E., Martínez, H., Córdova, T., Sánchez, S. and Corona, T., 2017. Textural, chemical and sensorial properties of maize tortillas fortified with nontoxic *Jatropha curcas* L. flour. *CyTA - Journal of Food*, 15(2), pp.301–306. <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1255915>
- Atabani, A.E., Mahlia, T.M.I., Masjuki, H.H., Badruddin, I.A., Yussof, H.W., Chong, W.T. and Lee, K.T., 2013. A comparative evaluation of physical and chemical properties of biodiesel synthesized from edible and non-edible oils and study on the effect of biodiesel blending. *Energy*, 58, pp.296–304. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.05.040>
- Benavides, F., Ortiz, P., Díaz, R., Oteros, R., Burke, L. and Hanspach, J., 2024. Exploring the “works with nature” pillar of food sovereignty: a review of empirical cases in academic literature. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 48(3), pp.332–356. <https://doi.org/10.1080/21683565.2023.2288318>

- Bueso, F., Sosa, I., Chun, R. and Pineda, R., 2016. Phorbol esters seed content and distribution in Latin American provenances of *Jatropha curcas* L.: potential for biopesticide, food and feed. *SpringerPlus*, 5(1), p.445. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2103-y>
- Castro-González, N.F.C., 2016. International experiences with the cultivation of *Jatropha curcas* for biodiesel production. *Energy*, 112, pp.1245–1258. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.06.073>
- Cobo, M.J., López, H.A.G., Herrera, V.E. and Herrera, F., 2011. Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), pp.1382–1402. <https://doi.org/10.1002/asi.21525>
- Corzo, R.L.J., Sánchez, C.X.M., Martín, D.C.S.T., Jiménez, J.C., Garduño, S.L. and Martínez, H.J., 2022. Biological and toxicological evaluation of edible *Jatropha curcas* L. oil. *Food Science and Technology*, 42, p.e66722. <https://doi.org/10.1590/fst.66722>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N. and Lim, W.M., 2021. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, pp.285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- EFSA NDA Panel, 2022. Safety of hydrothermally treated kernels from edible *Jatropha curcas* L. (Chuta) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal*, 20(1), p.e06998. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.6998>
- Elver, H., 2023. Right to Food. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 36(4), p.21. <https://doi.org/10.1007/s10806-023-09916-8>
- FAO, 2025. *Right to food*. [online] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <https://www.fao.org/right-to-food/en> [Accessed 26 February 2026].
- Figueroa, S.M.I., Montero, L. and Sánchez, S.O., 2021. Aproximación etnohistórica sobre el uso y semidomesticación de la xuta (*Jatropha curcas* L.) en la Nueva España. *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad*, 41(162), p.62. <https://doi.org/10.24901/rehs.v41i162.790>
- Gebremichael, G., Didanna, H.L. and Ayza, A., 2025. Assessing indigenous knowledge and practices of dairy production, milk quality and traditional dairy foods for sustainable food system. *Applied Food Research*, 5(1), p.100921. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100921>
- Grünwald, M., Adrar, N., Francis, G., Rugen, N., Döring, M., Braun, H.-P. and Esatbeyoglu, T., 2026. A comparative study of the nutritional and physiological potential of Xuta (edible *Jatropha curcas* L.) protein: Insights into its digestibility and effects on the intestinal barrier. *Current Research in Food Science*, 12, p.101257. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2025.101257>
- Grünwald, M., Francis, G. and Esatbeyoglu, T., 2025. Evaluation of the genotoxic potential and minimisation of antinutrients in edible Xuta (*Jatropha curcas* L.) kernels. *Food and Chemical Toxicology*, 204, p.115624. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2025.115624>
- Herrera, M.J., Ayala, M.A.L., Makkar, H., Francis, G. and Becker, K., 2010. Agroclimatic Conditions, Chemical and Nutritional Characterization of Different Provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. *European Journal of Scientific Research*, 38(3), pp.396–407
- Herrera, M.J., Martínez, J.C. and Vera, G.N., 2012. Use of *Jatropha curcas* L. (Non-Toxic Variety) as Traditional Food and Generation of New Products in Mexico. In: N. Carels, M. Sujatha and B. Bahadur, eds. *Jatropha, Challenges for a New Energy Crop*. New York: Springer. pp.333–341. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4806-8_17
- Huang, X., Su, D. and Xu, C., 2025. Revitalizing orphan crops to combat food insecurity. *Nature Communications*, 16(1), p.10596. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-66020-3>
- Ijatuyi, E.J., Lamm, A., Yessoufou, K., Suinyuy, T. and Patrick, H.O., 2025. Integration of indigenous knowledge with scientific knowledge: A systematic review. *Environmental Science & Policy*, 170, p.104119.

- <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2025.104119>
- Isa, M.A., Babatunde, E.O., Ismail, H.Y. and Mekuto, L., 2026. Machine learning and molecular dynamics reveal *Jatropha curcas* phytochemicals as natural modulators of lipid metabolism enzymes for enhanced biodiesel production. *Industrial Crops and Products*, 239, p.122443. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.122443>
- Kennedy, G., Wang, Z., Maundu, P. and Hunter, D., 2022. The role of traditional knowledge and food biodiversity to transform modern food systems. *Trends in Food Science & Technology*, 130, pp.32–41. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.09.011>
- Kesava Rao, A.V.R., Wani, S.P., Singh, P., Srinivas, K. and Srinivasa Rao, Ch., 2012. Water requirement and use by *Jatropha curcas* in a semi-arid tropical location. *Biomass and Bioenergy*, 39, pp.175–181. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.01.013>
- Khajuria, A.K., Manhas, R.K., Kumar, H. and Bisht, N.S., 2021. Ethnobotanical study of traditionally used medicinal plants of Pauri district of Uttarakhand, India. *Journal of Ethnopharmacology*, 276, p.114204. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114204>
- Kuo, T.C., Shaw, J.F. and Lee, G.C., 2015. Conversion of crude *Jatropha curcas* seed oil into biodiesel using liquid recombinant *Candida rugosa* lipase isozymes. *Bioresource Technology*, 192, pp.54–59. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.05.008>
- La Via Campesina, 1996. *Soberanía alimentaria: un futuro sin hambre*. [online] La Via Campesina. Available at: <https://files01.core.ac.uk/download/pdf/231262108.pdf> [Accessed 20 January 2026].
- León, L.L., Márquez, M.C.C., Velázquez, V.L.A., Gálvez, M.A., Arrieta, B.D., Dávila, O.G., Tovar, A.R. and Torres, N., 2015. *Jatropha curcas* Protein Concentrate Stimulates Insulin Signaling, Lipogenesis, Protein Synthesis and the PKC α Pathway in Rat Liver. *Plant Foods for Human Nutrition*, 70(3), pp.351–356. <https://doi.org/10.1007/s11130-015-0502-9>
- Makkar, H.P.S., Aderibigbe, A.O. and Becker, K., 1998. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. *Food Chemistry*, 62(2), pp.207–215. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00183-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00183-0)
- Makkar, H.P.S. and Becker, K., 1999. Nutritional studies on rats and fish (carp *Cyprinus carpio*) fed diets containing unheated and heated *Jatropha curcas* meal of a non-toxic provenance. *Plant Foods for Human Nutrition*, 53(3), pp.183–192. <https://doi.org/10.1023/a:1008087627894>
- Makkar, H.P.S., Becker, K. and Schmook, B., 1998. Edible provenances of *Jatropha curcas* from Quintana Roo state of Mexico and effect of roasting on antinutrient and toxic factors in seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52(1), pp.31–36. <https://doi.org/10.1023/A:1008054010079>
- Martínez, H.J., Bautista, R.E., Jiménez, M.C., Corzo, R.J.L., Sánchez, C.X.M. and Argüello, G.E., 2019. Influence of the Acid Soils of Tabasco Mexico in the Physicochemical Composition of Xuta or Edible Mexican Pinion (*Jatropha curcas*). In: S. Mulpuri, N. Carels and B. Bahadur, eds. *Jatropha, Challenges for a New Energy Crop*. [online] Singapore: Springer. pp.349–363. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3104-6_17
- Martínez, H.J., Jiménez, M.C., Martínez, A.A.L., Garduño, S.L., Mora, E.R., Dávila, O.G., Chamorro, C.G., Makkar, H., Francis, G. and Becker, K., 2012. Evaluation of the Nutritional Quality of Nontoxic Kernel Flour from *Jatropha Curcas* L. in Rats. *Journal of Food Quality*, 35(2), pp.152–158. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2011.00432.x>
- Martínez, H.J., Siddhuraju, P., Francis, G., Dávila, O.G. and Becker, K., 2006. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. *Food Chemistry*, 96(1), pp.80–89. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.059>
- Meloni, D., Perra, D., Monaci, R., Cutrufello, M.G., Rombi, E. and Ferino, I., 2016. Transesterification of *Jatropha curcas* oil and soybean oil on Al-SBA-15 catalysts. *Applied Catalysis B: Environmental*, 184, pp.163–173.

- <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2015.11.038>
- Narayanan, M., Natarajan, D., Kandasamy, G., Kandasamy, S., Shanmuganathan, R. and Pugazhendhi, A., 2021. Phytoremediation competence of short-term crops on magnesite mine tailing. *Chemosphere*, 270, p.128641. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128641>
- Nizah, M.R., Taufiq-Yap, Y.H., Rashid, U., Teo, S.H., Nur, Z.S. and Islam, A., 2014. Production of biodiesel from non-edible (*Jatropha curcas*) oil via transesterification using Bi₂O₃-La₂O₃ catalyst. *Energy Conversion and Management*, 88, pp.1257–1262. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.02.072>
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L.A., Stewart, L.A., Thomas, J., Tricco, A.C., Welch, V.A., Whiting, P., Moher, D., Yepes-Núñez, J.J., Urrútia, G., Romero-García, M. and Alonso-Fernández, S., 2021. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), pp.790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Prueksakorn, K. and Gheewala, S.H., 2008. Full Chain Energy Analysis of Biodiesel from *Jatropha curcas* L. in Thailand. *Environmental Science & Technology*, 42, pp.3388–3393. <https://doi.org/10.1021/es7022237>
- Purba, N.H. and Krishnaswamy, K., 2025. Exploring the potentials of neglected underutilized crops (NUCs): an integrative review for developing a sustainable food system model. *npj Science of Food*, 9(1), p.199. <https://doi.org/10.1038/s41538-025-00554-0>
- Rathore, V. and Madras, G., 2007. Synthesis of biodiesel from edible and non-edible oils in supercritical alcohols and enzymatic synthesis in supercritical carbon dioxide. *Fuel*, 86(17–18), pp.2650–2659. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.03.014>
- Sarin, A., Singh, N.P., Sarin, R. and Malhotra, R.K., 2010. Natural and synthetic antioxidants: Influence on the oxidative stability of biodiesel synthesized from non-edible oil. *Energy*, 35(12), pp.4645–4648. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.09.044>
- Seber, G., Escobar, N., Valin, H. and Malina, R., 2022. Uncertainty in life cycle greenhouse gas emissions of sustainable aviation fuels from vegetable oils. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 170, p.112945. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112945>
- Senger, E., Bohlinger, B., Esgaib, S., Hernández, C.L.C., Montes, J.M. and Becker, K., 2017. Chuta (edible *Jatropha curcas* L.), the newcomer among underutilized crops: a rich source of vegetable oil and protein for human consumption. *European Food Research and Technology*, 243(6), pp.987–997. <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2814-x>
- Settanni, L. and Moschetti, G., 2014. New trends in technology and identity of traditional dairy and fermented meat production processes: Preservation of typicality and hygiene. *Trends in Food Science & Technology*, 37(1), pp.51–58. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.02.006>
- Shah, S., 2005. Extraction of oil from *Jatropha curcas* L. seed kernels by combination of ultrasonication and aqueous enzymatic oil extraction. *Bioresource Technology*, 96(1), pp.121–123. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.02.026>
- Shuit, S.H., Lee, K.T., Kamaruddin, A.H. and Yusup, S., 2010. Reactive extraction and in situ esterification of *Jatropha curcas* L. seeds for the production of biodiesel. *Fuel*, 89(2), pp.527–530. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2009.07.011>
- Srinivasan, N., Palanisamy, K. and Mulpuri, S., 2019. *Jatropha*: Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology. In: S. Mulpuri, N. Carels and B. Bahadur, eds. *Jatropha, Challenges for a New Energy Crop*. Singapore: Springer. pp.415–435. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3104-6_20
- Thakur, S., Shandilya, M. and Guleria, G., 2021. Appraisalment of antimicrobial zinc oxide

- nanoparticles through *Cannabis Jatropa curcusa* Alovera and *Tinosporacordifolia* leaves by green synthesis process. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(1), p.104882. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104882>
- Thorsen, M., Hill, J., Farber, J., Yiannas, F., Rietjens, I.M.C.M., Venter, P., Lues, R. and Bremer, P., 2025. Megatrends and emerging issues: Impacts on food safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24(3), p.e70170. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70170>
- Van Eck, N.J. and Waltman, L., 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), pp.523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Vera-Castillo, Y.B., Cuevas, J.A., Valenzuela-Zapata, A.G., Urbano, B. and González-Andrés, F., 2014. Biodiversity and indigenous management of the endangered non-toxic germplasm of *Jatropha curcas* L. in the Totonacapan (Mexico), and the implications for its conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 61(7), pp.1263–1278. <https://doi.org/10.1007/s10722-014-0109-2>
- Verma, S. and Gustafsson, A., 2020. Investigating the emerging COVID-19 research trends in the field of business and management: A bibliometric analysis approach. *Journal of Business Research*, 118, pp.253–261. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.06.057>
- Wittman, H., 2023. Food sovereignty: An inclusive model for feeding the world and cooling the planet. *One Earth*, 6(5), pp.474–478. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.04.011>
- Zarei, A., Amin, N.A.S., Talebian-Kiakalaieh, A. and Zain, N.A.M., 2014. Immobilized lipase-catalyzed transesterification of *Jatropha curcas* oil: Optimization and modeling. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 45(2), pp.444–451. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2013.05.015>