



Review [Revisión]

Environmental impact of oil palm cultivation (*Elaeis guineensis*): bibliometric analysis †

[Impacto ambiental del cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis*): análisis bibliométrico]

Ismael Espinosa-Palomeque^{1*}, Juana Cruz-Morales¹, Ezequiel Arvizu-Barrón² and Bernardo Espinosa-Palomeque³

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Carretera Federal México-Texcoco Km 38.5, San Diego 56230, México. Email: ismael_10_22@hotmail.com;

cruz_juanam@yahoo.com.mx

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, C. P. 56264, Estado de México, Mexico. Email:

arvizu@colpos.mx

³ Universidad Tecnológica de Escuinapa, Camino al Guasimal S/N, Escuinapa de Hidalgo 82400, México. Email: bespinosa@utescuinapa.edu.mx

* Corresponding author

SUMMARY

Background. Oil palm (*Elaeis guineensis*) has generated an adverse environmental impact in the regions where it is cultivated. A bibliometric analysis of the importance and effects of this crop has not been conducted in recent decades, despite exponential growth in planted area. **Objective.** To analyze the global problems associated with oil palm from an interdisciplinary perspective over the last 40 years, supported by a conceptual review of recent bibliographic trends, from the perspective of environmental sustainability. **Methodology.** Scopus was selected as the academic database for the information search due to its broad coverage in most fields of knowledge, ease of access, data visualization and download, and its conceptual bibliometric approach. **Results and discussion.** A total of 1,013 studies indexed in Scopus were identified as a result of the systematic search on the environmental impact of oil palm; 7 were published between 1985 and 2005, and 1,004 documents were found between 2006 and 2025. From 2003 onwards, the publication of documents increased due to a paradigm shift in environmental research, deforestation in Southeast Asia, and the ecological impact of oil palm cultivation. From 2016 to 2025, there was a significant surge in studies related to the impact of this crop, influenced by international environmental regulations, biodiversity loss, and deforestation worldwide. International scientific journals from countries such as the United Kingdom, Malaysia, Germany, Switzerland, the United States, and Italy are the most productive in publishing on the environmental impact of oil palm. Therefore, Mexico has an opportunity to increase its research efforts given the current importance of the area planted with oil palm and its ecological impact. **Implications:** Bibliometric analysis of oil palm could be a methodological tool in the development of environmental and agricultural policies for the oil palm agroecosystem and associated crops, considering the adverse effects it has had in other countries. **Conclusion:** This study documented the evolution of scientific research on oil palm over the last four decades and identified research trends to inform decision-making.

Key words: Climate change; deforestation; *Elaeis guineensis*.

RESUMEN

Antecedentes. La palma de aceite (*Elaeis guineensis*) ha generado un impacto ambiental adverso en las regiones donde se cultiva. No se ha realizado un análisis bibliométrico sobre la importancia y sus efectos del cultivo en las últimas décadas, a pesar de un crecimiento exponencial en la superficie sembrada. **Objetivo.** Analizar la problemática global de la palma desde un enfoque interdisciplinario en los últimos 40 años, apoyado en una revisión conceptual de las tendencias bibliográficas recientes, desde la perspectiva de sustentabilidad ambiental. **Metodología.** Se seleccionó

† Submitted November 3, 2025 – Accepted May 25, 2026. <http://doi.org/10.56369/tsaes.6677>



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

ISSN: 1870-0462.

ORCID = I. Espinosa-Palomeque: <http://orcid.org/0000-0001-8951-4611>; J. Cruz-Morales: <http://orcid.org/0000-0002-5410-2702>; E. Arvizu-Barrón: <http://orcid.org/0000-0002-0982-5389>; B. Espinosa-Palomeque: <http://orcid.org/0000-0001-6294-024X>

Scopus como la base de datos académica para la búsqueda de información, debido a su amplia cobertura en la mayoría de los campos del conocimiento, las facilidades de acceso, visualización y descarga de datos, desde una perspectiva bibliométrica conceptual. **Resultados y discusión.** Se identificaron 1,013 investigaciones indexadas a Scopus resultado de la búsqueda sistemática sobre el impacto ambiental de la palma; del periodo 1985 a 2005 se publicaron 7 y del 2006 al 2025 fueron 1,004 documentos. A partir del 2003 se incrementa la publicación de documentos debido a un cambio de paradigma en la investigación ambiental, la deforestación en el sudeste asiático y el impacto ecológico de la siembra de la palma. Del año 2016 al 2025 existe un repunte significativo de estudios relacionados con el impacto del cultivo, influenciado por las regulaciones ambientales internacionales, la pérdida de biodiversidad y la deforestación alrededor del mundo. Las revistas científicas internacionales de países como Reino Unido, Malasia, Alemania, Suiza, Estados Unidos de Norteamérica, Italia, son las más productivas en publicaciones sobre el impacto ambiental de la palma, por lo que México tendría oportunidad para incrementar trabajos de investigación por su actual importancia en el número de hectáreas sembradas y su impacto ecológico. **Implicaciones.** El análisis bibliométrico de la palma podría ser una herramienta metodológica en la creación de políticas ambientales y agrícolas para el agroecosistema de la palma y cultivos asociados, considerando los efectos adversos que ha tenido en otros países. **Conclusión.** Se documentó la evolución de los trabajos científicos de la palma en las últimas cuatro décadas y tendencias de investigación para la toma de decisiones.

Palabras claves: Cambio climático; deforestación; *Elaeis guineensis*.

INTRODUCCIÓN

La expansión del cultivo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) se ha consolidado como una de las transformaciones agrícolas más significativas de las últimas décadas, vinculada al auge de la globalización alimentaria, la financiarización del campo y la búsqueda de materias primas para la industria cosmética y energética (Cramb y McCarthy, 2016; Pye y Bhattacharya, 2020). El aceite de palma está presente en más del 50% de los productos procesados del mercado mundial, se ha convertido en una mercancía estratégica de la economía global, al punto de ser considerado por algunos autores como “el oro verde” del siglo XXI (Byerlee *et al.*, 2017).

Indonesia y Malasia concentran cerca del 85 % de la producción mundial, seguidos por países latinoamericanos como Colombia, Ecuador, Guatemala y Honduras (FAO, 2023). Este proceso se ha acompañado de una narrativa de desarrollo rural, seguridad alimentaria y generación de empleo, promovida tanto por gobiernos como por corporaciones transnacionales (Schoneveld, 2019).

Se han documentado impactos socioambientales asociados a la deforestación tropical, la pérdida de biodiversidad, la emisión de gases de efecto invernadero y los conflictos territoriales con comunidades rurales e indígenas (Carlson *et al.*, 2013; McCarthy, 2010; Obidzinski *et al.*, 2012). Estos efectos se vinculan a un modelo agroindustrial intensivo, basado en monocultivos a gran escala y en una estructura económica concentrada, dominada por empresas multinacionales y fondos de inversión (Clapp, 2021).

La producción de aceite de palma se multiplicó por 40 a partir de 1980, actualmente se producen 80 millones de toneladas, representando más de un tercio del aceite

mundial, una décima parte de las tierras de cultivo dedicadas a la producción de aceite y es utilizado en el 68% de los alimentos del mundo; por otro lado, el 27% se utiliza en aplicaciones industriales y productos de consumo como jabones, detergentes, cosméticos y agentes de limpieza y el 5% de los biodiesel se produce con este aceite (Ritchie, 2021).

De 1970 a 2020 la tierra cultivada de palma de aceite se multiplicó por diez, llegando a 30 millones de hectáreas, de estas, se tiene registro de que 10.5 millones fueron por deforestación y 3.5 millones de bosques primarios (Thomas, 2019). A nivel global, se calcula que la palma de aceite ha contribuido a más del 5% de la deforestación tropical entre 1990 y 2020 (FAO, 2021), aunque las cifras varían según región y políticas nacionales.

El tema de la palma de aceite ha crecido exponencialmente en las últimas dos décadas. Los análisis bibliométricos reflejan un interés interdisciplinario, que abarca las ciencias ambientales, la economía política, la geografía rural y los estudios del desarrollo. Sin embargo, la literatura también revela una fragmentación epistemológica: mientras los estudios del tópico ambiental enfatizan la deforestación y la pérdida ecológica, los enfoques sociales y políticos analizan las dinámicas de poder, las desigualdades y las formas de gobernanza global que estructuran la cadena de valor (Rival y Levang, 2014; Henderson y Osborne, 2000). En este contexto, se tiene como objetivo analizar la problemática global de la siembra de palma de aceite desde un enfoque interdisciplinario, apoyado en una revisión conceptual de las tendencias bibliográficas recientes, apoyado por la metodología de la bibliometría.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se utilizó una metodología descriptiva, es decir, se realizó un análisis bibliométrico [método de investigación para evaluar cómo ha evolucionado un tema particular a lo largo de los años (Ellegaard y Wallin, 2015)] sobre el tema impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en Scopus; base de datos usada entre académicos e investigadores de todo el mundo que buscan acceso a material analítico de alta calidad científica. Las publicaciones indexadas en Scopus gozan de una reputación de calidad (Harzing y Alakangas, 2016) además, de su amplia cobertura en diferentes campos del conocimiento, el acceso y ser la base de datos más consultada y utilizada en los análisis bibliométricos, lo que lleva a investigadores a preferir estas revistas para publicar sus hallazgos.

Los algoritmos de búsqueda fueron: ((TITLE ("Elaeis guineensis" OR "E. guineensis" OR "palm oil" OR "oil palm") AND TITLE-ABS-KEY ("environmental impact" OR "environmental degradation" OR "climate change" OR "water pollution" OR "soil pollution" OR "soil degradation"))).

Análisis de datos

La primera etapa de análisis contempló la búsqueda de los conceptos y categorías en títulos, resumen y palabras claves de los artículos. Los datos se recopilieron el 16 de julio del 2025. Los documentos resultantes de la búsqueda fueron exportados en archivos en formato CSV (delimitado por comas) y Sistema de Información de Investigación (RIS), con los metadatos bibliométricos completos.

En segundo lugar, se importó el archivo en formato RIS al software Harzing's Publish or Perish 8.0 y los resultados métricos obtenidos se guardaron en archivo CSV para Microsoft Excel®, permitiendo identificar las siguientes variables: productividad científica anual, número de citas, tipología de documentos, revistas, número de autores por publicación y artículos más citados.

En tercer lugar, el archivo CSV descargado de Scopus fue importado y analizado en el software VOSviewer 1.6.20, identificando los países involucrados en las publicaciones, tomando en cuenta la coautoría de los documentos restringida a los países y al menos con una publicación. Con VOSviewer se elaboraron mapas bibliométricos de coautorías entre países, coautorías entre autores y co-ocurrencias de las palabras clave por autores. El número de citas obtenidas por revistas, países, autores se obtuvo mediante análisis de co-ocurrencia del VOSviewer en citas con la unidad de análisis "documentos". El análisis de las instituciones se realizó directamente en Scopus.

RESULTADOS

El análisis comprendió un periodo de 40 años, desde 1985 hasta el 2025. Este periodo se basó en la información extraída en la base de datos de Scopus. Hasta la fecha se han publicado 1,013 documentos, sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite. Del año 1985 al 2005 se publicaron 7 trabajos de investigación indexadas a Scopus lo que representa un 0.7% del total de las publicaciones. Sin embargo, desde el año 2006 se han publicado 1,004, lo que representa un 99.3% de las publicaciones totales, siendo el año 2021 el año con mayor número de publicaciones, con 110. Existen dos momentos de crecimiento; el primero se alcanza en 2014 con 35 publicaciones y el segundo pico en 2021 con 110 publicaciones; sin embargo, existe un crecimiento irregular (Figura 1).

El número de citas fue de 24,905, a partir de 1986 comenzaron las primeras citas, siendo en el 2020 el mayor número de citas con 2,344. Las citas en los 40 años han crecido, pero de manera irregular. Después del 2020 las citas han caído, hasta las 177 citas en el 2024, en este contexto, se aprecia que hay un crecimiento de citas cada 3 años, aproximadamente (Figura 1).

La producción científica sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite registrada en la base de datos de Scopus es multidisciplinaria. En los 1,013 documentos hay una dominancia de los artículos científicos con un 66.60% de las publicaciones totales, estos acumulan el 72.77% de las citas, con un promedio de 26.88 citas por publicación (CPP) dando buena visibilidad (Tabla 1). Sin embargo, al analizar la relación entre el tipo de publicación y su impacto relativo, se observa que las revisiones (10.57% del total) presentan una influencia desproporcionadamente alta en términos de citación, concentrando el 21.70% del total de citas con un CPP de 50.48. Esto sugiere que las revisiones sistemáticas o integradoras tienen una función clave como referentes teóricos o metodológicos en el campo. Similar, aunque marginal en número, las publicaciones clasificadas como libros (0.39%) presentan un CPP elevado (51.25), lo que puede atribuirse a su profundidad analítica o a su utilización como obras de consulta en estudios académicos. En cambio, las ponencias en congresos (conference papers), que representan el 16.70% del total, muestran un bajo impacto en términos de citación (3.84% de las citas y un CPP de apenas 5.66), lo que podría deberse a su carácter preliminar o a su limitada circulación. Otros tipos de publicaciones, como capítulos de libro, notas, cartas, editoriales, erratas y documentos de datos tienen una presencia marginal tanto en cantidad como en impacto, con CPP muy bajos.

La tasa de crecimiento anual registró periodos de expansión y estabilidad entre 1993 y 2024. Durante los años de 1986 al 1993 el crecimiento fue nulo, lo que sugiere la fase inicial de la siembra de palma de aceite con poca investigación o escaso interés en el tema (Figura 2). A partir del año 1996 una tasa de crecimiento de 100% con un aumento abrupto. En el 2003 se muestra una cifra del 300%, la más alta en todo

el periodo. Este cambio refleja un paradigma en la investigación ambiental vinculado a la mayor consciencia de la deforestación en el sudeste asiático, así como publicaciones de Organizaciones No Gubernamentales (ONG) sobre el impacto ecológico de la siembra de la palma de aceite. También coincide el auge del Protocolo de Kioto y las alternativas energéticas.

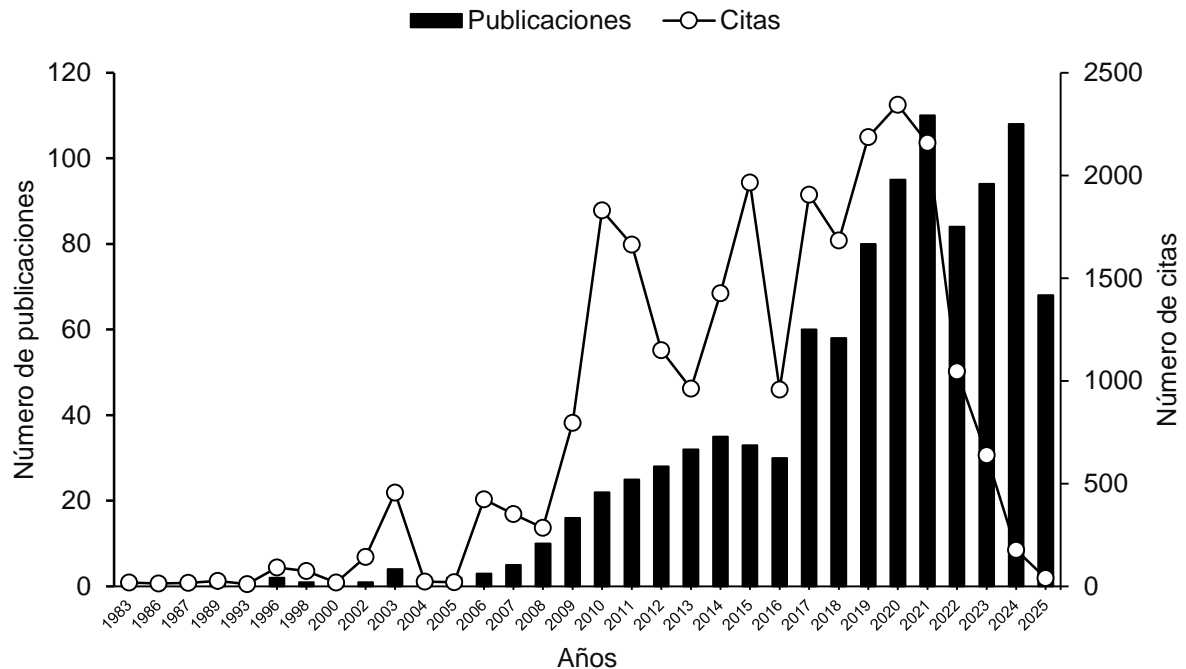


Figura 1. Distribución del número de publicaciones (n = 1,013) y número de citación (n = 24,905) sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus. ■ = publicaciones; ○ = citación

Tabla 1. Tipología de la productividad científica sobre impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus (n =1013).

Tipo de publicación	Publicaciones	% Publicaciones	Citas	% Citas	CPP
Article	674	66.60	18,120	72.77	26.88
Review	107	10.57	5,401	21.70	50.48
Book	4	0.39	205	0.82	51.25
Conference paper	169	16.70	957	3.84	5.66
Short survey	1	0.10	35	0.14	35
Book chapter	50	4.94	146	0.59	2.92
Letter	2	0.20	27	0.11	13.50
Data paper	1	0.10	4	0.07	4
Note	2	0.20	3	0.01	1.50
Editorial	1	0.10	1	0.004	1
Erratum	1	0.10	1	0.004	1

Del 2004 al 2015 las fluctuaciones son moderadas, esto indica una consolidación en el tema con un crecimiento sostenido. Para el año 2016 hay un repunte significativo, sobre los estudios del impacto del cultivo, principalmente por las nuevas regulaciones internacionales (en la siembra de palma a pequeños productores), la pérdida de la biodiversidad y la deforestación en países alrededor del mundo. Es a partir del 2017 que la tendencia es descendente, la tasa se vuelve negativa en estos años, el ritmo de publicaciones se desacelera.

La tasa de crecimiento relativo (Figura 3) muestra cuatro periodos clave, el primer periodo es entre 1983 y 1995 donde la tasa de crecimiento es irregular, teniendo picos importantes en 1986 y 1987 así como una caída muy fuerte en los siguientes años, lo que sugiere que el tema era emergente y no había una producción académica sostenida. A partir del año 1996 hasta el 2003 la tasa de crecimiento se mantiene en valores bajos, incluso cercanos a cero, lo que indica que hubo poca atención de investigadores en este periodo de tiempo.

A partir del 2004 hasta el 2010 se registra un incremento notable con picos entre 2007 y 2009, lo que refleja un aumento en el interés en los impactos ambientales del cultivo de palma de aceite, pero a partir del 2011 hay un descenso en las investigaciones, aunque en 2017 hay un aumento en la tasa de crecimiento, lo cierto es que hay una desaceleración en las publicaciones. La figura 3 muestra que el interés científico sobre el impacto ambiental de la palma de aceite surgió lentamente, tuvo un auge entre mediados de la década de 2000 y principios de 2010, y después entró en una fase de maduración y estabilización, donde la investigación continúa, pero con un crecimiento más moderado.

En la figura 4 se ve el tiempo de duplicación de las publicaciones sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite, es decir, cuántos años se requieren para que la cantidad de publicaciones se duplique. Los valores bajos de crecimiento se dan entre dos a tres años; esto quiere decir que el crecimiento se dio muy rápido, y esto se observa principalmente entre el 2004 y 2012, donde los valores bajan y se estabilizan alrededor de dos a cuatro años.

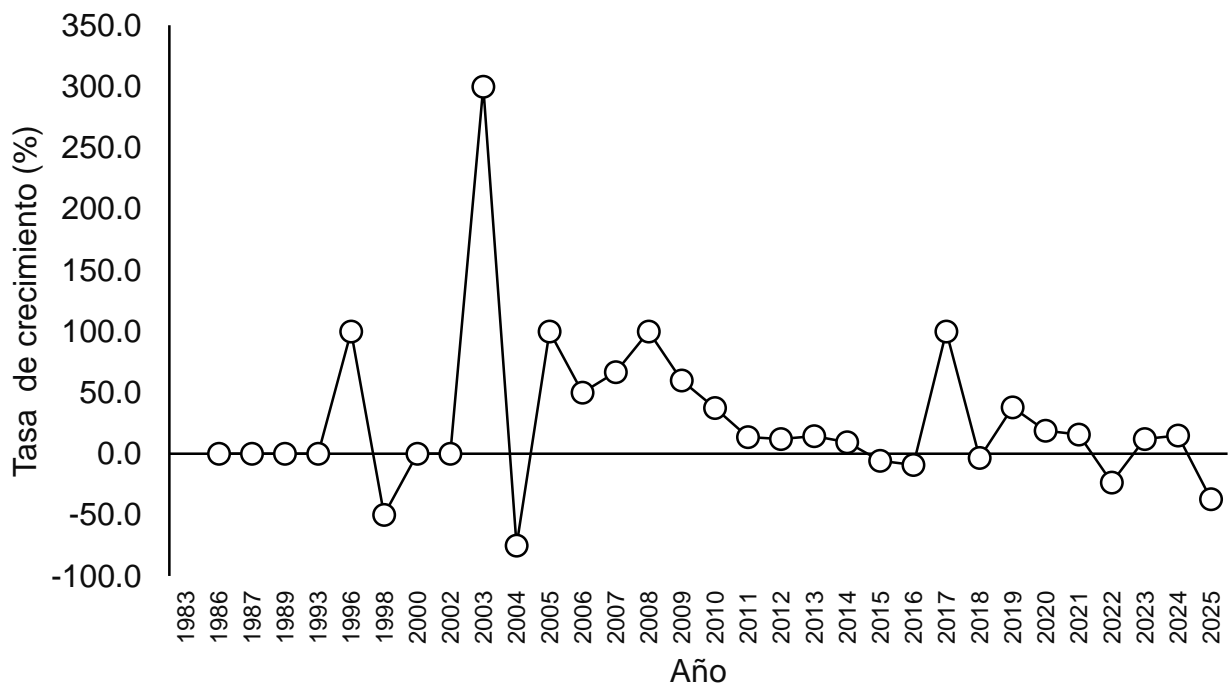


Figura 2. Tasa de crecimiento de publicaciones sobre impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus.

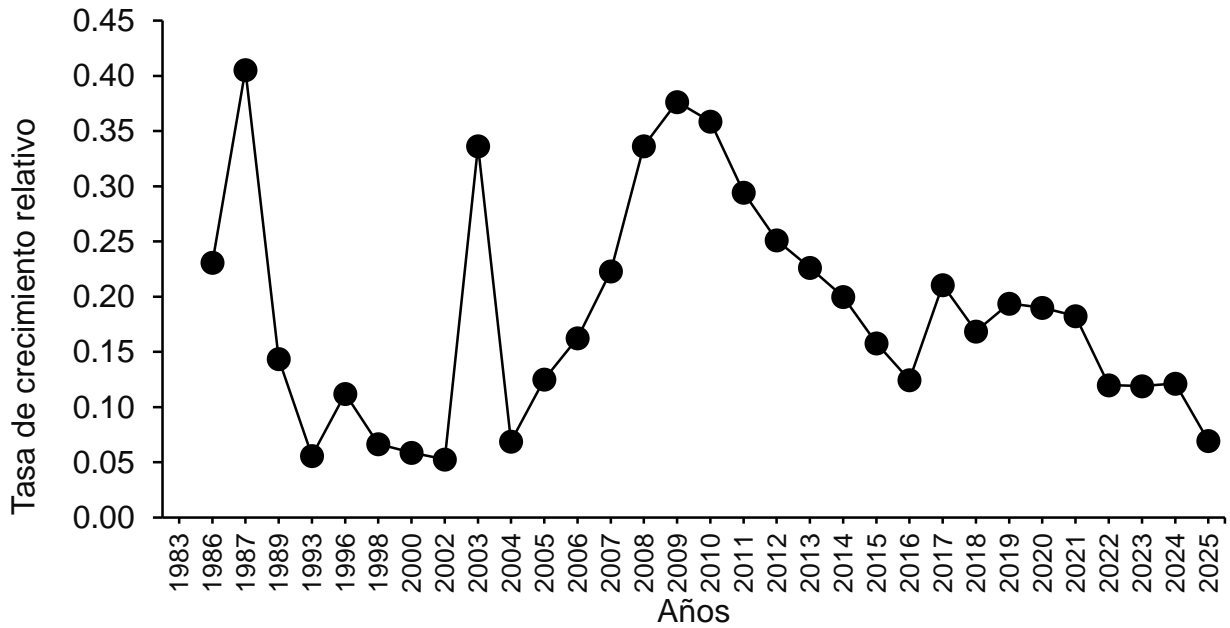


Figura 3. Tasa de crecimiento relativo de las publicaciones del impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base datos Scopus.

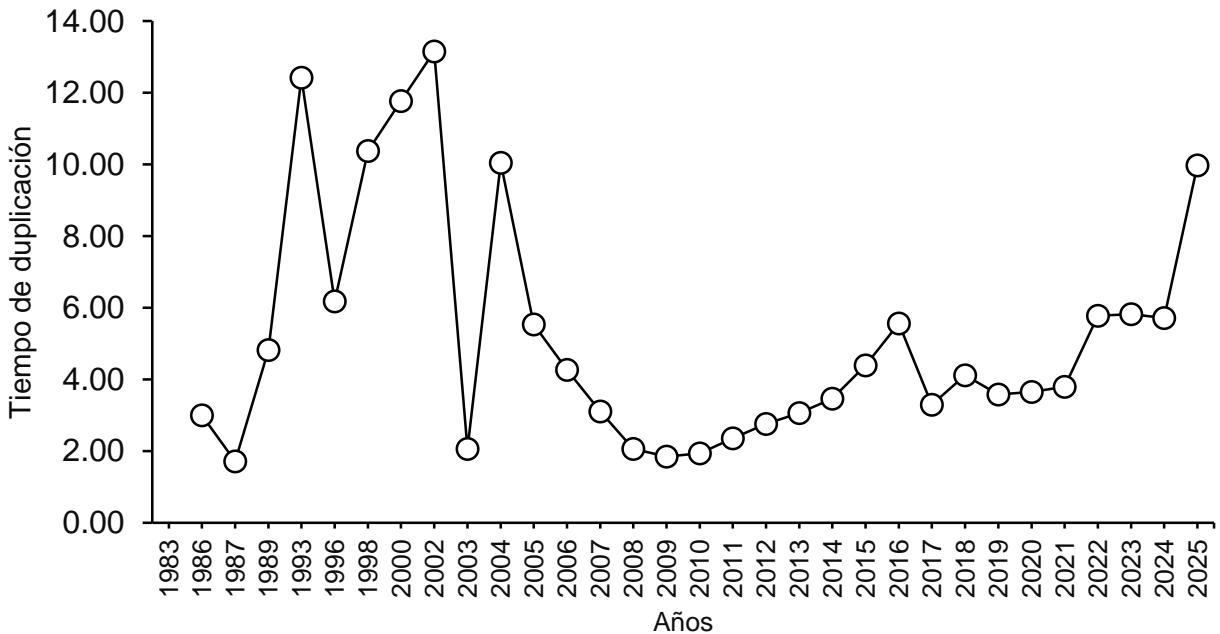


Figura 4. Tiempo de duplicación de las publicaciones sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base datos Scopus.

En los valores de crecimiento lento o estancamiento, se da en los años 1987, 1999-2001 y 2005, en donde se da un estancamiento de diez años; el interés científico era menor o en fase de madurez. Por lo anterior, se pueden observar cuatro etapas entre 1983 y 2003, con picos hasta de 10 años de estancamiento por el incipiente campo de investigación. Así como, entre 2004 y 2012 donde se vive un periodo de máxima

expansión, con tiempos de duplicación muy bajos, entre dos o tres años, lo que nos habla de una madurez en las investigaciones científicas. Entre 2013 y 2020 hay un aumento gradual, entre cuatro y seis años, teniendo un ritmo moderado. Pero entre 2021 y 2025 hay una desaceleración clara del crecimiento relativo en las investigaciones recientes.

La figura 4 refleja que la investigación sobre el impacto ambiental de la palma de aceite tuvo una fase de arranque lenta, luego una expansión explosiva (2004-2012), y actualmente se encuentra en una fase de maduración, con un crecimiento más pausado y tiempos de duplicación más largos. Esto puede deberse a que el tema ya está consolidado, y aunque se sigue investigando, el ritmo de nuevos estudios no es tan acelerado como en la etapa de auge.

Respecto a las 10 revistas científicas más productivas que realizan investigaciones relacionadas con el cultivo de la palma, destaca; la IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*, aunque su impacto en citas promedio es bajo; la *Journal of Cleaner Production* y *Journal of Oil Palm Research* destacan por combinar productividad con mayor reconocimiento en la comunidad científica al tener un alto índice de citas; *el Journal of Environmental Management* resalta con un CPP de 93.13, lo que significa que, aunque publica poco (8 artículos), cada publicación recibe en promedio un número muy alto de citas. *Bioresource Technology* (CPP 56.78) e *International Journal of Life Cycle Assessment* (CPP 56.17) muestran también un gran impacto relativo; en cambio, las revistas de congresos como *AIP Conference Proceedings* o *IOP Conference Series* generan muchas publicaciones, pero con baja citación (CPP entre 2 y 6); las revistas con altos valores en CiteScore y SJR, como *Journal of Cleaner Production* (CiteScore 20.7, SJR 2.174) y *Bioresource Technology* (CiteScore 20.7, SJR 2.395), muestran un peso académico fuerte a nivel internacional; revistas de acceso abierto como *Sustainability* (CiteScore 7.7) también aparecen, aunque con un impacto relativo más bajo en SJR; los congresos tienen valores bajos en todos los indicadores, lo que sugiere que su producción masiva no equivale a influencia científica; predominan revistas del Reino Unido (7 de las 15 listadas), lo que refleja su rol central en la difusión del conocimiento sobre el tema. Malasia también aparece *Journal of Oil Palm Research*, lo cual es significativo porque es uno de los países líderes en el cultivo de palma de aceite. Alemania, Estados Unidos, Suiza e Italia aportan diversidad en la procedencia editorial.

En la Tabla 2 se muestran dos dinámicas distintas: 1) alta producción, pero bajo impacto como las conferencias y series de actas (IOP, AIP), útiles para difundir rápidamente, pero con menor influencia académica; y 2) menor producción, pero alto impacto como las revistas consolidadas en sostenibilidad, gestión ambiental y biotecnología (*Journal of Cleaner Production*, *Journal of Environmental Management*, *Bioresource Technology*), que concentran las publicaciones más influyentes y citadas. Esto sugiere que, aunque se publican muchos trabajos en congresos,

los estudios más reconocidos y que marcan la agenda científica sobre la palma de aceite se encuentran en revistas de alto impacto relacionadas con gestión ambiental, sostenibilidad y tecnologías limpias.

En la Tabla 3 se analiza el índice de eficiencia de los países más productivos, en el cual Malasia e Indonesia lideran en cantidad de publicaciones, el cual refleja el papel principal al ser los principales productores de palma de aceite en el mundo. Sin embargo, su eficiencia es menor que la de países como el Reino Unido y Estados Unidos; estos países tienen menos publicaciones, pero sus trabajos son más citados en promedio, lo que sugiere mayor impacto académico por artículo.

Colombia, aunque tiene una participación del 4.81% sus citas promedio de publicaciones de 19.63 y con un índice de eficiencia de países de 0.711 indican una contribución relevante y creciente en la discusión ambiental sobre la palma de aceite. Los países con mayor número de citas como Estados Unidos, Reino Unido, Países Bajos, Alemania y Australia indican el vínculo con las colaboraciones internacionales. Los países que más citas tienen por publicaciones son Estados Unidos, Australia, Países Bajos y Reino Unido. El índice de eficiencia de países serían los países anteriores y Alemania.

Las instituciones más productivas sobre investigaciones orientadas al impacto ambiental del cultivo de palma de aceite se encuentran en Malasia, debido a que es el país con mayor producción de aceite de palma en el mundo. De las diez instituciones analizadas ocho son de Malasia, dos de Indonesia y una institución francesa.

La institución más productiva es la *Universiti Putra Malaysia* que tiene 95 publicaciones y más de 2,200 citas, mostrando su liderazgo en cantidad e impacto dentro de las universidades (Tabla 4). La siguiente también es una universidad malaya, la *Universiti Teknologi Malaysia* con 60 publicaciones, seguida de la *Universiti Kebangsaan Malaysia* con 58 publicaciones. Las principales tres universidades por publicaciones son malayas, de hecho, es hasta la sexta posición donde encontramos el CIRAD de Francia.

Aunque *Universiti Putra Malaysia* lidera en productividad, *Universiti Kebangsaan Malaysia* tiene el promedio más alto de citas por documento (36.79), lo que sugiere mayor calidad e influencia de sus artículos. Otras instituciones con alto impacto promedio son la *Universiti Sains Malaysia* con 32.04, la *Malaysian Palm Oil Board* con 31.10 y la *Universiti Malaya* con 30.78.

Tabla 2. Top Ten revistas científicas más productivas en publicaciones sobre impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus.

Revista	NP	TC	CPP	Cite Score	SNIP	SJR	País	ISSN
IOP Conference Series: <i>Earth and Environmental Science</i>	60	176	2.93	1.3	0.335	0.214	Reino Unido	1755-1307
<i>Journal of Cleaner Production</i>	31	1458	47.03	20.7	2,231	2.174	Reino Unido	0959-6526
<i>Journal of Oil Palm Research</i>	19	515	27.11	2.7	0.836	0.306	Malasia	1511-2780
<i>Environmental Research Letters</i>	15	429	28.60	11.1	1.634	2.144	Reino Unido	1748-9326
IOP Conference Series: <i>Materials Science and Engineering</i>	14	91	6.50	1.1	0.622	0.249	Malasia	1757-8981
<i>Environmental Science and Pollution Research</i>	13	363	27.92	10.6	1.084	1.004	Alemania	0944-1344
<i>Sustainability (Switzerland)</i>	13	234	18.00	7.7	1.113	0.688	Suiza	2071-1050
<i>AIP Conference Proceedings</i>	13	49	3.77	0.5	0.204	0.153	Estados Unidos	0094-243X
<i>International Journal of Life Cycle Assessment</i>	12	674	56.17	10.4	1.494	1.393	Alemania	0948-3349
<i>Science of the Total Environment</i>	12	493	41.08	16.4	1.835	2.137	Reino Unido	0048-9697
<i>Bioresource Technology</i>	9	511	56.78	20.7	1.777	2.395	Reino Unido	0960-8524
<i>PLoS ONE</i>	9	268	29.78	5.4	1.065	0.803	Estados Unidos	1932-6203
<i>Journal of Environmental Management</i>	8	745	93.13	14.4	1.790	1.994	Reino Unido	0301-4797
<i>Industrial Crops and Products</i>	8	381	47.63	9.4	1.268	0.974	Reino Unido	0926-6690
<i>Chemical Engineering Transactions</i>	8	66	8.25	1.6	0.337	0.257	Italia	2283-9216

NP= número de publicación, TC= total de citas, CPP= cita promedio de publicaciones, SNIP= source normalized impact per paper, SJR = scimago journal rank.

Tabla 3. Índice de eficiencia de los países más productivos en publicaciones de impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus.

Países	NP	%NP	TC	CPP	IEP
Malasia	459	28.85	12231	26.65	0.909
Indonesia	217	13.64	3732	17.20	0.586
Reino Unido	97	6.10	3345	34.48	1.176
Estados Unidos	66	4.15	3049	46.20	1.575
Tailandia	61	3.83	1187	19.46	0.663
Japon	50	3.14	1297	25.94	0.884
Alemania	49	3.08	1709	34.88	1.189
Australia	46	2.89	2098	45.61	1.555
Colombia	38	2.33	772	20.86	0.711
Francia	35	2.20	928	26.51	0.904
Países Bajos	35	2.20	1564	44.69	1.524
Otro	218	13.70	6264	28.73	0.980

NP= número de publicación, %NP= porcentaje de número total de publicación TC= total de citas, CPP= cita promedio de publicaciones, IEP= índice de eficiencia de países.

Dentro de este grupo la *Universiti Teknologi MARA*, pese a tener 26 publicaciones, presenta un promedio bajo de citas con 8.27, lo que indica menor visibilidad internacional y menor calidad percibida de sus publicaciones.

La red de coautorías evidencia una estructura colaborativa internacional en torno al estudio del impacto ambiental del cultivo de palma de aceite, en la cual destacan como nodos centrales Malasia e Indonesia, reflejando no solo su papel como principales productores de palma a nivel mundial, sino

también como los países con mayor liderazgo en la generación de conocimiento científico sobre la materia (Figura 5).

El tamaño de los nodos indica la intensidad de la producción y colaboración. Malasia aparece como el actor más dominante, articulando la mayor cantidad de vínculos con otros países, lo que reafirma su papel central en la literatura académica. Indonesia, aunque con menor volumen, también ocupa una posición clave en la red, estrechamente conectada con Malasia y con múltiples socios internacionales.

Tabla 4. Top ten de instituciones más productivas sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos de Scopus.

Institución	Publicaciones	Citas	Promedio de citas por documento	País
<i>Universiti Putra Malaysia</i>	95	2,291	24.12	Malasia
<i>Universiti Teknologi Malaysia</i>	60	1,267	21.12	Malasia
<i>Universiti Kebangsaan Malaysia</i>	58	2,134	36.79	Malasia
<i>Universiti Sains Malaysia</i>	51	1,634	32.04	Malasia
<i>Malaysian Palm Oil Board</i>	49	1,524	31.10	Malasia
<i>IPB University</i>	41	1,075	26.22	Indonesia
<i>Universiti Malaya</i>	27	831	30.78	Malasia
<i>CIRAD</i>	27	627	23.22	Francia
<i>Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah</i>	27	825	30.56	Malasia
<i>Universiti Teknologi MARA</i>	26	215	8.27	Malasia

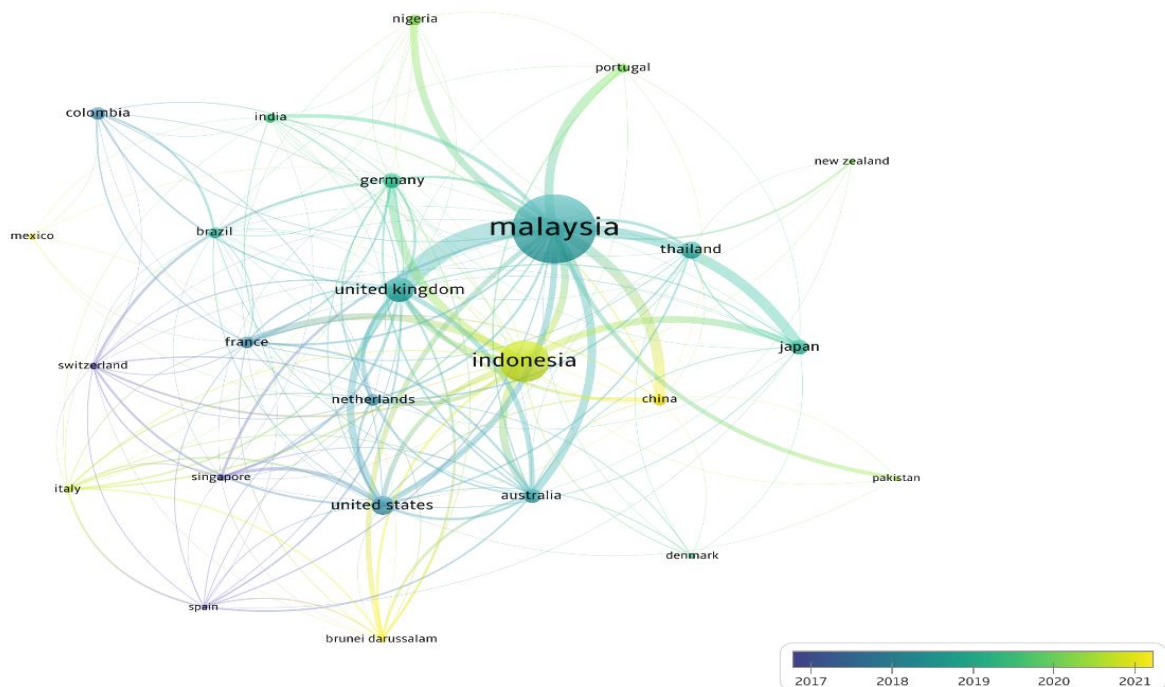


Figura 5. Red de coautorías entre países por documento sobre impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus.

La densidad de conexiones muestra la existencia de alianzas científicas estratégicas con Estados Unidos, Reino Unido, Países Bajos, Alemania y Francia que aparecen como socios frecuentes, lo que indica la importancia de la cooperación internacional en la construcción de conocimiento global. Asimismo, se observan vínculos con países productores o con intereses emergentes en el cultivo, como Brasil, Colombia y Nigeria.

El uso del gradiente de color sugiere también una evolución temporal donde los vínculos más antiguos (tonos azulados) corresponden a relaciones consolidadas, principalmente entre Malasia, Indonesia y países europeos. Las conexiones más recientes (tonos verdes y amarillos) incluyen colaboraciones con países como China, India, Brasil, Italia y México, lo que podría reflejar un interés creciente de estas naciones en participar activamente en la discusión global sobre los impactos ambientales del sector.

En el caso de México, los estudios sobre los impactos ambientales del cultivo de la palma de aceite son incipientes, en particular existe una fuerte tendencia al análisis agronómico (plagas, cambio de uso de suelo, enfermedades, entre otros), el crecimiento en la superficie agrícola del cultivo de palma de aceite en el sureste mexicano, es impulsado por la agenda política, principalmente subsidios hacia la reconversión productiva, por ende, este cultivo está sustituyendo cultivos de alimentos básicos y afectando ecosistemas locales (Hernandez-Rojas *et al.*, 2018).

El análisis de los autores más productivos en la base de datos Scopus (Tabla 5) muestra que, en primer lugar, se identifica a Paterson, R.R.M. (Portugal) como el autor con mayor número de publicaciones (21 artículos, equivalentes al 0.45% del total), acompañado de 771 citas, lo que representa un promedio de 36.71 citas por publicación y un h-index de 37. Estos indicadores permiten ubicarlo como referente internacional en el campo. En segundo lugar, destaca Hassan, M.A. (Malasia), con 12 publicaciones, un h-index de 58 y un promedio de 27.83 citas por publicación, lo que evidencia una trayectoria consolidada y de alta visibilidad académica.

No obstante, más allá del número absoluto de publicaciones, resulta pertinente atender al impacto relativo de las contribuciones. En este sentido, autores como Meijaard, Erik (Australia) y Loh, Soh Kheang (Malasia) alcanzan un nivel de influencia sobresaliente, con 84.25 y 75.22 citas promedio por publicación, respectivamente. Este hallazgo demuestra que, en el campo de la palma de aceite, la calidad y relevancia de los aportes puede superar al volumen de producción científica, situando a estos investigadores en posiciones estratégicas en el debate internacional. Otros autores como Choo, Y.M. (62 CPP) y Lee, K.T. (51.50 CPP) también sobresalen por la capacidad de sus trabajos para incidir en la discusión académica global.

Tabla 5. Los principales 10 autores con más publicaciones sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus.

Autor	NP	%NP	TC	CPP	h-index	Lotka Productivity Index Log(n)	País	ORCID
Paterson, R.R.M.	21	0.45	771	36.71	37	1.32	Portugal	0000-0001-5749-6586
Hassan, M.A.	12	0.26	334	27.83	58	1.08	Malasia	0000-0002-5073-1536
Subramaniam, Vijaya	10	0.22	437	43.70	16	1.00	Malasia	-
Loh, Soh Kheang	9	0.19	677	75.22	33	0.95	Malasia	0000-0003-0765-0164
Shirai, Y.	9	0.19	457	50.78	57	0.95	Japón	-
Meijaard, Erik	8	0.17	674	84.25	62	0.90	Australia	-
Choo, Y.M.	8	0.17	496	62.00	38	0.90	Malasia	-
Lee, K.T.	8	0.17	412	51.50	77	0.90	Malasia	-
Siregar, K.	8	0.17	101	12.63	8	0.90	Indonesia	0000-0002-2942-331X
Abubakar, Ahmed	8	0.17	73	9.13	8	0.90	Malasia	0000-0001-6400-9918

NP= número de publicaciones, %NP= porcentaje de número total de publicación, TC= total de citas, CPP = citas promedio por publicaciones.

En términos de geografía académica, la lista está dominada por Malasia, que concentra seis de los diez autores más productivos. Este patrón confirma el rol de dicho país como núcleo científico en la investigación sobre la palma de aceite, en consonancia con su posición como principal productor mundial. El resto de autores provienen de Portugal, Japón, Australia e Indonesia, lo que refleja la presencia de una red de colaboración internacional, aunque con fuerte centralidad del Sudeste Asiático.

Por otro lado, se observa que investigadores como Siregar, K. (Indonesia) y Abubakar, Ahmed (Malasia), pese a contar con ocho publicaciones cada uno, registran un bajo impacto relativo, con promedios de 12.63 y 9.13 citas por publicación, respectivamente. Este resultado sugiere que sus contribuciones, aunque cuantitativamente relevantes, han tenido menor visibilidad o alcance en el circuito científico global.

Finalmente, al considerar el Índice de Productividad de Lotka ($\text{Log}(n)$), se confirma que la mayoría de los investigadores se ubican en la categoría de autores transitorios o de productividad intermedia (Tabla 6), con valores en torno a 0.90–1.00, mientras que sólo Paterson (1.32) y Hassan (1.08) se aproximan al perfil de autor núcleo según la Ley de Lotka.

El crecimiento histórico de la producción científica que se observa en la Tabla 7, en los primeros períodos (1983–2002), la producción fue muy reducida (entre 1 y 3 publicaciones por quinquenio), lo que indica que el tema aún no había captado la atención de la comunidad científica internacional. A partir de 2003–2007 se observa un incremento notable (15 publicaciones), pero el crecimiento exponencial ocurre en el período 2008–2012 (101 publicaciones). Este crecimiento se mantiene en aumento en los períodos siguientes: 190 (2013–2017), 426 (2018–2022) y 270 publicaciones en el período 2023–2027 (aún en curso). Esto refleja una consolidación y madurez del campo de investigación, en sintonía con la expansión global del cultivo y los debates socioambientales asociados.

Desde los primeros años, predominan las publicaciones con autoría múltiple. En los períodos iniciales (1983–1987, 1988–1992), las publicaciones únicas apenas alcanzan 1 trabajo. A partir de 2008–2012, aunque crece también la producción de autores únicos (13, 31, 51, 38 en los últimos períodos), el dominio de la coautoría es absoluto, con valores de hasta 375 en 2018–2022. Esto evidencia que la investigación sobre el impacto ambiental de la palma de aceite se ha convertido en un trabajo colaborativo e interdisciplinario, donde se requieren equipos de

especialistas de diferentes áreas (ecología, economía, agronomía, política pública).

En los períodos iniciales, el número total de autores era muy bajo (entre 2 y 14), lo que refleja una comunidad científica incipiente. A partir de 2003–2007, el número de autores involucrados aumenta significativamente (46 autores). El salto más fuerte ocurre desde 2008 en adelante, llegando a 393 (2008–2012), 771 (2013–2017), 1820 (2018–2022) y 1261 (2023–2027, en curso). Esto confirma la consolidación de una red internacional cada vez más amplia y diversificada de investigadores.

Tabla 6. Índice de Lotka de autores de publicaciones sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus.

Nivel productivdad	Número de publicaciones	Autores n	%
Grandes productores	10 o más	2	0.05
Medianos productores	2 a 9	444	11.38
Pequeños productores	1	3455	88.57
		3901	100

El índice de colaboración (IC): muestra una tendencia ascendente, pasando de valores bajos (2.00–3.00 en los primeros períodos) a 4.67 en 1998–2002 y en 2023–2027, lo que significa que los equipos de investigación son cada vez más grandes. El grado de colaboración (GC) se mantiene alto y estable (0.93–1.00) desde 2003, lo que evidencia que casi todas las publicaciones se realizan en coautoría. El coeficiente de colaboración (CC) aumenta de manera progresiva desde los primeros años (0.39 en 1983–1987) hasta valores estables entre 0.64 y 0.78 en los períodos recientes, confirmando la prevalencia de la investigación colaborativa en este campo. Los indicadores de colaboración (IC, GC y CC) muestran una maduración del campo científico, que pasó de esfuerzos individuales a un modelo de producción basado en redes amplias de coautoría. El aumento en la cantidad de autores y equipos internacionales refleja la complejidad creciente del problema ambiental asociado a la palma de aceite, que demanda enfoques multidisciplinarios y cooperación transnacional.

Tabla 7. Número de publicaciones sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite de acuerdo con el número de autores y período en la base de datos Scopus.

Años	NP	Publicación autor único	Publicación autor múltiple	Total de autores del total de publicaciones de autorías conjunta	Total, de autores con autoría única	Total, de autores	IC	GC	CC
1983 - 1987	3	1	2	5	1	6	2.00	0.83	0.39
1988 - 1992	1	0	1	2	0	2	2.00	1.00	0.50
1993 - 1997	3	0	3	9	0	9	3.00	1.00	0.64
1998 - 2002	3	0	3	14	0	14	4.67	1.00	0.78
2003 - 2007	15	3	12	43	3	46	3.07	0.93	0.55
2008 - 2012	101	13	88	383	10	393	3.89	0.97	0.64
2013 - 2017	190	31	159	763	8	771	4.06	0.96	0.70
2018 - 2022	426	51	375	1789	31	1820	4.27	0.97	0.68
2023 - 2027	270	38	232	1246	15	1261	4.67	0.97	0.71

NP= número de publicaciones, IC= índice de colaboración, GC= grado de colaboración, CC= coeficiente de colaboración.

La producción científica sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus se concentra principalmente en artículos elaborados por grupos de 2 a 6 autores, con un máximo de 4 autores (180 publicaciones) (Figura 6). Este mismo patrón se observa en la visibilidad de los trabajos, ya que los artículos con cuatro autores también acumulan la mayor cantidad de citas (5646). En contraste, los artículos con autor único son poco frecuentes y presentan un bajo nivel de citación, mientras que aquellos con un número elevado de coautores (>10) tienden igualmente a ser escasos y con impacto reducido. Estos resultados sugieren que la colaboración moderada entre investigadores favorece tanto la productividad como la citación en este campo, mientras que la autoría individual y las colaboraciones demasiado extensas no se traducen en una mayor visibilidad científica.

El número de citas es más bajo para publicaciones con un solo autor y publicaciones con más de siete autores. El pico de citas se encuentra en publicaciones con tres autores, lo que coincide con el pico de publicaciones. A partir de tres autores, el número de citas también disminuye a medida que aumenta el número de autores, aunque no de forma tan pronunciada como el número de publicaciones.

En la Tabla 8 presenta los diez documentos más citados sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus. Los resultados muestran dos grandes líneas de investigación predominantes: por un lado, los estudios que analizan los impactos ambientales y sociales de la expansión de la palma de aceite, tales como la conversión de turberas y la deforestación (Koh *et al.*, 2011; Obidzinski *et al.*, 2012; Wilcove y Koh, 2010; Carlson *et al.*, 2018; Meijaard *et al.*, 2020), y por otro, aquellos centrados en el tratamiento y aprovechamiento de los efluentes de los molinos de palma (POME) mediante tecnologías de control de la contaminación, energías renovables o valorización de residuos (Ahmad *et al.*, 2003; Wu *et al.*, 2009; Wu *et al.*, 2010; Lam y Lee, 2011; Kong *et al.*, 2014). Aunque los artículos más antiguos, como Ahmad *et al.* (2003), mantienen un número acumulado importante de citas, los trabajos más recientes destacan por su alto promedio de citas anuales, en especial Meijaard *et al.* (2020), 48.4 citas/año y Carlson *et al.* (2018), 36.7 citas/año, lo que refleja un creciente interés en la comunidad científica por los efectos ambientales y las estrategias de sostenibilidad vinculadas al cultivo de palma de aceite. En conjunto, este Top Ten constituye la base de referencia más influyente en el área, al orientar tanto la discusión académica como la formulación de políticas y prácticas de manejo sostenible.

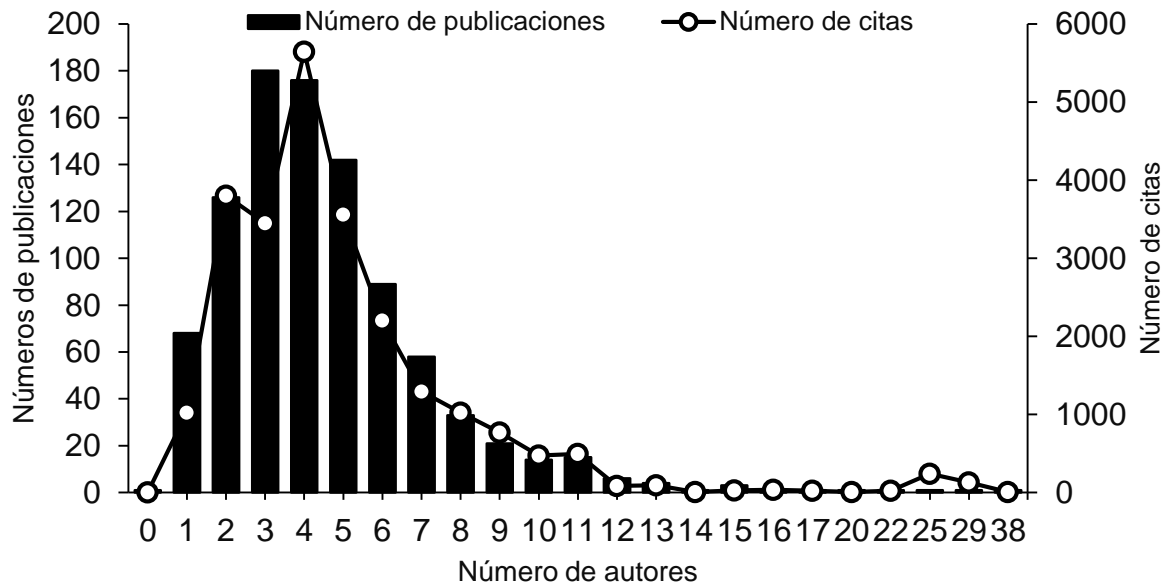


Figura 6. Número de publicaciones y número de citas por número de autor de las publicaciones sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus. ■= número de publicaciones; ○= número de citas.

Tabla 8. Los diez documentos más citados relacionados con el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus.

Autores	Título	Año	Citas	Citas por año
Koh <i>et al.</i> (2011)	Remotely sensed evidence of tropical peatland conversion to oil palm	2011	460	32.86
Obidzinski <i>et al.</i> (2012)	Environmental and social impacts of oil palm plantations and their implications for biofuel production in Indonesia	2012	406	31.23
Ahmad <i>et al.</i> (2003)	Water recycling from palm oil mill effluent (POME) using membrane technology	2003	349	15.86
Wu <i>et al.</i> (2010)	Pollution control technologies for the treatment of palm oil mill effluent (POME) through end-of-pipe processes	2010	320	21.33
Lam and Lee (2011)	Renewable and sustainable bioenergies production from palm oil mill effluent (POME): Win-win strategies toward better environmental protection	2011	299	21.36
Wilcove and Koh (2010)	Addressing the threats to biodiversity from oil-palm agriculture	2010	292	19.47
Carlson <i>et al.</i> (2018)	Effect of oil palm sustainability certification on deforestation and fire in Indonesia	2018	257	36.71
Meijaard <i>et al.</i> (2020)	The environmental impacts of palm oil in context	2020	242	48.4
Kong <i>et al.</i> (2014)	Biochar from oil palm biomass: A review of its potential and challenges	2014	230	20.91
Wu <i>et al.</i> (2009)	A holistic approach to managing palm oil mill effluent (POME): Biotechnological advances in the sustainable reuse of POME	2009	220	13.75

La red de coautorías está formada por varios clústeres. En la Figura 7 se observan al menos cinco comunidades principales, lo que indica que la

investigación sobre el impacto ambiental de la palma de aceite está organizada en redes de colaboración relativamente independientes. Los clústeres

destacados son el verde que agrupa autores como Subramaniam, Vijaya; Muhamad, Halimah; Hashim, Zulkifli; Loh, Soh Kheang, entre otros. Se trata de un grupo con conexiones densas, lo que sugiere un equipo consolidado, probablemente enfocado en aspectos tecnológicos e industriales relacionados con la palma de aceite (ej. manejo de residuos, POME).

El clúster rojo liderado por Meijaard, Erik, junto con Ancrenaz, Marc; Ghazoul, Jaboury; Lee, Janice Ser Huay, por mencionar algunos. Este grupo parece orientarse a los impactos ecológicos y sociales, en especial sobre biodiversidad, deforestación y sostenibilidad. El clúster azul incluye a Hassan, M.A.; Shirai, Y.; Maeda, Toshinari y Ramli, Rohayati, con conexiones sólidas en investigación aplicada y tecnológica. El cluster amarillo centrado en Noguchi, Ryozi; Ahamed, Tofael; Wu, Tai Yeong y Mohammad, Abdul Wahab este grupo parece vinculado a enfoques en bioenergía y valorización de biomasa. El clúster celeste el más pequeño, con Abubakar Ahmed e Ishak, Mohd Yusoff, mostrando colaboraciones puntuales.

Autores con mayor centralidad como Meijaard, Erik y Paterson, R.R.M. destacan como nodos relevantes: el primero por estar bien conectado en el clúster rojo, y el segundo por aparecer como un nodo de peso, aunque con menos conexiones externas, lo que indica alta producción individual pero menor integración en redes amplias. En el clúster verde, Subramaniam, Vijaya actúa como articulador principal.

La red de co-ocurrencia de palabras clave utilizadas por los autores en las publicaciones sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite indexadas en Scopus (Figura 8). El análisis revela que los términos centrales de la red son *palm oil* y *oil palm*, cuya alta frecuencia y centralidad reflejan su condición de ejes estructurantes del campo de estudio. Estos términos se encuentran fuertemente asociados con conceptos como: *climate change*, *deforestation*, *biodiversity* y *land use change*, lo que evidencia que la literatura científica ha priorizado el examen de los impactos ecológicos derivados de la expansión de este cultivo en ecosistemas tropicales.

Asimismo, se identifican distintos clústeres temáticos que configuran líneas de investigación complementarias. El primero, de carácter ambiental (clúster rojo), integra categorías relacionadas con la pérdida de biodiversidad y el cambio de uso de suelo, consolidándose como el núcleo problemático en torno a la palma de aceite. El segundo (clúster azul) agrupa conceptos vinculados a la evaluación integral de impactos —*life cycle assessment*, *environmental impact*, *biofuels*— y se articula con el contexto geográfico de los principales países productores

(Malaysia, Indonesia). Un tercer grupo (clúster verde) concentra términos relativos a la sostenibilidad y al aprovechamiento de biomasa, destacando *sustainability*, *biochar* y *activated carbon*, lo cual refleja un giro hacia estrategias de mitigación y valorización de subproductos. Finalmente, el cluster amarillo se focaliza en la gestión de efluentes y la generación de energías renovables, con nodos como *palm oil mill effluent* (POME), biogas, *anaerobic digestion* y *renewable energy*, que indican un campo en consolidación orientado a la economía circular.

En conjunto, la red de co-ocurrencia muestra un campo de investigación que, si bien se articula en torno a la discusión de los impactos ambientales negativos del cultivo de palma de aceite, ha comenzado a diversificarse hacia líneas orientadas a la sostenibilidad, el tratamiento de residuos y la producción de energías limpias. Esta configuración evidencia la coexistencia de enfoques críticos y aplicados, y sugiere la necesidad de un abordaje más interdisciplinario que integre las dimensiones ecológicas, tecnológicas y socioeconómicas en el análisis del impacto ambiental de este cultivo.

CONCLUSIÓN

Las investigaciones sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite tienen un crecimiento exponencial a partir del 2008, pero los estudios muestran un aumento en publicaciones desde los años 2000, sobre todo en países como Malasia e Indonesia. Las revistas en las que más se publica son *Journal of Cleaner Production*, *Journal of Oil Palm Research*, *Environmental Research Letters* y los autores con más publicaciones son Paterson, R.R.M; Hassan, M.A. y Subramaniam, Vijaya.

En las redes de colaboración el análisis muestra alianzas entre instituciones de Asia y Europa para temas de sostenibilidad principalmente. Las tendencias temáticas (a partir de palabras clave más frecuentes) muestran que de 2000–2010 el enfoque es productividad agrícola y mejoramiento genético, de 2010–2020 el auge de temas socioambientales (deforestación, biodiversidad, impactos sociales) y del 2020 en adelante crecen los debates sobre aceite de palma sostenible, certificaciones (RSPO) y cambio climático.

El análisis bibliométrico sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite permite entender cómo ha evolucionado la investigación, quiénes son los principales actores científicos, qué temas dominan y hacia dónde se dirigen los debates (productividad vs sostenibilidad, expansión agrícola vs. impactos sociales).

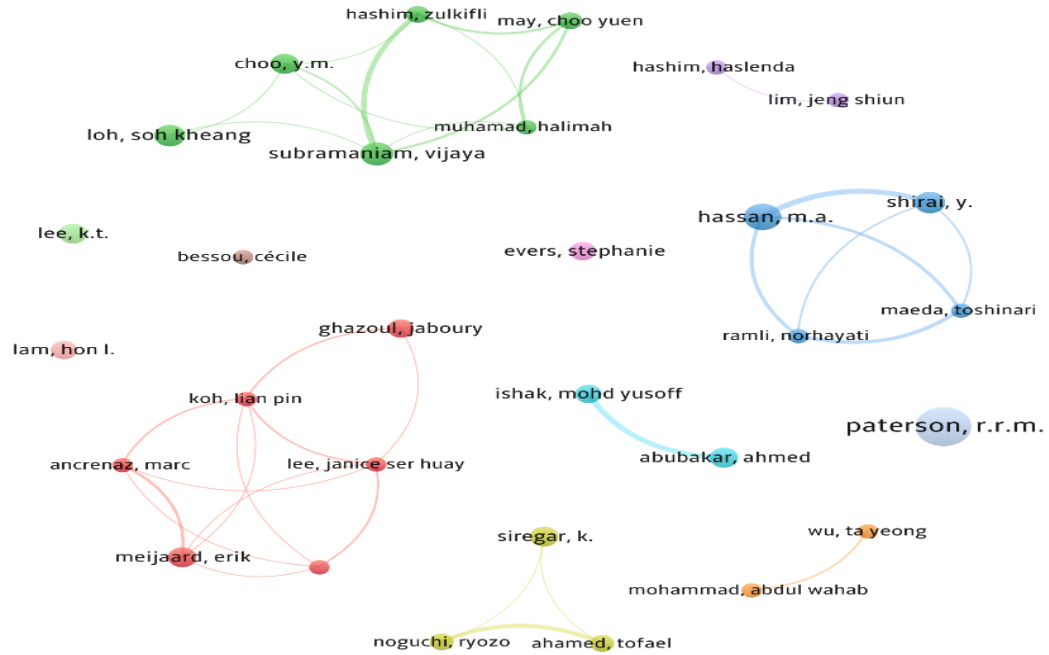


Figura 7. Clústeres red de coautoría entre autores por documento sobre el impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus.

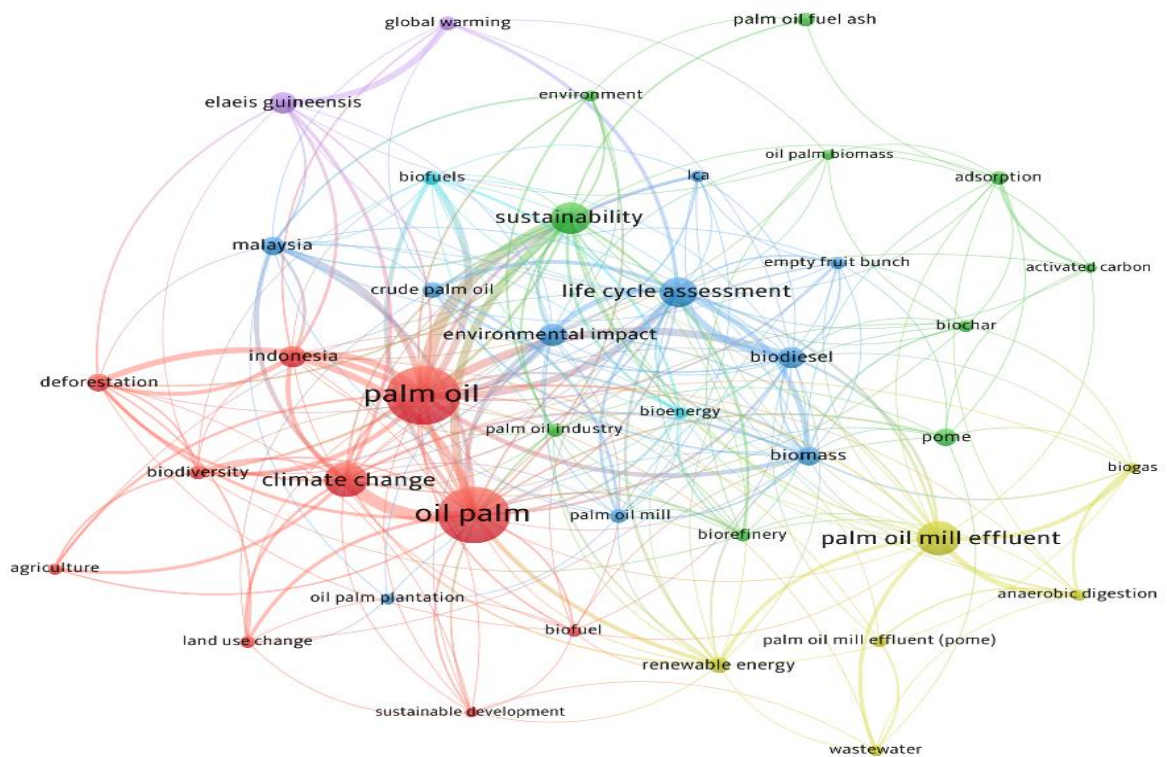


Figura 8. Red de co-ocurrencia de las palabras clave por autores en publicaciones sobre impacto ambiental del cultivo de palma de aceite en la base de datos Scopus.

Funding. The present work did not receive funding.

Conflict of interest statement. The authors declare that they have no conflict of interest with respect to this manuscript.

Compliance with ethical standards. Not applicable.

Data availability. The data can be consulted with the first author at the following email address: ismael_10_22@hotmail.com

Author Contribution Statement (CRediT). **I. Espinosa-Palomeque** – Conceptualization, data curation, formal analysis, writing–original draft. **J. Cruz-Morales** – Project administration, supervision and validation. **E. Arvizu-Barrón** – Project administration, supervision and validation. **B. Espinosa-Palomeque** – Methodology, software, writing–review and editing. All authors have read and agree with the published version of the manuscript.

REFERENCES

- Ahmad, A.L., Ismail, S. and Bhatia, S., 2003. Water recycling from palm oil mill effluent (POME) using membrane technology. *Desalination*, 157 (1-3), pp. 87–95. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(03\)00387-4](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(03)00387-4)
- Byerlee, D., Falcon, W.P. and Naylor, R., 2017. The tropical oil crop revolution: Impacts on economy, environment, and society. *Annual Review of Resource Economics*, 9, pp.135–158. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780190222987.001.0001>
- Carlson, K. M., Heilmayr, R., Gibbs, H. K., Noojipady, P., Burns, D. N., Morton, D. C. and Kremen, C., 2018. Effect of oil palm sustainability certification on deforestation and fire in Indonesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115 (1), pp. 121–126. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704728114>
- Carlson, K. M., Curran, L. M., Ratnasari, D., Pittman, A. M., Soares-Filho, B. S., Asner, G. P. and Rodrigues, H., 2013. Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan oil palm plantations. *Nature Climate Change*, 3(3), pp.283–287. <https://doi.org/10.1038/nclimate1702>
- Cramb, R. and McCarthy, J. F., 2016. *The oil palm complex: Smallholders, agribusiness and the state in Indonesia and Malaysia*. NUS Press.
- Clapp, J., 2021. *Global political economy of palm oil: Markets, regulation, and sustainability*. Routledge.
- Ellegaard, O. and Wallin, J. A., 2015. The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometrics*, 105, pp.1809–1831. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1645-z>
- FAO., 2023. Oil crops: Statistical Yearbook 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/statistics>
- FAO., 2021. The State of the World's Forests 2020. <https://www.fao.org/state-of-forests/en/>
- Harzing, A. W. and Alakangas, S., 2016. Google Scholar, Scopus and the Web of Science: a longitudinal and cross-disciplinary comparison. *Scientometrics*, 106, pp. 787–804 <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1798-9>
- Henderson, J., Osborne D. J., 2000) The oil palm in all our lives: how this came about. *Endeavour*, 24(2), pp.63-68 [https://doi.org/10.1016/S0160-9327\(00\)01293-X](https://doi.org/10.1016/S0160-9327(00)01293-X)
- Hernández-Rojas, D. A., López-Barrera, F. and Bonilla-Moheno, M., 2018. Análisis preliminar de la dinámica de uso del suelo asociada al cultivo palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en México. *Agrociencia*, 52(6), pp.875-893. <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1711/1711>
- Koh, L. P., Miettinen, J., Liew, S. C. and Ghazoul, J., 2011. Remotely sensed evidence of tropical peatland conversion to oil palm. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108 (12), pp. 5127–5132. <https://doi.org/10.1073/pnas.1018776108>
- Kong, S. H., Loh, S. K., Bachmann, R.T., Rahim, S. A. and Salimon, J., 2014. Biochar from oil palm biomass: A review of its potential and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, pp. 729–739. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.107>
- Lam, M. K. and Lee, K. T., 2011. Renewable and sustainable bioenergies production from palm oil mill effluent (POME): Win-win strategies toward better environmental protection. *Biotechnology Advances*, 29 (1), pp. 124–141. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2010.10.001>

- McCarthy, J. F., 2010. Processes of inclusion and adverse incorporation: Oil palm and agrarian change in Indonesia. *Journal of Peasant Studies*, 37(4), pp.821–850. <https://doi.org/10.1080/03066150.2010.512460>
- Meijaard, E., Brooks, T. M., Carlson, K. M., Slade, E. M., Garcia-Ulloa, J., Gaveau, D. L. and Sheil, D., 2020. The environmental impacts of palm oil in context. *Nature Plants*, 6(12), pp. 1418–1426. <https://doi.org/10.1038/s41477-020-00813-w>
- Obidzinski, K. andriani, R., Komarudin, H. and Andrianto, A., 2012. Environmental and social impacts of oil palm plantations and their implications for biofuel production in Indonesia. *Ecology and Society*, 17(1). <https://doi.org/10.5751/ES-04775-170125>
- Pye, O. and Bhattacharya, A., 2020. Oil palm futures: The political ecology of a global commodity. *Geoforum*, 111, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2020.03.012>
- Ritchie, H., 2021. *Palm Oil*. OurWorldinData. en <https://ourworldindata.org/palm-oil>
- Rival, A. and Levang, P., 2014. *La palma de la controversia: la palma aceitera y los desafíos del desarrollo*. CIFOR.
- Schoneveld, G. C., 2019. Certifying land-based production: The limits of voluntary sustainability standards for palm oil. *Global Environmental Change*, 59, 101973. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101973>
- Thomas, M., 2019. Sustainable palm oil. *Conservation.org*. <https://goo.su/pX3XPW>
- Wilcove, D. S. and Koh, L. P., 2010. Addressing the threats to biodiversity from oil-palm agriculture. *Biodiversity and Conservation*, 19 (4): 999–1007. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9760-x>
- Wu, T. Y., Mohammad, A. W., Jahim, J. M. and Anuar, N., 2009. A holistic approach to managing palm oil mill effluent (POME): Biotechnological advances in the sustainable reuse of POME. *Biotechnology Advances*, 27 (1), pp. 40–52. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.08.005>
- Wu, T. Y., Mohammad, A.W., Jahim, J.M. and Anuar, N., 2010. Pollution control technologies for the treatment of palm oil mill effluent (POME) through end-of-pipe processes. *Journal of Environmental Management*, 91 (7), pp. 1467–1490. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.02.008>