

Energía solar y sostenibilidad económica en la agricultura: una revisión sistemática sobre sus implicaciones en la mejora de procesos

Solar Energy and Economic Sustainability in Agriculture: A Systematic Review on Its Implications for Process Improvement

Jorge Luis Hilario Rivas

<https://orcid.org/0000-0003-1283-5630>

dr@jorgeluishilario.com

Universidad Nacional de Ucayali
Pucallpa-Perú.

Richard Piero Bardales Linares

<https://orcid.org/0000-0002-9686-7885>

richard_bardales@unu.edu.pe

Universidad Nacional de Ucayali
Pucallpa-Perú.

Frank Bollet Ramírez

<https://orcid.org/0000-0002-4670-8114>

frank_bollet@unu.edu.pe

Universidad Nacional de Ucayali
Pucallpa-Perú.



Recibido: 14-12-2024 Aceptado: 5-03-2025

2025. V5. N 4.

Resumen

La implementación de la energía solar en equipos tecnológicos de trituración de residuos agrícolas representa una oportunidad crucial para lograr una mejora en la sostenibilidad y rentabilidad del sector agrícola. Esta investigación se centra en analizar el impacto económico de estas tecnologías, abordando un vacío significativo en la literatura actual. A través de un artículo de revisión sistemática, donde se aplicó el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) donde se logró examinar veinte investigaciones de revistas indexadas con una antigüedad de cinco años enfocados en aspectos como costos iniciales, beneficios económicos y barreras para la adopción. Los resultados revelaron que, aunque los costos de inversión inicial son un obstáculo, los beneficios a largo plazo, como la reducción de costos y la mejora en la eficiencia energética, hacen que la energía solar sea una opción viable. Asimismo, se identificaron barreras económicas, tales como la falta de financiamiento y de apoyo del gobierno, los cuales limitan la adopción de uso de estas tecnologías. Las conclusiones sostienen la necesidad de políticas de incentivos y financiamiento adecuadas para facilitar la implementación de energía solar en la agricultura, destacando su potencial para transformar de manera significativa la producción agrícola hacia modelos más sostenibles y financieramente

viables. Este estudio invita a futuras investigaciones que profundicen en la viabilidad económica de las tecnologías solares en entornos agrícolas específicos.

Palabras clave: energía solar, impacto económico, sostenibilidad agrícola.

Abstract

The implementation of solar energy in technological equipment for shredding agricultural waste represents a crucial opportunity to achieve an improvement in the sustainability and profitability of the agricultural sector. This research focuses on analyzing the economic impact of these technologies, addressing a significant gap in the current literature. Through a systematic review article, where the PRISMA method (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) was applied, it was possible to examine twenty studies from indexed journals with an age of five years focused on aspects such as initial costs, economic benefits and barriers to adoption. The results revealed that although upfront investment costs are a hurdle, long-term benefits such as reduced costs and improved energy efficiency make solar a viable option. Likewise, economic barriers were identified, such as lack of financing and government support, which limit the adoption of the use of these technologies. The conclusions support the need for adequate incentive and financing policies to facilitate the implementation of solar energy in agriculture, highlighting its potential to significantly transform agricultural production towards more sustainable and financially viable models. This study invites future research that delves into the economic viability of solar technologies in specific agricultural environments.

Keywords: solar energy, economic impact, agricultural sustainability.

Introducción

La implementación de tecnologías de energía solar en el sector de la agricultura ha surgido como una solución innovadora para lograr enfrentar los desafíos energéticos y ambientales en dicho sector. Donde el uso de la energía solar en equipos de trituración de residuos agrícolas no solo promueve la sostenibilidad, sino también tiene el potencial de lograr mejorar la económica de las operaciones agrícolas. La creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad de lograr reducir la dependencia de combustibles fósiles han impulsado la adopción de fuentes alternas tales como el uso de la energía renovable, siendo la energía solar una de las más prometedoras (Méndez, 2024). Su accesibilidad y abundancia la convierten en una gran alternativa viable en la generación de energía en zonas rurales, donde la infraestructura eléctrica convencional es limitada (Andrade & Cando, 2024).

El impacto económico de la implementación de tecnologías solares en la agricultura ha recibido atención en investigaciones recientes; sin embargo, aún existen vacíos significativos en la literatura. La evaluación de costos, ahorros operativos y retorno de inversión son aspectos críticos que deben considerarse para facilitar el uso de estas tecnologías (Andrade & Cando, 2024). A pesar de los beneficios, como la reducción de emisiones de CO₂, resulta fundamental que los agricultores entiendan las ventajas que pueden derivan del empleo de los sistemas solares en sus procesos de producción.

Además, la aplicación de tecnologías solares en la trituración de residuos agrícolas contribuye en la valorización de estos materiales, transformándolos en recursos útiles y reduciendo los desechos generados. No obstante, la falta de investigaciones sistemáticas que analicen el impacto económico de estas tecnologías se limita en la capacidad de los agricultores para lograr tomar decisiones informadas sobre su adopción y uso. Por ello, es crucial realizar una revisión sistemática que evalúe dicho impacto económico de la implementación de tecnologías de energía solar en equipos de trituración de residuos agrícolas, proporcionando un marco de referencia que permita comprender mejor los costos y beneficios asociados.

En los últimos años, varias investigaciones han abordado el uso e impacto económico de la implementación de tecnologías de energía solar en el sector agrícola, específicamente en la trituración de residuos agrícolas. Estas investigaciones no solo contribuyen al conocimiento, sino que también logran ofrecer un marco para mejorar los beneficios económicos asociados con el uso de estas tecnologías. Por ejemplo, Orozco (2023) evaluó la viabilidad financiera, socioeconómica y ambiental de un gasificador de 300 kW para generar electricidad a partir de residuos agrícolas en Nicaragua. Su estudio ofrece un análisis detallado de costos de producción y beneficios económicos, proporcionando información clave sobre la integración de tecnologías solares en la gestión de residuos agrícolas.

Asimismo, Pesantez et al. (2021) investigaron la integración de sistemas solares fotovoltaicos en el sector camaronero de Ecuador, destacando su viabilidad técnica y el retorno económico derivado de su implementación. Sus hallazgos sugieren que el uso de energía solar puede generar ahorros significativos en costos operativos, fortaleciendo su viabilidad económica. Este estudio resulta crucial para comprender cómo las tecnologías solares pueden aplicarse en diferentes contextos agrícolas y sus implicaciones económicas.

Por otro lado, Romero-Aucancela et al. (2024) evaluaron proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica en comunidades rurales de Ecuador. Su estudio enfatiza la importancia de considerar no solo los costos iniciales de implementación, sino también los beneficios a largo plazo en términos de productividad agrícola y rentabilidad. Este trabajo es particularmente relevante, ya que proporciona un marco para evaluar el impacto económico de las tecnologías solares en la agricultura.

A pesar de estos avances, persisten vacíos significativos en la literatura sobre la evaluación del impacto económico de estas tecnologías en la trituration de residuos agrícolas. Uno de los principales vacíos es la escasez de estudios que analicen de manera sistemática los costos y beneficios económicos asociados con la adopción de tecnologías solares en este contexto. Oliveira y Filho (2021) destacan que, aunque la energía solar fotovoltaica ha crecido en Brasil, su representatividad en el sistema energético sigue siendo baja, lo que sugiere la necesidad de una investigación más profunda sobre su viabilidad económica en sectores específicos como la agricultura.

Otro vacío importante es la falta de análisis que integren tanto los aspectos económicos como los ambientales de la implementación de tecnologías solares. Gómez-Naranjo et al. (2022) destacan que, aunque existen revisiones sistemáticas sobre sistemas de calentamiento solar, pocos estudios abordan la intersección entre el impacto económico y ambiental de estas tecnologías en la agricultura. Evaluar la sostenibilidad económica de estas tecnologías en conjunto con sus beneficios ambientales es crucial para justificar su adopción.

Finalmente, la literatura carece de estudios que examinen las barreras económicas y técnicas que enfrentan los agricultores al implementar tecnologías solares. Sin embargo, el artículo de Jiménez et al. (2024) no aborda directamente estas barreras en la adopción de energía solar en el sector agrícola, sino que se centra en un sistema seguidor electrónico solar. Por lo tanto, se requiere una fuente más pertinente que analice de manera específica las barreras económicas y técnicas en la agricultura. Este vacío justifica la necesidad de un análisis exhaustivo que no solo evalúe el impacto económico, sino que también identifique y proponga soluciones a estos desafíos.

El objetivo de este artículo es analizar el impacto económico de la implementación de tecnologías de energía solar en equipos de trituration de residuos agrícolas. Para ello, se busca llenar los vacíos temáticos identificados mediante una revisión sistemática de la literatura existente que evalúe los costos, beneficios y barreras económicas asociadas con la adopción de tecnologías solares en este sector. Al abordar estos aspectos, se espera contribuir al conocimiento actual y facilitar la toma de decisiones informadas por parte de los agricultores y responsables de políticas, promoviendo así una mayor integración de la energía solar en la agricultura.

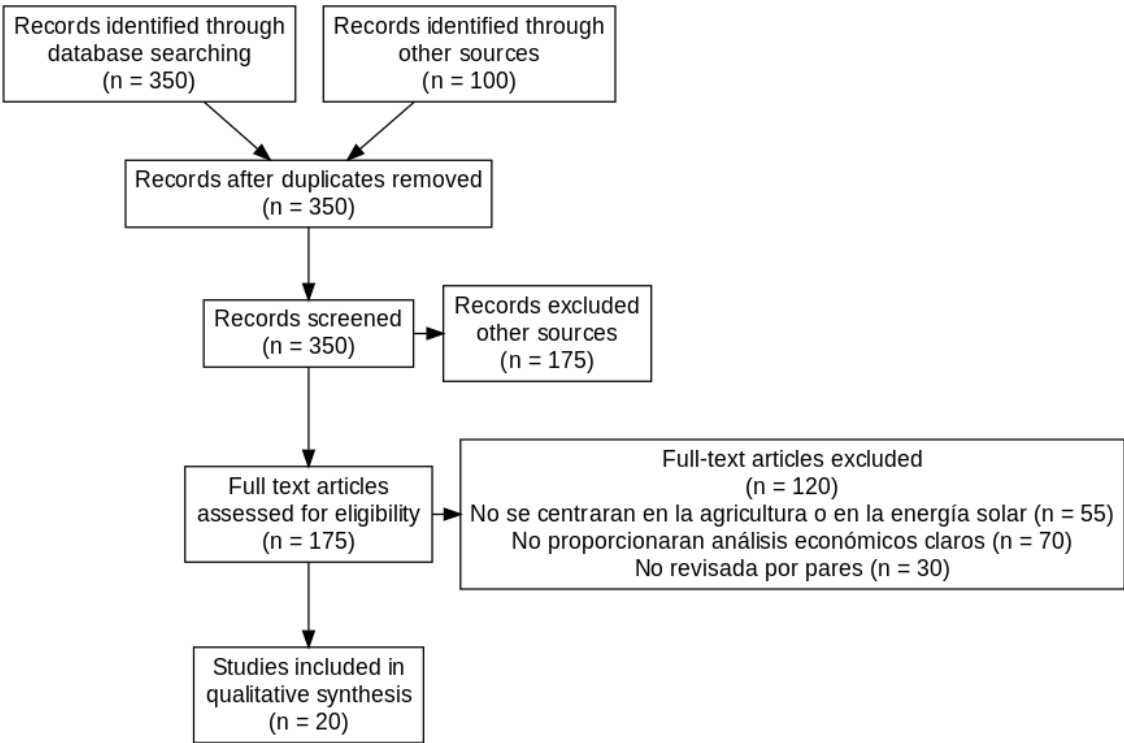
Metodología

Para este estudio, se aplicó el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), garantizando un proceso riguroso y transparente en la recopilación y análisis de la literatura existente. Se siguieron las cuatro fases del método PRISMA: identificación, selección, elegibilidad e inclusión, con el fin de sintetizar los estudios más relevantes sobre el impacto económico de las tecnologías solares en la trituration de residuos agrícolas. En la etapa inicial, se formularon las siguientes preguntas de investigación para guiar la revisión sistemática: ¿Cuáles son los costos iniciales asociados con la implementación de tecnologías de energía solar en equipos de trituration de residuos agrícolas? ¿Qué beneficios económicos se derivan de la adopción de tecnologías solares en la trituration de residuos agrícolas? ¿Cómo se compara el retorno de inversión de las tecnologías solares con otras fuentes de energía en el sector agrícola? ¿Cuáles son las barreras económicas que enfrentan los agricultores al implementar tecnologías de energía solar en sus procesos?

Las estrategias de búsqueda se centraron en identificar estudios de bases de datos tales como Scopus, WOS, Scielo y Latindex. Se utilizaron palabras clave como: "solar energy," "agricultural waste shredding," "economic impact," "operational costs," and "return on investment (ROI)". Los criterios de inclusión para los estudios seleccionados fueron: (1) artículos revisados por pares que abordaran el impacto económico de tecnologías solares en la agricultura; (2) estudios que presentaran datos cuantitativos sobre costos y beneficios; y (3) publicaciones en inglés o español. Por otro lado, se excluyeron: (1) estudios que no se centraran en la agricultura o en la energía solar; (2) artículos que no proporcionaran análisis económicos claros; y (3) literatura

no revisada por pares, como informes técnicos o documentos de conferencias que no cumplieran con los estándares académicos.

Figura 1
Identificación de estudios mediante el método PRISMA



Resultados

A continuación, se presenta un examen minucioso de los autores que plantean propuestas orientadas a responder cada una de las cuestiones investigativas formuladas.

Tabla 1
Costos iniciales de tecnologías solares en la agricultura

¿Cuáles son los costos iniciales asociados con la implementación de tecnologías de energía solar en equipos de trituración de residuos agrícolas?	
Autor	Inca et al. (2023)
Revista	Ciencia Latina
País	Ecuador
Conclusión	Este estudio proporciona un panorama general sobre la energía solar en Ecuador, incluyendo su potencial de generación, reducción de costos y apoyo gubernamental.
Autor	Mendez (2023)
Revista	Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar
País	México
Conclusión	El presente estudio examina la aplicación de energía solar en el sector de la agricultura, centrándose en su impacto en la producción rural.
Autor	Blanco (2023)
Revista	Nexo
País	Nicaragua

Hilario, J., Bardales, R. y Bollet, F. (2025). Energía solar y sostenibilidad económica en la agricultura: una revisión sistemática sobre sus implicaciones en la mejora de procesos. *Revista InveCom*, 5(4). 1-10. <https://zenodo.org/records/15009195>

Conclusión	Este estudio se centra en la gasificación de residuos agrícolas para la generación de energía eléctrica, analizando los costos y beneficios económicos del proyecto.
Autor	Hernández et al. (2019)
Revista	Ciencia Digital
País	México
Conclusión	Este estudio evalúa la viabilidad financiera de la implementación de paneles solares en el sector agrícola, identificando los desafíos económicos asociados a la inversión inicial.
Autor	Antamba et al. (2019)
Revista	Ciencia Digital
País	Ecuador
Conclusión	Este estudio describe la implementación de un sistema fotovoltaico a pequeña escala, incluyendo detalles técnicos y económicos sobre su instalación y funcionamiento.
En conclusión, los costos iniciales de la tecnología fotovoltaica representan un desafío para su adopción en equipos de trituración de residuos agrícolas, requiriendo incentivos financieros y políticas de apoyo. La reducción progresiva de costos y la rentabilidad a largo plazo podrían favorecer su integración, siempre que existan mecanismos de financiamiento adecuados y estudios específicos que evalúen su eficiencia operativa y costos de instalación en este sector.	

Tabla 2
Beneficios económicos de tecnologías solares en agricultura

¿Qué beneficios económicos se derivan de la adopción de tecnologías solares en la trituración de residuos agrícolas?	
Autor	Romero-Aucancela et al. (2024)
Revista	Revista Religación
País	Ecuador
Conclusión	Se evidencia que la incorporación de energía solar fotovoltaica en proyectos de inversión proporciona beneficios económicos sustanciales en comunidades rurales, principalmente a través de la reducción de costos operativos y la menor dependencia de fuentes de energía tradicionales.
Autor	Ruiz et al. (2024)
Revista	Revista G-ner@ndo
País	Ecuador
Conclusión	En el contexto de la trituración de residuos agrícolas, el uso de estos sistemas permitiría mejorar la productividad energética y maximizar el rendimiento de las máquinas trituradoras que operan con electricidad generada a partir de energía solar.
Autor	Pérez y Leco (2022)
Revista	Estudios Geográficos
País	España
Conclusión	En el caso de la trituración de residuos agrícolas, la implementación de tecnologías solares permitiría no solo reducir los costos energéticos en las explotaciones agrícolas, sino también generar oportunidades económicas en la gestión de residuos mediante la producción de biocombustibles o compostaje.
Autor	Albán y Oña (2024)
Revista	Revista G-ner@ndo
País	Ecuador
Conclusión	Esta sinergia tecnológica posibilitaría la implementación de modelos de producción más rentables, donde el control automatizado de los

Hilario, J., Bardales, R. y Bollet, F. (2025). Energía solar y sostenibilidad económica en la agricultura: una revisión sistemática sobre sus implicaciones en la mejora de procesos. *Revista InveCom*, 5(4). 1-10. <https://zenodo.org/records/15009195>

Autor	sistemas de trituración garantizaría una mejor administración de la energía utilizada, reduciendo costos y aumentando la competitividad del sector agrícola.
Revista	Zambrano et al. (2024)
País	Revista Religación Ecuador
Conclusión	La implementación de un sistema de costeo adecuado permitiría cuantificar el ahorro en energía y la reducción de gastos operativos a largo plazo, demostrando que el uso de fuentes renovables en procesos agroindustriales puede mejorar la rentabilidad y sostenibilidad financiera de los productores.
La adopción de tecnologías solares en la trituración de residuos agrícolas representa una estrategia económicamente viable y sostenible para el sector agroindustrial. Donde no solo representa una alternativa eficiente para reducir costos energéticos, sino que también impulsa el desarrollo de modelos agrícolas más sostenibles, fomentando la generación de empleo y la optimización de recursos en la agroindustria.	

Tabla 3

Comparación del retorno de inversión de tecnologías solares

¿Cómo se compara el retorno de inversión de las tecnologías solares con otras fuentes de energía en el sector agrícola?	
Autor	Muñoz et al. (2022)
Revista	RIDTEC
País	Ecuador
Conclusión	Se concluye que los usuarios con alto consumo energético presentan una mayor rentabilidad en la inversión fotovoltaica debido a incentivos y ahorros en la factura eléctrica.
Autor	García et al. (2022)
Revista	Revista Técnica "Energía"
País	España
Conclusión	Se analiza la viabilidad del autoconsumo energético mediante placas solares en el abastecimiento de agua, una aplicación directamente vinculada al sector agrícola. El estudio demuestra que la energía solar puede ser financieramente viable cuando el consumo energético es moderado, ya que los ahorros anuales compensan la inversión inicial.
Autor	Vega-Garita et al. (2023)
Revista	Ingeniería
País	Costa Rica
Conclusión	Los hallazgos revelan que los sistemas sin baterías ofrecen un retorno de inversión más favorable en comparación con aquellos que incorporan almacenamiento de energía, debido al elevado costo inicial de estos dispositivos.
Autor	Ibarra (2022)
Revista	Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies
País	Ecuador
Conclusión	Los resultados indican que la energía solar, combinada con otras fuentes renovables, puede ofrecer una solución económicamente viable y sostenible en áreas agrícolas aisladas.
Autor	Marín-Jiménez y González-Cruz (2020)
Revista	Revista de I+D Tecnológico
País	Panamá
Conclusión	Se concluye que, a pesar de los elevados costos iniciales, la energía solar se convierte en una inversión rentable a largo plazo debido a sus bajos costos de operación y mantenimiento.

La rentabilidad de la energía solar en el sector agrícola está influenciada por factores como el consumo energético, la inversión inicial y los incentivos gubernamentales. Donde la energía solar es viable en el sector agrícola si se optimiza su diseño, se integra con otras fuentes y se aprovechan incentivos, asegurando rentabilidad y sostenibilidad.

Tabla 4

Barreras económicas en la adopción de energía solar

¿Cuáles son las barreras económicas que enfrentan los agricultores al implementar tecnologías de energía solar en sus procesos?	
Autor	Abdullahi et al. (2022)
Revista	Smart and Sustainable Built Environment
País	Nigeria
Conclusión	Los resultados revelan que la falta de incentivos financieros, el acceso limitado a crédito y los altos costos iniciales dificultan la adopción de energía solar en distintos sectores. Además, se identifican deficiencias en la infraestructura y en la capacitación técnica, lo que representa un desafío adicional para su implementación a gran escala
Autor	Marzouk et al. (2024)
Revista	Technology in Society
País	Egipto
Conclusión	La investigación explora la aceptación social de la energía solar y la agricultura urbana en Egipto, evidenciando que los costos de instalación y la ausencia de incentivos gubernamentales representan barreras significativas.
Autor	Pesantez et al. (2021)
Revista	Revista Politécnica
País	Ecuador
Conclusión	Este estudio examina la viabilidad de la energía solar en el sector camaronero de Ecuador, concluyendo que, si bien la tecnología fotovoltaica reduce costos operativos a largo plazo, su adopción está restringida por los altos costos iniciales de inversión.
Autor	Assis et al. (2024)
Revista	Research, Society and Development
País	Brasil
Conclusión	La investigación analiza la adopción de tecnologías emergentes en la agricultura inteligente y señala que, a pesar de sus beneficios, la falta de financiamiento y el acceso desigual a tecnologías avanzadas dificultan su implementación.
Autor	Méndez-Castillo et al. (2022)
Revista	Revista Visión Internacional
País	Colombia
Conclusión	Este estudio examina el impacto de las energías renovables en el comercio internacional, destacando que las economías en desarrollo enfrentan dificultades para acceder a inversiones en energías limpias debido a restricciones económicas y a la falta de incentivos gubernamentales.
La adopción de tecnologías solares en la agricultura enfrenta obstáculos económicos significativos que limitan su expansión. La alta inversión inicial, la falta de esquemas financieros accesibles y la ausencia de incentivos adecuados dificultan la viabilidad de estos proyectos. Además, la falta de información y los desafíos tecnológicos generan resistencia a su implementación..	

Discusión

La adopción de tecnologías de energía solar en equipos de trituración de residuos agrícolas tiene el potencial de transformar el panorama energético y económico del sector agrícola. A lo largo de este trabajo, se ha evidenciado que los costos iniciales constituyen una de las barreras más significativas para su implementación, como lo documentan las investigaciones revisadas. El estudio de Hernández et al. (2019) destaca que los elevados costos de instalación de paneles solares representan una limitación crítica que los agricultores deben superar para adoptar esta tecnología de manera efectiva. De manera similar, Inca et al. (2023) sugieren que, aunque el apoyo gubernamental y la disminución de costos son factores alentadores, la inversión inicial sigue siendo un desafío que afecta la viabilidad a corto plazo de la energía solar en procesos como la trituración de residuos agrícolas.

A pesar de estos desafíos, los resultados sugieren que la inversión en sistemas solares puede generar una reducción significativa en los costos operativos a largo plazo. En este sentido, el estudio de Romero-Aucancela et al. (2024) respalda la idea de que la adopción de energía solar no solo contribuye a reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales, sino que también optimiza la rentabilidad de los procesos agrícolas mediante la disminución de los gastos energéticos. Del mismo modo, Ruiz et al. (2024) determinan que la incorporación de sistemas de seguimiento solar optimiza la absorción de energía, lo que se traduce en una mejora tanto en la productividad como en la eficiencia. Como resultado, esto genera ventajas económicas concretas al incrementar la rentabilidad de las operaciones.

La comparación con otros estudios refuerza la idea de que, aunque la transición hacia energías renovables presenta retos significativos, también ofrece oportunidades económicas. Por ejemplo, el análisis realizado por Ibarra (2022) sobre minirredes híbridas destaca cómo la combinación de fuentes renovables, incluida la energía solar, puede proporcionar soluciones sostenibles en áreas rurales con acceso limitado a la red eléctrica, lo que sugiere un camino viable hacia la independencia energética para los agricultores. No obstante, las limitaciones en la financiación y el acceso a créditos para la instalación de sistemas solares siguen siendo obstáculos importantes para su implementación. En esta línea, el estudio de Abdullahi et al. (2022) señala que la falta de incentivos financieros es un impedimento clave para la adopción de tecnologías renovables.

A pesar de los avances en la discusión sobre el retorno de inversión y la reducción de costos, este estudio presenta algunas limitaciones. En primer lugar, la mayoría de los estudios revisados no ofrecen un análisis específico sobre los equipos de trituración de residuos agrícolas, lo que podría restringir la aplicabilidad de sus hallazgos. La ausencia de un enfoque común en la evaluación de costos y beneficios en contextos agrícolas específicos puede llevar a una subestimación o sobrestimación de los verdaderos costos y beneficios de la energía solar en este ámbito.

Para futuras investigaciones, es fundamental desarrollar estudios que aborden específicamente la viabilidad económica de la energía solar en la trituración de residuos agrícolas. Estas investigaciones deberían considerar variables de contexto regional, así como el impacto de políticas de financiamiento y apoyo gubernamental. Además, un enfoque basado en estudios de caso que analicen la integración de tecnología solar con prácticas agrícolas eficientes podría proporcionar datos valiosos sobre el retorno de inversión en escenarios reales. Asimismo, es necesario ampliar el acceso a información y formación sobre tecnologías renovables, con el fin de reducir las barreras que aún enfrentan muchos agricultores en su transición hacia la sostenibilidad energética.

Conclusiones

Los hallazgos de esta investigación revelan que, si bien la adopción de tecnologías solares en la trituración de residuos agrícolas ofrece numerosos beneficios económicos, también enfrenta significativas barreras financieras que limitan su implementación. Entre los costos iniciales más relevantes se encuentra la inversión necesaria para la instalación de sistemas fotovoltaicos, la cual puede desincentivar a los agricultores debido a la falta de mecanismos de financiamiento accesibles. No obstante, los beneficios económicos derivados del uso de energía solar, tales como la reducción de costos operativos y la disminución de la dependencia de fuentes de energía convencionales, subrayan su importancia en la transición hacia un modelo agroindustrial sostenible. Los estudios revisados sugieren que, aunque los costos iniciales constituyen un desafío, la eficiencia a largo plazo de estas tecnologías puede proporcionar una ruta viable hacia el ahorro y la sostenibilidad.

Se ha identificado que, si bien los costos iniciales de instalación representan una barrera considerable, los beneficios económicos que ofrecen las tecnologías solares —como la reducción de costos de energía y la mejora en la eficiencia operativa— justifican la necesidad de investigaciones adicionales y el diseño de políticas adecuadas que fomenten su adopción. Este análisis destaca la importancia de desarrollar estrategias de

financiamiento y apoyo gubernamental que permitan a los agricultores superar las barreras económicas asociadas con la implementación de estas tecnologías.

Las implicaciones de esta investigación son significativas para el desarrollo futuro del sector agrícola, ya que sugieren que la integración de tecnologías solares no solo puede mejorar la sostenibilidad económica de los agricultores, sino que también puede contribuir a una agricultura más responsable desde el punto de vista ambiental. No obstante, persisten limitaciones en la investigación actual, en particular la escasez de estudios específicos sobre la trituración de residuos agrícolas mediante energía solar. Por lo tanto, es recomendable que futuras investigaciones se enfoquen en estudios de caso concretos que evalúen en profundidad la viabilidad económica de diferentes tecnologías solares en el contexto agrícola. Además, la puesta en marcha de programas de formación y la disponibilidad de recursos financieros son aspectos clave para impulsar la adopción extendida de estas tecnologías dentro del sector.

Referencias

- Abdullahi, D., Renukappa, S., Suresh, S., & Oloke, D. (2022). Barriers for implementing solar energy initiatives in Nigeria: An empirical study. *Smart and Sustainable Built Environment*, 11(3), 647-660. <https://doi.org/10.1108/SASBE-06-2020-0094>
- Andrade, E., & Cando, C. (2024). Impacto de la industria 4.0 y su relación con la energía fotovoltaica en Ecuador. *Revista científica multidisciplinar G-Nerando*, 5(1). <https://doi.org/10.60100/rcmq.v5i1.190>
- Antamba Guasgua, J., Guanuche Larco, D., & Cajas, J. E. (2019). Análisis de la implementación de un sistema de generación fotovoltaica de 2kw/día para el suministro de energía eléctrica sustentable en la parroquia de Conocoto, Quito. *Ciencia digital*, 3(4), 22-33. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i4.911>
- Assis, K. C. de C., Piantoni, J., & Azevedo, R. F. (2024). Technologies in smart agriculture: Efficiency and sustainability. *Research, Society and Development*, 13(4), e7013445072. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i4.45072>
- Blanco Orozco, N. V. (2023). Financial, socioeconomic and environmental ex-ante evaluation of a 300 kW gasifier that generates electricity using agricultural waste in León, Nicaragua. *Nexo Revista Científica*, 36(02), 01–11. <https://doi.org/10.5377/nexo.v36i02.15992>
- García, M., Montano, B., & Melgarejo, J. (2022). La viabilidad del autoconsumo energético por medio de placas solares en los servicios del agua en España. *Revista técnica energía*, 19(1), 132-149. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v19.n1.2022.533>
- Gómez-Naranjo, E., Bermeo-García, M., Allaica, J., & Reyes-Soriano, F. (2022). Sistemas de calentamiento y la energía solar: Una revisión sistemática. 593 *Digital Publisher Ceit*, 7(4-2), 507-520. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.4-2.1349>
- Hernández Salas, J. E., Márquez Fierro, W., Pérez, J. A., & Macías López, M. G. (2019). Factibilidad financiera de infraestructura solar para pequeños y medianos agricultores y productores de nuez en Delicias, Chihuahua. *CIBA Revista Iberoamericana de las ciencias biológicas y agropecuarias*, 8(16), 131 - 151. <https://doi.org/10.23913/ciba.v8i16.94>
- Ibarra Caicedo, M. R. (2022). Minirredes híbridas renovables descentralizadas para electrificación sostenible de las zonas costeras sin red. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(6). <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i6.478>
- Inca Yajamín, G. S., Cabrera Carrión, D. F., Villalta Gualán, D. F., Bautista Zurita, R. C., & Cabrera Carrión, H. D. (2023). Evaluación de la actualidad de los sistemas fotovoltaicos en Ecuador: Avances, desafíos y perspectivas. *Ciencia Latina Revista científica multidisciplinar*, 7(3), 9493-9509. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6835
- Jiménez, J., Reyes, L., & Estrella, A. (2024). Estudio de un sistema seguidor electrónico solar de dos ejes para incrementar el tiempo de operación fotovoltaico en laboratorios de la carrera de tecnología superior en electricidad. *Revista científica multidisciplinar G-Nerando*, 5(1). <https://doi.org/10.60100/rcmq.v5i1.331>
- Marín-Jiménez, J., & González-Cruz, P. (2020). Lecciones aprendidas del diseño de parques solares fotovoltaicos: Un enfoque de las características técnicas. *I+D Tecnológico*, 16(1), 54-60. <https://doi.org/10.33412/idt.v16.1.2440>
- Marzouk, M. A., Salheen, M. A., & Fischer, L. K. (2024). Towards sustainable urbanization in new cities: Social acceptance and preferences of agricultural and solar energy systems. *Technology in Society*, 77, 102561. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102561>

- Méndez Durán, J. H. (2024). Energía solar en la agricultura: Un estudio de caso de la parroquia de Majúa, Ecuador. *Ciencia Latina Revista científica multidisciplinar*, 7(1), 14427-14440. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.10916
- Méndez-Castillo, C. S., Correa-Rivera, M. A., & Peñaloza-González, Y. D. (2022). Energías renovables como modelo sostenible en el comercio internacional. *Revista visión internacional*, 7(1), 23-40. <https://doi.org/10.22463/27111121.3334>
- Muñoz, J., Cárdenas, M., & Heredia, J. (2022). Segmentación de clientes residenciales con fines de autoabastecimiento fotovoltaico mediante índices de rentabilidad en Ecuador. *I+D Tecnológico*, 18(2), 32-43. <https://doi.org/10.33412/idt.v18.2.3646>
- Oliveira, E., & Filho, J. (2021). Perspectivas da geração e aplicação da energia solar fotovoltaica no Brasil: Uma revisão da literatura (2015-2019). *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 12(5), 435-450. <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2021.005.0035>
- Orozco, N. (2023). Evaluación ex-ante financiera, socioeconómica y ambiental de un gasificador de 300 kW para generar electricidad con residuos agrícolas en León, Nicaragua. *Nexo Revista Científica*, 36(02), 01-11. <https://doi.org/10.5377/nexo.v36i02.15992>
- Pérez Díaz, A., & Leco Berrocal, F. (2022). Energías renovables y desarrollo local en Extremadura. *Estudios Geográficos*, 83(292), e102. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.2022110.110>
- Pesantez, J., Ríos, A., & Javier, G. (2021). Integración de sistemas solares fotovoltaicos en el sector camaronero intensivo y extensivo del Ecuador: Caso de estudio en la provincia de El Oro. *Revista politécnica*, 47(2), 7-16. <https://doi.org/10.33333/rp.vol47n2.01>
- Romero-Aucancela, H. A., Tapia-Tapia, M. E., & Solís-Muñoz, J. B. (2024). Evaluación de proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica en Tiwintza, Morona Santiago-Ecuador. *Revista religación*, 9(41). <https://doi.org/10.46652/rgn.v9i41.1245>
- Ruiz, J., Latacunga, L., & Estrella, F. (2024). Estudio de un sistema seguidor electrónico solar de dos ejes para incrementar el tiempo de operación fotovoltaico en laboratorios de la carrera de tecnología superior en electricidad. *Revista G-Ner@ndo*, 5(1), 361-383.
- Vega-Garita, V., Blanco-Alfaro, M. I., & Pérez, A. (2023). Análisis técnico-económico de sistemas fotovoltaicos con almacenamiento de energía para clientes con tarifa residencial en Costa Rica. *Ingeniería*, 33(2), 17-41. <https://doi.org/10.15517/ri.v33i2.51818>
- Zambrano Morales, B. E., Chusin Latacunga, M. E., Medina Armas, A. T., & Reyes Armas, R. A. (2024). Análisis de los sistemas de costos aplicados a las empresas agrícolas: Un estudio de revisión sistemática. *Revista religación*, 9(40), e2401215. <https://doi.org/10.46652/rgn.v9i40.1215>