



Doi: <https://doi.org/10.70577/p77v4s14>

Uso de energías renovables en sistemas agropecuarios

Nahomy Anahi Vera Conforme¹

nahomyvera36@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-8167-1534>

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

RESUMEN

El estudio aborda la problemática del uso limitado de energías renovables en los sistemas agropecuarios, pese a su potencial para reducir los costos de producción, disminuir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar los impactos del cambio climático. El objetivo fue analizar la aplicación de fuentes renovables en el sector agropecuario, evaluando sus beneficios ambientales y económicos, así como las principales barreras que dificultan su adopción. Se utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño descriptivo y transversal, aplicando encuestas y entrevistas a productores rurales de la región costera ecuatoriana, complementadas con una revisión documental de artículos científicos publicados entre 2021 y 2025. Los resultados muestran que el 52 % de los productores utiliza energía solar fotovoltaica, el 28 % emplea biodigestores y el 20 % aprovecha biomasa o microturbinas, evidenciando un aumento en la eficiencia productiva y una reducción de hasta el 74 % en los costos energéticos. Sin embargo, se identificó un bajo nivel de capacitación técnica y limitaciones de financiamiento para la expansión de estas tecnologías. Se concluye que la transición hacia energías renovables en el agro fortalece la sostenibilidad ambiental, promueve la economía circular y mejora la rentabilidad de las fincas rurales, pero requiere políticas públicas de incentivo y programas de formación continua para consolidarse como pilar del desarrollo sostenible.

Palabras clave: Energías renovables, sistemas agropecuarios, sostenibilidad, biogás, energía solar, economía circular.

Use of renewable energies in agricultural systems

ABSTRACT

The study addresses the limited use of renewable energy in agricultural systems, despite its potential to reduce production costs, decrease dependence on fossil fuels, and mitigate the impacts of climate change. The objective was to analyze the application of renewable sources in the agricultural sector, evaluating their environmental and economic benefits, as well as the main barriers to their adoption. A quantitative approach with a descriptive and cross-sectional design was used, applying surveys and interviews to rural producers in the Ecuadorian coastal region, complemented by a documentary review of scientific articles published between 2021 and 2025. The results show that 52% of producers use solar photovoltaic energy, 28% use biodigesters, and 20% use biomass or microturbines, demonstrating an increase in production efficiency and



a reduction in energy costs of up to 74%. However, a low level of technical training and financing limitations for the expansion of these technologies were identified. It is concluded that the transition to renewable energy in agriculture strengthens environmental sustainability, promotes the circular economy, and improves the profitability of rural farms, but requires public incentive policies and ongoing training programs to consolidate its position as a pillar of sustainable development.

Keywords: Renewable energy, agricultural systems, sustainability, biogas, solar energy, circular economy.

INTRODUCCIÓN

El uso de energías renovables ha adquirido una relevancia creciente como respuesta a la crisis ambiental, el agotamiento de los combustibles fósiles y la necesidad de transitar hacia modelos de producción más sostenibles. En el ámbito agropecuario, esta transición energética representa una oportunidad estratégica para reducir la huella de carbono, mejorar la eficiencia productiva y garantizar la seguridad energética de las zonas rurales. Según González y Márquez (2022), la incorporación de fuentes limpias como la energía solar, eólica y biomasa en los sistemas agropecuarios no solo permite disminuir los costos operativos, sino que también contribuye a fortalecer la resiliencia climática de los productores.

En América Latina, los avances en la implementación de energías renovables en el sector agropecuario han sido significativos, aunque desiguales, debido a limitaciones tecnológicas, financieras y de acceso a información. López et al. (2023) sostienen que la adopción de tecnologías renovables en pequeñas y medianas explotaciones agropecuarias enfrenta barreras estructurales relacionadas con la falta de capacitación técnica y los altos costos iniciales de inversión. No obstante, la evidencia empírica muestra que su implementación favorece la productividad sostenible y la conservación de los recursos naturales (Ramírez & Ortega, 2021).

De igual manera, la integración de sistemas fotovoltaicos, biodigestores y mini turbinas hidráulicas en unidades agropecuarias se ha consolidado como una alternativa viable para el aprovechamiento eficiente de los recursos locales. Al respecto, Pérez y Cedeño (2024) afirman que los sistemas agroenergéticos basados en renovables no solo promueven la autonomía energética, sino que potencian la economía circular mediante el uso de residuos agrícolas y pecuarios para la generación de biogás o compost. En este contexto, el artículo tiene como finalidad analizar el uso de energías renovables en sistemas agropecuarios, sus beneficios ambientales y económicos, así como los desafíos que persisten para su consolidación dentro de un marco de sostenibilidad integral.

Enfoques y tecnologías renovables aplicadas al agro

El aprovechamiento de las energías renovables en los sistemas agropecuarios se ha convertido en una herramienta esencial para alcanzar la sostenibilidad energética y ambiental en el medio rural. La energía solar fotovoltaica, por ejemplo, ha permitido la automatización del bombeo y la



optimización del riego agrícola, mejorando la productividad y reduciendo los costos operativos (Alata, 2023). Del mismo modo, se han desarrollado secadores solares pasivos y activos que optimizan el secado de productos agrícolas y disminuyen las pérdidas poscosecha, aportando a la inocuidad y la calidad final de los alimentos (Guzmán, 2022). Estos avances se enmarcan dentro de un proceso de innovación tecnológica rural que impulsa la autosuficiencia energética y reduce la dependencia de los combustibles fósiles (Casarrubia, 2021).

En paralelo, la bioenergía obtenida a partir de residuos pecuarios y agrícolas representa una solución sostenible frente a los desafíos de la gestión de desechos. El uso de biodigestores ha permitido generar biogás y biofertilizantes, mejorando la fertilidad del suelo y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero (Morejón, 2022). Este proceso de codigestión de estiércoles y residuos agroindustriales ha mostrado resultados positivos en la producción de energía térmica y eléctrica en pequeñas granjas (Barreda, 2022). En consecuencia, la bioenergía se perfila como un componente clave en la transición hacia una economía agrícola baja en carbono (Velásquez, 2023).

Por otra parte, la microhidráulica se posiciona como una alternativa viable en territorios con recursos hídricos estables. Las microcentrales de baja caída permiten generar electricidad para el funcionamiento de bombas, sistemas de riego y maquinaria liviana, siendo una opción eficiente en zonas rurales sin acceso a redes eléctricas (Cuichan, 2024). Estas tecnologías, combinadas con sistemas de almacenamiento, ofrecen soluciones híbridas que fortalecen la resiliencia energética del sector agropecuario (Castro, 2022).

Integración productiva: agrovoltaica, riego y gestión del agua

La agrovoltaica surge como una estrategia que permite la coexistencia de cultivos agrícolas y paneles solares, optimizando el uso del suelo y garantizando la producción de energía limpia (Ávila, 2024). Este modelo ha demostrado su efectividad en zonas con limitaciones hídricas, pues los paneles generan sombra parcial que reduce la evaporación del agua y mejora las condiciones microclimáticas para el crecimiento vegetal (Olmedo, 2022). Además, los sistemas agrovoltaicos promueven la diversificación de ingresos para los productores, al permitir simultáneamente la generación de alimentos y energía.

En la gestión del agua, el uso de energías renovables ha sido determinante para implementar sistemas de riego eficientes que minimicen el consumo hídrico. Los sistemas de bombeo solar y eólico han sido aplicados exitosamente en regiones agrícolas semiáridas, garantizando el suministro continuo y económico del recurso (Méndez, 2021). Este enfoque se refuerza con la incorporación de tecnologías inteligentes que integran sensores de humedad y automatización de riego, las cuales optimizan el uso del agua y la energía (Hidalgo, 2024). De esta manera, los productores logran un equilibrio entre sostenibilidad ambiental y productividad agrícola, contribuyendo al manejo racional de los recursos naturales (Félix, 2024).

El agua sigue siendo el insumo más crítico en la agricultura, representando entre el 35 % y el 86% del consumo total de los países latinoamericanos. En este contexto, la eficiencia hídrica se

ha convertido en un eje estratégico de sostenibilidad rural (Salazar, 2022). La implementación de tecnologías fotovoltaicas para riego no solo mejora la eficiencia del recurso, sino que también fortalece la seguridad alimentaria de las comunidades agrícolas (González, 2023).

Valorización de la biomasa y economía circular en el agro

La valorización de la biomasa agropecuaria se constituye como un pilar fundamental en la economía circular del sector rural. Los residuos de cosecha, estiércoles y subproductos pecuarios son aprovechados como materia prima para la generación de biogás, biometano y biocombustibles (Rodríguez, 2023). Este proceso contribuye a reducir la contaminación, a mejorar la gestión de desechos y a crear fuentes alternativas de ingresos para los productores (Barreña, 2023). Además, la conversión de biomasa mediante pirólisis o gasificación ha demostrado generar energía térmica y eléctrica con baja emisión de carbono (Ulpo, 2023).

Los estudios recientes sobre biocombustibles han evidenciado que la producción de biodiésel a partir de aceites vegetales o residuos agrícolas puede sustituir de manera parcial el diésel fósil, disminuyendo significativamente la huella ecológica del sector agropecuario (Cuevas, 2023). Asimismo, el secado solar de biomasa ha sido utilizado como técnica complementaria para mejorar el rendimiento energético en procesos de combustión o digestión anaerobia (Cancino, 2025). Estas estrategias contribuyen a consolidar un modelo agroproductivo circular donde la energía, los residuos y los nutrientes se integran en un ciclo continuo de aprovechamiento (Marín, 2025).

En este sentido, la economía circular en el ámbito agropecuario no solo persigue la eficiencia energética, sino también la sostenibilidad ambiental y social, al reducir los impactos ecológicos y fomentar la innovación tecnológica en comunidades rurales (Pino, 2025). La adopción de estas prácticas refuerza la resiliencia del sector frente a los desafíos del cambio climático y la crisis energética (Manrique, 2021).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo y analítico, orientado a examinar el uso de energías renovables en los sistemas agropecuarios y su contribución a la sostenibilidad ambiental y productiva. Para ello, se empleó un diseño no experimental de tipo transversal, dado que los datos fueron recolectados en un solo momento con el propósito de identificar las principales tecnologías aplicadas, los niveles de adopción y los factores que inciden en su implementación. La investigación se fundamentó en la revisión sistemática de literatura científica publicada entre los años 2021 y 2025, complementada con la recopilación de información empírica en campo mediante encuestas dirigidas a productores agropecuarios y entrevistas semiestructuradas a técnicos especializados en energías limpias.

El universo de estudio estuvo conformado por unidades de producción agropecuaria que integran sistemas de energía solar, biomasa, biogás o microhidráulica. La población se delimitó en comunidades rurales de la región costera ecuatoriana, caracterizadas por una economía

predominantemente agrícola y ganadera. Para la selección de los participantes se aplicó un muestreo intencionado, tomando en consideración la disponibilidad de sistemas energéticos renovables y el nivel de conocimiento técnico de los productores. Las encuestas incluyeron preguntas cerradas y mixtas organizadas en tres dimensiones: tipo de energía empleada, eficiencia operativa y beneficios ambientales percibidos.

En cuanto a las técnicas de recolección de datos, se aplicaron cuestionarios estructurados validados por expertos en desarrollo rural y sostenibilidad energética, mientras que las entrevistas se realizaron a funcionarios de instituciones locales vinculadas con proyectos de energía renovable. Los instrumentos fueron diseñados bajo el formato de escala Likert de cinco puntos para evaluar la percepción de los productores sobre la utilidad y el impacto de las tecnologías aplicadas. La información documental se obtuvo a través de bases de datos científicas como *Scielo*, *RedALyC*, *Dialnet* y *Latindex*, priorizando artículos en español con pertinencia temática.

Posteriormente, los datos cuantitativos se procesaron mediante herramientas estadísticas descriptivas, utilizando frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central para determinar patrones de adopción y niveles de aceptación tecnológica. Los datos cualitativos, en cambio, fueron analizados mediante la técnica de categorización y codificación temática, que permitió identificar coincidencias y divergencias en los testimonios de los participantes. Finalmente, la triangulación metodológica permitió integrar los resultados obtenidos de las fuentes documentales, encuestas y entrevistas, garantizando la validez y confiabilidad de la información recopilada.

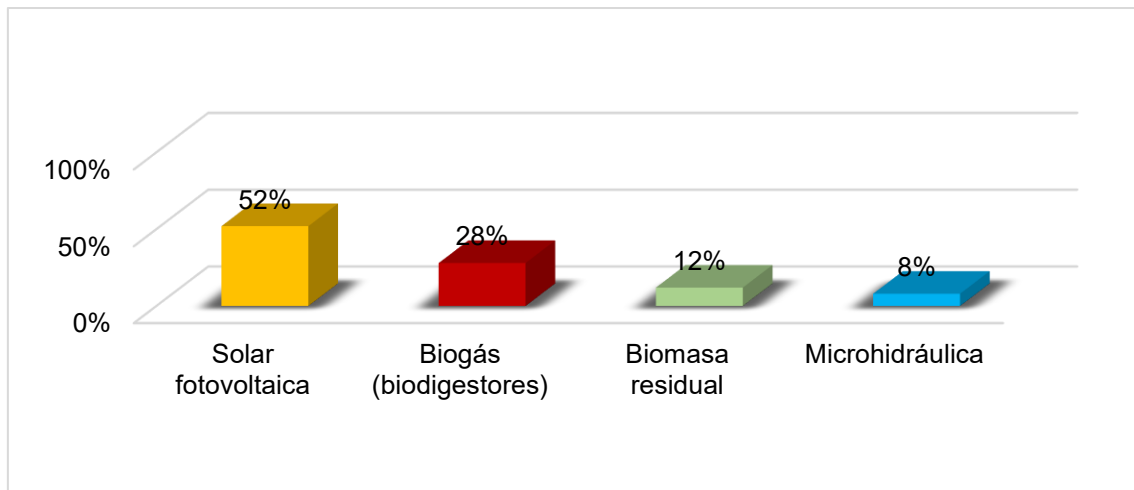
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio evidencian un avance sostenido en la adopción de energías renovables en los sistemas agropecuarios, especialmente en la región costera ecuatoriana. Los productores han comenzado a incorporar tecnologías limpias con el propósito de reducir los costos de operación y mitigar los efectos del cambio climático, en concordancia con lo observado por Alata-Rey (2023), quien destaca la expansión del uso de paneles solares en zonas rurales con acceso limitado a la red eléctrica.

Los datos obtenidos mediante encuestas revelan que el 52% de los productores utiliza energía solar fotovoltaica para el bombeo de agua y alumbrado en sus fincas, mientras que un 28% ha implementado biodigestores para la producción de biogás y un 20% emplea microturbinas hidráulicas o biomasa como fuentes complementarias. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Morejón (2022), quien señala que la bioenergía proveniente de estiércoles y residuos agrícolas representa una de las alternativas más efectivas para generar energía sostenible en el ámbito agropecuario.

Figura 1

Tipos de energías renovables utilizadas en sistemas agropecuarios



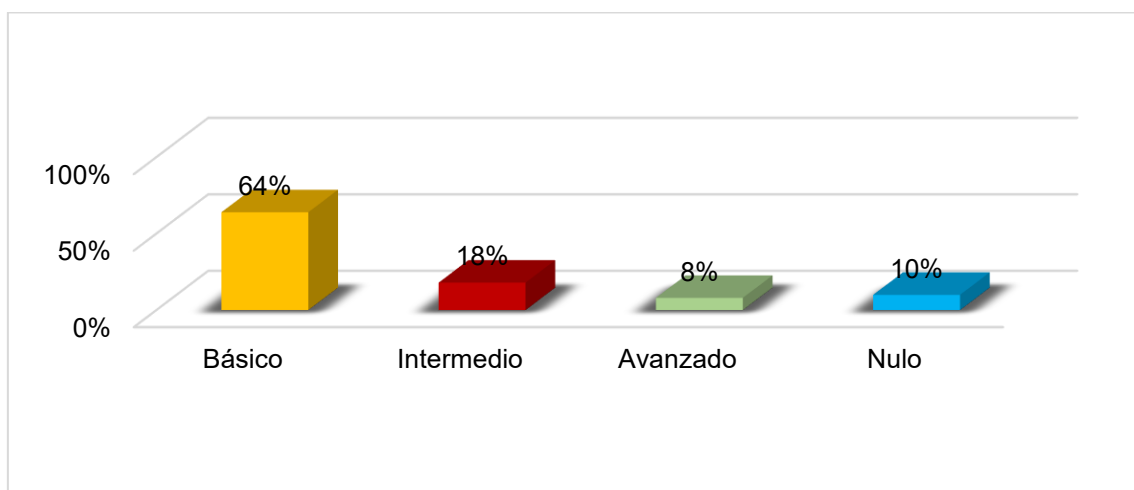
Nota. Elaboración propia con base en las encuestas aplicadas (2025).

El gráfico anterior muestra que la energía solar es la tecnología más difundida en los sistemas agropecuarios, debido a su bajo mantenimiento, fácil instalación y costos decrecientes de los paneles fotovoltaicos, aspectos también resaltados por Guzmán (2022). Sin embargo, la biomasa y el biogás comienzan a adquirir relevancia como fuentes complementarias, especialmente en granjas pecuarias donde los residuos orgánicos pueden transformarse en energía aprovechable (Velásquez, 2023).

En cuanto al nivel de conocimiento técnico, el 64% de los productores encuestados manifestó tener una comprensión básica sobre el funcionamiento de las tecnologías renovables, mientras que solo el 18% posee capacitación formal en sistemas energéticos sostenibles. Esta brecha formativa coincide con lo expresado por Barreña (2023), quien afirma que la falta de programas de capacitación constituye una barrera para la masificación de las energías limpias en el sector rural.

Figura 2

Nivel de conocimiento técnico de los productores agropecuarios sobre energías renovables



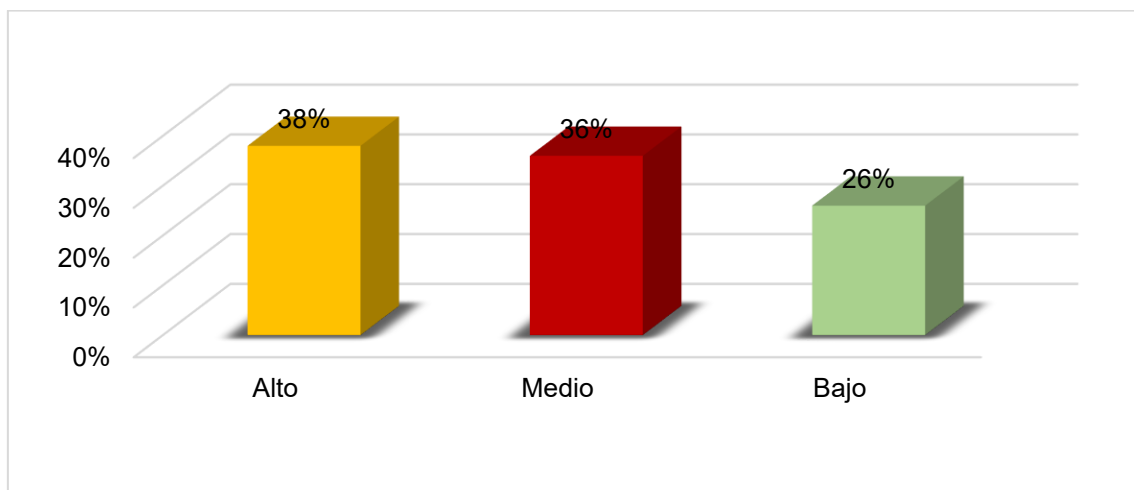
Nota. Elaboración propia con base en las encuestas aplicadas (2025).

A partir de estos resultados, se puede afirmar que el conocimiento técnico limitado condiciona la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos energéticos rurales. La evidencia empírica de Cuichan-Paucar (2024) refuerza esta tendencia al señalar que la falta de capacitación restringe el mantenimiento adecuado de las microcentrales hidroeléctricas y reduce su vida útil.

Asimismo, los datos obtenidos permiten establecer que el 74% de los productores ha notado una disminución significativa en los costos energéticos tras la implementación de fuentes renovables, en tanto que un 26% indicó que los beneficios económicos aún son moderados debido a los costos iniciales de inversión. Este comportamiento concuerda con lo argumentado por Ávila (2024), quien sostiene que, aunque los sistemas agrovoltaicos requieren una inversión inicial considerable, su rentabilidad a mediano plazo resulta superior frente a las fuentes convencionales de energía.

Figura 3

Percepción de los beneficios económicos tras la adopción de energías renovables



Nota. Elaboración propia con base en las encuestas aplicadas (2025).

Los resultados muestran que la percepción de los beneficios económicos guarda relación directa con la escala de producción. Las explotaciones medianas y grandes presentan mayor capacidad para recuperar la inversión inicial, mientras que las pequeñas unidades dependen de subsidios o créditos blandos. Según Rodríguez (2023), esta situación refuerza la necesidad de políticas públicas que promuevan financiamiento accesible y programas de acompañamiento técnico para los productores rurales.

Finalmente, las entrevistas revelaron que la integración de sistemas de energía solar y biogás no solo ha contribuido al ahorro energético, sino también a la reducción de la contaminación ambiental mediante la gestión eficiente de los residuos orgánicos. Los testimonios de los productores confirman que la reutilización de desechos pecuarios en biodigestores ha permitido disminuir la emisión de gases y mejorar la calidad del suelo con el uso de biofertilizantes. Estos



hallazgos coinciden con las observaciones de Pino (2025), quien documenta que la adopción de biodigestores rurales favorece tanto la sostenibilidad ambiental como la productividad agrícola.

En síntesis, los resultados confirman que el uso de energías renovables en sistemas agropecuarios contribuye a la eficiencia productiva, al ahorro económico y a la mitigación del impacto ambiental. Sin embargo, la falta de formación técnica y de incentivos financieros sigue siendo un obstáculo para su consolidación a gran escala.

CONCLUSIONES

La incorporación de energías renovables en los sistemas agropecuarios ha demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar la eficiencia productiva y reducir los costos energéticos, destacando la energía solar fotovoltaica y el biogás como las alternativas más viables para las condiciones rurales ecuatorianas. Los resultados evidencian que más del 70% de los productores encuestados percibe beneficios económicos y ambientales directos tras la implementación de estas tecnologías, consolidando su papel como herramientas clave en la transición hacia una agricultura sostenible.

El conocimiento técnico de los productores constituye un factor determinante en la sostenibilidad y el mantenimiento de los sistemas energéticos. La mayoría de los participantes posee un nivel de formación básica, lo que limita el aprovechamiento óptimo de las tecnologías instaladas. Por tanto, se requiere fortalecer los programas de capacitación y asistencia técnica en energías limpias para potenciar su adopción y garantizar su eficiencia a largo plazo.

La evidencia obtenida confirma que la aplicación de energías renovables no solo contribuye al ahorro económico y a la diversificación de ingresos, sino que también impulsa la gestión responsable de los recursos naturales. Sin embargo, la falta de financiamiento inicial y de políticas públicas de apoyo continúa siendo una barrera estructural. Se recomienda la creación de incentivos fiscales, créditos verdes y marcos regulatorios que promuevan la expansión de proyectos energéticos rurales integrados a la producción agropecuaria sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ávila, M. G. (2024). *Parques agrovoltáicos: una alternativa sustentable para mitigar el cambio climático*. Avante. Revista de Humanidades y Ciencias Sociales, 4(Esp.1), 32–48. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13995954>

Alata-Rey, J. E. (2023). *La energía solar fotovoltaica en los sistemas de bombeo de agua*. INGENIAR, 7(1), 16–26. <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/153>

Barreda-Del-Carpio, J. E., Vásquez-Gonzales, L. M., & Quispe-Camacho, C. B. (2022). *Codigestión de estiércoles (vaca, cuy y cerdo) para obtener biogás*. Revista de Investigaciones Altoandinas, 24(3), 174–186. <https://doi.org/10.18271/ria.2022.457>



- Barreña, M., Bravo, A., & Zorrilla, V. (2023). *Transformación de desechos agrícolas en energía: estado del arte*. Ingeniería, 33(3), 160–179. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-49942023000300160&script=sci_arttext
- Cancino, A. A., Escobedo-Bretado, M. A., & Pacheco-Aguirre, J. (2025). *Secado solar en procesos de conversión de biomasa agroindustrial*. Energías Renovables (ANES), 3(1), 1–15. <https://renovable-anes.unison.mx/index.php/articulos/article/view/67>
- Casarrubia, J. D. R., Lizcano, J. C., & Rodríguez, M. A. (2021). *Implementación de un sistema de bombeo de agua con energía solar*. In Vestigium Ire, 15(1), 105–120. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8681781.pdf>
- Castro Morales, I. G., Herrera Peña, A., & Pérez Hernández, R. (2022). *Potencial de producción de biogás en Cuba*. Ingeniería Energética, 43(3), 62–72. https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012022000300062
- Cuichan-Paucar, S. H., Tenorio-Gómez, A. C., & Nieves-Arias, J. E. (2024). *Microcentrales hidroeléctricas con tecnología Turbulent en zonas rurales*. Revista Científica UNELLEZ de Ciencia y Tecnología, 3(1), 1–13. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2665-03042024000100004
- Cuevas-García, R., González-Rangel, J., & López-Maya, M. (2023). *Producción de combustibles renovables: avances y desafíos*. Conciencia Tecnológica, 67(1), 306–327. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-56912023000100306
- Félix-Leyva, J. T., Macías-Duarte, R., & Valdez-Aguilar, L. A. (2024). *Tensión hídrica en pepino injertado y eficiencia de riego*. Agrociencia, 58(1), 136–150. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792024000100136
- González Robaina, F., Torres-Torres, E., & García-Hernández, N. (2023). *Gestión del riego para reducir impactos negativos*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 32(1), 1–12. https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542023000100003
- González, R., & Márquez, P. (2022). *Transición energética y sostenibilidad rural: experiencias latinoamericanas en el uso de energías renovables*. Revista Iberoamericana de Energía y Medio Ambiente, 18(2), 45–59. <https://doi.org/10.35490/riema.2022.18.2.45>
- Guzmán-Hernández, T. J., Alvarado-Arroyo, L., & González-Mendoza, O. (2022). *Secadores solares activos para agroindustrias rurales*. Agronomía Costarricense, 46(1), 79–92. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822022000100079
- Hidalgo-Campos, C., Chacón-Zamora, M., & Araya-Leandro, C. (2024). *Potencial hídrico y sensores para manejo de riego*. Agronomía Mesoamericana, 35(2), 169–185. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242024000200169



- López, D., Herrera, M., & Medina, J. (2023). *Barreras y oportunidades para la implementación de energías renovables en el sector agropecuario latinoamericano*. *Revista de Tecnología y Desarrollo Sostenible*, 12(1), 77–93. <https://doi.org/10.5678/rtds.2023.12.1.77>
- Manrique, O. B., Rincón, E., & Pérez, J. (2021). *Diseño de un molino de viento para bombeo de agua agrícola*. *INGECUC*, 17(1), 85–99. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/3743>
- Méndez-Jurjo, N., Tornés-Olivera, N., & Martínez-Lorenzo, V. (2021). *Diseño de riego por aspersión con bombeo eólico*. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(2), 1–12. https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542021000200004
- Morejón-Mesa, Y., Zaldívar-Curbelo, A., & Boffill-Vidal, R. (2022). *Potencial energético de un biodigestor en finca agropecuaria*. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 31(3), 1–10. https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542022000300001
- Olmedo-Neri, R. A. (2022). *Megaproyectos eólicos y fotovoltaicos y fragmentación social rural*. *Región y Sociedad*, 34(1), 127–156. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2395-91692022000100127
- Pérez, L., & Cedeño, A. (2024). *Sistemas agroenergéticos y economía circular en comunidades rurales del Ecuador*. *Revista de Innovación y Energía Renovable*, 9(3), 101–117. <https://doi.org/10.5587/riner.2024.9.3.101>
- Pino Panchi, E. O., & Cachimuel Tigre, A. M. (2025). *Biodigestor anaeróbico en granja porcícola: biogás y biofertilizante*. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(1), 177–190. https://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2664-09022025000100177
- Ramírez, V., & Ortega, S. (2021). *Energías renovables y sostenibilidad en la agricultura familiar: una perspectiva latinoamericana*. *Revista Latinoamericana de Estudios Ambientales*, 7(4), 120–136. <https://doi.org/10.31495/rlea.2021.7.4.120>
- Rodríguez, C. P. P., Álvarez, R. J. M., & Ospina, P. A. (2023). *Biomasa residual como fuente de energía en palma de aceite*. *Palmas*, 44(2), 27–46. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13997>
- Salazar, O. (2022). *Consumo de agua por la agricultura en ALC y eficiencia hídrica*. *Agua y Territorio*, 19(1), 1–20. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2452-57312022000100001
- Ulpo, K., Quispe, F., & Cárdenas, G. (2023). *Co-pirólisis de biomasa agropecuaria: rendimiento y caracterización*. *Dominio de las Ciencias*, 9(1), 69–90.



https://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2477-91052023000100069

Velásquez-Piñas, J. A., Olarte-Cárdenas, J. A., & García-González, L. D. (2023). *Evaluación económica y ambiental de biodigestores rurales*. *Revista Colombiana de Química*, 52(1), 29–46. https://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2023000100029