

APLICACIONES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL AGRO



APLICACIONES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL AGRO

RenovaT Volumen 1 Núm. 1 pp. 26-37. Julio - Diciembre 2018 ISSN: 2619-2896 Recibido: 23-08-2018 Aceptado: 17-11-2018

Deimer Antonio Romero Madera¹
Raúl José Martelo Gómez²
Maira Bastidas Gómez³

Resumen

El objetivo de esta investigación fue identificar las aplicaciones de las energías renovables en el sector agrícola en América Latina y contrastarlas con las aplicaciones realizadas en Colombia, con el propósito de evidenciar las oportunidades o ventajas que se presentan para este país. Se trató de una investigación cualitativa, por procesar datos no medibles y se utilizó la recolección de datos sin medición numérica. Como resultado se

obtuvo que las energías renovables se utilizan en: Iluminación, bombeo y riego, tratamiento de agua, limpieza y filtrado, secado, congelación y refrigeración, aparatos eléctricos y en maquinaria móvil agrícola. Se concluye entre otros aspectos, que el consumo de energías renovables en el sector agropecuario en algunos países de Latinoamérica es bajo y en otros no se utilizan.

Palabras clave: procesos agrícolas, biomasa, cultivos.

APPLICATIONS OF RENEWABLE ENERGIES IN AGRO

Abstract

The objective of this research was to identify the applications of renewable energies in the agricultural sector in Latin America and contrast them with the

applications made in Colombia, with the purpose of demonstrating the opportunities or advantages that are presented for this country. It was a qualitative research, for processing non-measurable data and data collection without numerical measurement

¹Estudiante de VII semestre de Ingeniería de sistemas de la Universidad de Cartagena. Correo: deimerromeromadera@gmail.com

² Magister en Informática, Profesor de tiempo completo del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena. Correo: rmartelog1@unicartagena.edu.co

³ Estudiante de VII semestre de Ingeniería de sistemas de la Universidad de Cartagena. Correo: maira2121@gmail.com

was used. As a result it was obtained that renewable energies are used in: Lighting, pumping and irrigation, water treatment, cleaning and filtering, drying, freezing and refrigeration, electrical appliances and agricultural mobile machinery. It concludes, among other aspects, that the consumption of renewable energies in the agricultural sector in some Latin American countries is low and in others it is not used.

Keywords: agricultural processes, biomass, crops.

Introducción

La actividad agrícola tiene gran importancia en el desarrollo de la civilización. La creciente demanda de productos agropecuarios constituye una gran oportunidad para el desarrollo equitativo de los territorios a través de la producción primaria y principalmente de la agroindustria (Andrade et al., 2017). Esta situación ha llevado al hombre durante mucho tiempo, a depender de los sistemas de agricultura sostenible para su supervivencia. Si bien en un principio el impacto ambiental de esta actividad era acorde a la resiliencia del ambiente, en la actualidad el rápido crecimiento de la población humana y la disminución de las tierras fértiles y de los recursos de energía fósil, son considerables los efectos irreversibles ocasionados en el ambiente (Andrade, 2016).

Una de las posibles soluciones a la situación planteadas, es la implantación de energías renovables, las cuales tienen diversas aplicaciones en diversos sectores,

especialmente en el agrícola, debido a que se pueden utilizar en diferentes formatos, como parques eólicos, sistemas hidroeléctricos y energía solar (Lam et al., 2011). Las ventajas de las energías renovables es que no se consumen en los procesos de transformación (Castells, 2012), tienen la capacidad de renovarse naturalmente (Schoenung y Keller, 2018), se encuentran disponibles de manera gratuita en la naturaleza (Saini, Patil y Powar, 2018) y generan menos impactos ambientales que las energías convencionales (Djörup, Thellufsen y Sorknæs, 2018), debido a que el desarrollo acelerado de la tecnología en energías renovables es fundamental para sustituir las fuentes de energía basadas en carbono (Hanssen, May, Van Dijk y Rød, 2018).

Existen varios tipos de energías renovables, entre las que se encuentran: hidráulica, marítima, geotérmica, biomasa, solar y eólica (Tsai, et al., 2017), las cuales brindan beneficios como reducción de emisiones de partículas nocivas (Reyes, 2016; Romo, 2016), nuevas oportunidades de empleo (Radics, 2015), ahorro de recursos y reducción de la dependencia de los combustibles fósiles (Navarro, 2016), aumento del acceso a la energía y sostenibilidad energética (Candia, Perrotti, y Aldunate, 2015) y disminuyen los costos de operación y mantenimiento del sistema energético (Wiser et al., 2016).

De igual manera, es una forma esencial para mitigar el cambio climático, disminuir costos y mejorar la productividad en el sector agrícola (Isik, Dogru y Sirakaya, 2017). No

obstante, uno de los desafíos que presenta la implementación de estas energías, es la falta de aceptación y conciencia social, el cual es un punto enfatizado por varios estudios como un gran obstáculo (Dehkordi, et al., 2017).

La implementación de tecnologías para realizar la transición de combustibles fósiles a energías renovables, es una estrategia básica para desarrollar sistemas de energía sostenibles para la producción en los diferentes sectores (Chapman, McLellan y Tezuka, 2018). América latina es consciente de esta premisa, razón por la cual la utilización de estas energías en países como: México, Uruguay, Panamá, Perú, Chile y las islas del caribe, va en aumento (Revista Dinero, 2018).

Un ejemplo notable, es el establecido por Uruguay, el cual se convirtió en 2016, en el país del continente con mayor proporción de electricidad generada a partir de energía eólica, con un 22%, Costa Rica por su lado, consiguió durante los primeros 7 meses del 2016 que el 96,9 % de su red eléctrica se abasteciera de energías limpias; de las cuales el 75% se generó en sus 4 plantas hidroeléctricas, el 12% por geotérmicas y el resto por las eólicas, las solares y otras fuentes. Solo el 3,1% provino de plantas a base de combustible fósil (Revista Portafolio, 2016).

México totalizó 3.735 megavatios eólicos y completó 389 MV FV en 2016, Panamá: instaló 239 MV eólicos en 2015 e instaló 86 MV solares en el mismo año. En el caso de

Colombia, la penetración de energías renovables es muy baja en comparación con otros países de América latina. En el país se totalizaron 19 megavatios eólicos desde 2005; se llegó a 35 megavatios solares y 782 megavatios hasta la fecha (Revista Dinero, 2018), lo cual representa una desventaja en los sectores productivos, especialmente en el agro.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación, fue identificar las aplicaciones de las energías renovables en el agro a nivel Latinoamericano y contrastarlas con las realizadas en Colombia para evidenciar oportunidades con la implementación de dichas energías en el país, de esta manera se presenta una base para el desarrollo de tecnologías y futuras investigaciones.

Energías renovables

Las energías sostenibles son aquellas que provienen de fuentes naturales como el sol, viento, olas, hidrógeno, biomasas, entre otras, y se restablecen de manera natural y se pueden utilizar constantemente sin preocuparse de su terminación, las cuales están presentes y alcanzables por cualquier país (Kara, 2015).

Fundamento teórico

Agricultura

La agricultura es el conjunto de técnicas, conocimientos y saberes para cultivar la tierra y la parte del sector primario que se dedica a ello. En ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos de vegetales. Comprende todo un conjunto de acciones humanas que

transforma el medio ambiente natural (RAE, 2010). Todas las actividades económicas que abarca dicho sector tienen su fundamento en la explotación de los recursos que la tierra origina, favorecida por la acción del ser humano: alimentos vegetales como cereales, frutas, hortalizas, pastos cultivados y forrajes; fibras utilizadas por la industria textil; cultivos energéticos entre otros.

Energía Solar

La energía solar es una fuente de energía renovable producida por la luz del sol y es la más abundante en el planeta (Sánchez, Gallego, Escaño y Camacho, 2018), la cual se puede generar por paneles solares fotovoltaicos que contienen un material semiconductor para convertir directamente la energía solar en energía renovable a través de una célula fotovoltaica (Plá et al., 2016), o por energía termosolar de concentración, conocida por CSP, del inglés: Concentrated Solar Power, y consiste en concentrar la energía de la luz solar a un receptor de calor que transforma la energía del calor en energía mecánica y su en energía solar térmica (Vatsal, 2018).

Energía Eólica

La energía eólica es una fuente de energía renovable que aprovecha la fuerza del viento para producir electricidad (Herrera, 2015), la cual es una de las fuentes de mayor aumento en el mundo (Zuluaga, Pinto y Garcés, 2015). La Energía eólica ofrece estabilidad y favorabilidad a la humanidad, lo que permite el desarrollo de la sociedad e incrementa la oportunidad de empleo, crecimiento

financiero y disminución del calentamiento global. Además, esta fuente de energía no produce contaminación en el aire o agua, no incluye elementos dañinos o peligrosos y no presenta una amenaza para el bienestar público (Alrikabi, 2014). Asimismo permite mejorar aspectos como: la gestión y mantenimiento de parques eólicos, la integración de energía eléctrica en la red, la versatilidad y adaptación del diseño de aerogeneradores (Villarubia, 2012).

Energía de Biomasa

La energía de biomasa es una fuente de energía abundante, segura, ecológica y renovable, la cual no agrega dióxido de carbono a la atmósfera, debido a que absorbe la misma cantidad de carbono en el crecimiento que libera cuando se consume como combustible (Zheng, Jenkins, Kornbluth, Kendall, y Træholt, 2018), donde las principales fuentes de energía provienen de árboles, cultivos y residuos animales (Sunita, Faran y Ganguly, 2018).

Energía Hidráulica

La energía hidráulica es la fuente de energía que surge al aprovechar el movimiento del agua como corrientes, caídas de aguas o mareas (Sánchez-Jiménez y González, 2018). Esta se produce en centrales hidroeléctricas, las cuales se encargan de transformar mediante turbinas accionadas, en energía eléctrica disponible para el consumo de los hombres (Ehrlich, 2013). Asimismo, no contamina el medio ambiente y el recurso disponible es abundante. No obstante, necesita de infraestructuras costosas y es afectada por

los cambios climáticos (Rincón y Camargo, 2018).

Métodos

El presente estudio se tipificó cualitativo, debido a que se utilizó la recolección de datos sin medición numérica y no hubo manipulación ni estimulación con respecto a la realidad (Beins & McCarthy, 2012). De igual manera, fue descriptivo, debido a que se busca describir un fenómeno en una situación real (Grove y Gray, 2018). Por otro lado, según las fuentes donde se recogen los datos, se trató de una investigación documental, la cual tiene como propósito ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos (Torres, 2006).

En este caso se buscó información acerca de las aplicaciones de las energías renovables en el agro a nivel Latinoamericano y contrastarlas con las realizadas en Colombia. En cuanto al diseño, se tipificó como fenomenológico, por proporcionar experiencias comunes y distintas, o categorías que se presentan frecuentemente en las experiencias (Hernandez et al., 2014).

Técnicas de recolección de información

La técnica utilizada para la recolección de información en la presente investigación fue la revisión crítica o analítica, que es una técnica en la cual se recurre a información

escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros o como texto que en sí mismo constituyen los eventos de estudio (Hurtado, 2012). Se utilizó material bibliográfico de diferentes autores, contando con el aporte proporcionado a través de vía electrónica de documentos relacionados al tema objeto de estudio con los cuales se obtuvieron las bases que fundamentaron el nivel de conocimiento alcanzado (Cauas, 2015).

Se empleó el análisis documental, la cual es una técnica científica auxiliar de la investigación, de singular importancia, debido a que permite, mediante una operación intelectual objetiva, la identificación, la descripción objetiva y sistemática de los elementos del contenido, significado y forma del documento y su comparación con otros instrumentos de similar significado y valor (Chacón et al., 2013). El análisis de los datos se basó en la identificación de las aplicaciones de las energías renovables en la agricultura, donde se determinaron los tipos de energías usadas y sus diversas aplicaciones.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de aplicar la metodología planteada anteriormente. Se muestran las aplicaciones de las energías renovables en el agro a nivel Latinoamericano, luego se describen las aplicaciones en Colombia.

Aplicaciones de las energías renovables en Latinoamérica

En la actualidad los sistemas alimentarios consumen el 30% de la energía disponible en el mundo, de la cual el 70% se usa después que los alimentos salen de la explotación agropecuaria, durante el transporte, la transformación, el embalaje, el envío el almacenamiento, la comercialización, entre otros. La energía es responsable del 45% de las emisiones de GEI, aproximadamente un tercio de los alimentos producidos se pierden y con ello casi un 38% de la energía consumida en los sistemas alimentarios. Por lo anterior utilizar energías renovables para la producción agropecuaria es una buena opción. A continuación, se presentan las aplicaciones de la energía solar en Latinoamérica.

Argentina.

El consumo de energías renovables en el sector agropecuario argentino es bajo. Consume casi el 97% de energía proveniente de los hidrocarburos (Torrez, 2017). La utilización de las energías renovables en el sector agrícola argentino, se presenta principalmente en la agricultura familiar o comunidades agrícolas en aplicaciones como: cocinas solares, secadores solares de hortalizas y de frutas, destiladores de agua, aerogeneradores y molinos multipala (Huerga y Venturelli, 2009), desmalezadora robótica que trabaja con energía solar y ahorra un 20% de herbicida (Infocampo, 2018).

Bolivia

En Bolivia el consumo de energía renovable en el sector agrícola para 2012, fue del 0% (Torrez, 2017), mientras que a partir del 2015, este tipo de energía se utiliza en el sector para: el secado de cacao con energía solar, que mejoró la calidad del producto, bombas solares, eólicas, movidas por energía hidráulica (IICA, 2015).

Brasil

En el caso de Brasil, las energías renovables tienen aplicaciones en: Iluminación en galpones, graneros, aviarios, máquinas, bombeo de agua con energía solar, irrigación, riego de las hortalizas, perfeccionar la utilización de las cisternas de captación de agua (EBC, 2017).

Chile

En Chile las energías renovables se utilizan en el sector agrícola para: bombeo fotovoltaico, riego, acondicionamiento de aguas para riego con energía fotovoltaica, secadores solares, bombas geotérmicas, calderas que utilizan biomasa, colectores solares térmicos (Energía limpia XXI, 2015).

Costa Rica

De acuerdo con el ICE (2010), el 76% de la energía generada en Costa Rica es de origen hidroeléctrico; 12% de origen geotérmico, 4% de origen eólico y 1% de biomasa. No obstante, en el sector agropecuario estas energías son poco utilizadas. Las aplicaciones principales se presentan como el calentamiento de agua mediante colectores solares (Guzmán-Hernández et al., 2016), sistema de riego

fotovoltaico, secadores de granos, calentadores térmico solares, cercas eléctricas fotovoltaicas, bombeo de agua, biodigestores y congelación de alimentos (Rivas, 2013).

Cuba

En Cuba las principales aplicaciones de las energías renovables en el agro son: secadores, implementación de molinos de vientos para el bombeo de agua, calentadores (Vázquez, 2018).

Ecuador

Para Ecuador en 2012, el consumo de energía renovable en el sector agrícola, fue del 0% (Torrez, 2017), mientras que, en 2018, este tipo de energía se utiliza en el sector para: el calentamiento de agua, plantas fotovoltaicas, secador agrícola mediante biomasa (Castro, 2011).

El Salvador

En el caso de Salvador, el consumo de energía renovable en el agro, fue del 0% en 2012 (CEPAL, 2016). No obstante, en la actualidad estas energías se utilizan principalmente para: Neveras para congelamiento de pescado y hornos solares para secado de granos a través de energía fotovoltaicas (Rivas, 2013).

Guatemala

Las aplicaciones más usuales de las energías renovables en el sector agrícola en Guatemala, se evidencian en la deshidratación de frutas a través de colectores solares, Geotérmica en invernaderos, criaderos de peces en clima

frío, bombeo de agua, riego con paneles solares, incubadoras con paneles solares, maquinaria agrícola (Rivas, 2013).

Honduras

En Honduras las aplicaciones de energías en el agro, se presentan principalmente en: Iluminación, secadores solares de granos, Riego de cultivo (AAH, 2017).

México

Las principales fuentes de energías renovables aplicadas al sector agrícola de México, provienen de recursos energéticos en forma de radiación solar, vientos, corrientes de agua y biomasa, donde las aplicaciones en actividades agropecuarias se refleja en: bombeo de agua para abrevaderos y sistemas de riego; calentamiento de agua con fines productivos; refrigeración y congelación solar de productos agropecuarios; secado de productos agrícolas; electrificación de cercas; y tanques de enfriamiento para leche (Firco, 2007).

Nicaragua

Las aplicaciones que se evidencian en Nicaragua con respecto a las energías renovables en el agro, se reflejan en la utilización de energía solar para la deshidratación de frutas, hortalizas, y otros vegetales, asimismo, se utiliza para el secado de pescado y tratamiento del agua (Rivas, 2013).

Paraguay

Las principales aplicaciones de energías renovables aplicadas al sector agrícola de Paraguay, están dirigidas a la extracción de

agua del subsuelo, abrevaderos para el ganado, secadores granos, tratamiento de aguas residuales, alumbrado, bombeo de agua y calentamiento de agua (Ramírez, 2016).

Panamá

En el caso de Panamá solo el 9% del sector agrícola utilizó energía renovable en el 2012 (Torrez, 2017). Sin embargo, en la actualidad estas energías se utilizan principalmente para:

Perú

En Perú, 500 unidades de agricultores familiares utilizan secadores solares en sus actividades cafetaleras y cacaoteras en Cajamarca, San Martín y Puno (IICA, 2017). Iluminación, riego de cultivos, abastecimiento de agua para el ganado (Peralta, 2018). Riego de pastizales con energía eólica (Espinoza-Montes et al., 2018).

Uruguay

En el caso de Uruguay, el 95.5% de generación eléctrica fue renovable en el primer tercio de 2018, cuya distribución fue de: 42 % hidráulica, 40 % eólica, 8,5 % biomasa, 4,5 % térmica, 4,4 % fotovoltaica. No obstante, en el sector agrícola son poco utilizadas y las principales aplicaciones son: iluminación, bombeo de agua, riego de cultivos.

Colombia

La energía EFV es empleada en las aplicaciones agrícolas como sistemas de bombeo de agua potable, cercas eléctricas, micro riego y calentamiento de agua. Otras menos difundidas son, el secado solar de

productos agrícolas y la destilación solar de agua de mar u otras aguas no potables (Rodríguez, 2008). Asimismo, un interesante ejemplo de producción combinada de bioenergía y abono verde es el estanque agrícola, desarrollado por la Corporación para la Investigación en Producción Agropecuaria del Valle del Cauca (CIPAV), en este se vierten los efluentes líquidos de la producción de biogás para fertilizar lagunas donde crecen plantas acuáticas, las cuales son utilizadas como abono verde para mejorar los suelos de la finca (Solarte, 2010).

Conclusiones

Según La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), recomienda el uso de las energías renovables en la agricultura, en especial la solar, debido a que es una herramienta muy útil para el desarrollo de las comunidades pobres y rurales, que ayuda a la protección del sector agrícola para que sea limpio, competitivo y sostenible. No obstante, los resultados evidencian que el uso de las energías renovables en la agricultura es bajo, principalmente porque los sistemas de alimentación modernos son altamente dependientes de los combustibles fósiles. Algunos países de Latinoamérica a pesar de producir y utilizar energía de fuentes limpias y renovables, en el sector agropecuario, son poco utilizados. En el caso de Colombia las aplicaciones con energía renovables son pocas, no obstante, la agricultura está incorporando cada vez más tecnologías que requieren del uso de estas energías, teniendo como premisa que al año 2030 la energía fotovoltaica será la forma más económica de producir energía, con lo cual

se puede afirmar que el agro fotovoltaico tiene un gran potencial de desarrollo. De igual manera, el gobierno ha desarrollado políticas públicas de incentivos como la ley 1715 del 2014 que habla de los incentivos tributarios para las personas que quieran desarrollar proyectos con energía renovable y la resolución 030 de 2018 de la Creg donde se definen las reglas para que los usuarios puedan producir y vender energía al sistema interconectado de la red.

Referencias bibliográficas

- A.A.H (2017). Agenda ambiental de Honduras. Secretaría de energía, recursos naturales, ambiente y minas. Recuperado de http://www.miambiente.gob.hn/media/adjuntos/pdf/sinia/2018-01-30/20%3A57%3A00.102436%2B00%3A00/Agenda_Ambiental_2017.pdf
- Alrikabi, M. A. (2014). Renewable Energy Types. *Journal of Clean Energy Technologies*, 2(1), 61 - 64.
- Andrade, F., Taboada, M., Lema, D., Maceira, N., Echeverría, H., Posse, G., & Gamundi, J. C. (2017). Los desafíos de la agricultura argentina.
- Andrade, F. H. (2016). Los desafíos de la agricultura. Ediciones International Plant Nutrition Institute. p. 135
- Beins b, McCarthy M. (2012). Research methods and statistics. Cambridge University Press.
- Candia, J., Perrotti, D., y Aldunate, E. (2015). Evaluación social de proyectos: Un resumen de las principales metodologías oficiales utilizadas en América Latina y el Caribe. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (Ilpes), Santiago de Chile.
- Cauas, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. *Bogotá: biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia*.
- Castro, M. (2011). Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador. Quito: CEDA.
- CEPAL. (2016). Monitoreando la eficiencia energética en América Latina. Santiago de Chile. Recuperado de: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40505/1/S1600876_es.pdf
- Chacón, J. W. B., Herrera, J. C. B., & Villabona, M. R. (2013). Revisión y análisis documental para estado del arte: una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 27(61), 83-105.
- Chapman, A. J., McLellan, B. C., y Tezuka, T. (2018). Prioritizing mitigation efforts considering co-benefits, equity and energy justice: Fossil fuel to renewable energy transition pathways. *Applied Energy*, 219, 187 - 198.
- Castells, X. E. (2012). *Energías renovables: Energía, Agua, Medioambiente, Territorialidad y sostenibilidad*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Dehkordi, M., Kohestani, H., Yadavar, H., Roshandel, R., y Karbasioun, M. (2017). Implementing conceptual model using renewable energies in rural area of Iran. *Information Processing in Agriculture*, 4(3), 228-240.

- Djørup, S., Thellufsen, J., y Sorknæs, P. (2018). The electricity market in a renewable energy system. *Energy*, 162, 148 - 157.
- EBC. (2018). El uso de energía solar en el campo crece con las centrales flotantes. Disponible en: agenciabrasil.ebc.com.br
- Ehrlich, R. (2013). *Renewable Energy: A First Course*. Boca Raton: Taylor y Francis Group.
- Energía limpia XXI (2015). Sistemas de irrigación solar transforman agricultura en Chile. Disponible en: <https://energialimpiaparatodos.com/2015/02/18/ultimos-pronosticos-internacionales-2/>
- Espinoza-Montes, C., Sánchez-Cortés, P., y Salvador-Gutiérrez, B. (2018). Mercado y recursos disponibles para orientar el sistema problemático de energías renovables en el Perú. *Revista Espacios*, 39 (7).
- Firco. (2007). La energía renovable en el sector agropecuario: una alternativa para el desarrollo rural sustentable. México. Recuperado de <http://sigan.org/2010/pdf/energiar.pdf>
- Grove S. & Gray, J. (2018). *Understanding Nursing Research E-Book: Building an Evidence-Based Practice*. Elsevier Health Sciences.
- Guzmán-Hernández, T., Araya-Rodríguez, F., Castro-Badilla, G., & Obando-Ulloa, J. M. (2016). Uso de la energía solar en sistemas de producción agropecuaria: producción más limpia y eficiencia energética. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(8), 46-56.
- Hanssen, F., May, R., Van Dijk, J., y Rød, J. K. (2018). Spatial Multi-Criteria Decision Analysis Tool Suite for Consensus-Based Siting of Renewable Energy Structures. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 1 - 28.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México.
- Herrera, A. J. (2015). Uso histórico de la energía y perspectivas de investigación de la energía alternativa en la universidad marítima del caribe. *Doctum*, 15(1), 167 - 182.
- Huerga, I. R., & Venturelli, L. (2009). Energías renovables. Su implementación en la Agricultura Familiar de la República Argentina. In *Convención Internacional de Ingeniería Agrícola 2009*. Congreso Internacional de Mecanización Agrícola.
- Hurtado, J. (2012). "El proyecto de investigación". (7ª Edición). Ediciones Quirón. Venezuela.
- ICE (Instituto Costarricense de Electricidad). 2015. Costa Rica: matriz eléctrica. Disponible en: gobierno.cr/wp-content/uploads/2015/06/matriz_folleto_ICE.pdf
- IICA. (2018). Informe anual 2017. Agricultura: Oportunidad de desarrollo para las Américas. Disponible en: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6855/1/BVE18040027e.pdf>.
- IICA. (2015). Cosechando resultados: Logros significativos en 2015. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B3961e/B3961e.pdf>
- Infocampo. (2018). energías renovables en el agro: Ecorobotix, la maquina agrícola que trabaja con energía solar y ahorra un 20% de herbicida. Recuperado de: <http://www.infocampo.com.ar/>
- Isik, C., Dogru, T., y Sirakaya, Y. (2017). A nexus of linear and non-linear relationships between tourism demand, renewable energy

- consumption, and economic growth: Theory and evidence. *International Journal of Tourism Research*, 38 - 49.
- Kara, F. (2015). Use of the Drawing-Writing Technique to Determine the Level of Knowledge of Pre-Service Teachers Regarding Renewable Energy Sources. *Journal of Education and Practice*, 6(19), 215 - 225.
- Lam, H. L., Varbanov, P. S., & Klemeš, J. J. (2011). Regional renewable energy and resource planning. *Applied Energy*, 88(2), 545-550.
- Navarro, J. (2016). Propuesta metodológica para la elaboración de planes nacionales de eficiencia energética para los países del Sistema de Integración Centroamericana (SICA). Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), México D.F.
- Peralta, A. A. (2018). Estudio experimental de un sistema de bombeo solar fotovoltaico en corriente continua (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa, Perú. Plá, J., Perez, M. D., & Durán, J. C. (2016). Energía solar fotovoltaica. *Energía Solar*.
- Radics, R. (2015). Forest bioenergy: Social, environmental and economic perspectives (Tesis doctoral). North Carolina State University, Raleigh, Estados Unidos.
- Ramírez, R. (2016). Estudio de impacto ambiental preliminar. GANADERA CATTE, propiedad del Señor Max Cattebeke Figueredo. Recuperado de http://archivo.seam.gov.py/sites/default/files/users/control/6471_ROCI%C3%93.RAMIREZ.pdf
- Revista Dinero. (2018). Colombia sigue atrasada en la implementación de energías renovables. *Revista Dinero*. Recuperado de: <https://www.dinero.com/pais/articulo/proceso-de-colombia-para-implementar-energias-renovables/257972>
- Reyes, A. (2016). Sistema energético híbrido solar-biomasa. Análisis, simulación de componentes e integración al proceso global (Tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Rincón, S., y Camargo, A. (2018). Energías renovables un futuro óptimo para Colombia. *Escuela de Negocios, Gestión y Sostenibilidad*, 1 - 16.
- Rivas, E. (2013). Energía Renovable para Usos Productivos Agroalimentarios en Centroamérica. Recuperado de <http://www.infoagro.go.cr/Documents/Salvador%20Rivas%201%20Energ%C3%ADa%20Renovable%20para%20Usos%20Productivos%20Agroalimentarios.pdf>
- Romo, L. (2016). Análisis de la producción científica en energías renovables (Tesis doctoral). Universidad de Extremadura, Badajoz, España.
- Rodríguez Murcia, H. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de ingeniería*, (28).
- Sánchez, A., Gallego, A., Escaño, J., y Camacho, E. (2018). Temperature homogenization of a solar trough field for performance improvement. *Solar Energy*, 165, 1 - 9.
- Sánchez-Jiménez, F. J., y González, J. A. (2018). Watermills: The Origin of the Use of Renewable Hydraulic Energy in Spain. *Industrial Archaeology Review*, 40(1), 2 - 10.

- Saini, P., Patil, D. V., & Powar, S. (2018). Review on integration of solar air heaters with thermal energy storage. In *Applications of Solar Energy*, 163 - 186.
- Solarte, A. 2010. Experiences in the production and use of alternative energy sources at the farm level in Colombia. Rome: FAO. Presentation for FAO technical consultation on how to make integrated food energy systems work and benefit small-scale farmers and rural communities in a climate-friendly way,
- Schoenung, S., y Keller, J. (2018). Distributed Power Generation and Energy Storage From Renewables Using a Hydrogen Oxygen Turbine. ASME 2018 Power Conference collocated with the ASME 2018 12th International Conference on Energy Sustainability and the ASME 2018 Nuclear Forum.
- Sunita, V., Faran, N., y Ganguly, S. (2018). A study on the renewable biomass energy in India. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 3(3), 8 - 9.
- Tsai, S., Xue, Y., Zhang, J., Chen, Q., Liu, Y., Zhou, J., y Dong, W. (2017). Models for forecasting growth trends in renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 1169 - 1178.
- Torres, C. A. B. (2006). Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Pearson educación.
- Torrez, J. A. C. (2017). Energías para el desarrollo agrario. *Apthapi*, 3(2), 579-592.
- Vázquez, M. (2018). Seguridad alimentaria y fuentes renovables de energía. Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (CUBASOLAR), Cuba. Recuperado de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar/Ecosolar45/HTML/articulo01N.htm>
- Vatsal, J. (2018). Life Cycle Cost of Solar Power Systems for Institutional Campus. *International Journal of Technical Innovation in Modern Engineering & Science (IJTIMES)*, 4(5), 362 - 365.
- Villarubia M. (2012). *Ingeniería de la energía eólica* (Vol. 5). Marcombo.
- Wiser, R., Barbose, G., Heeter, J., Mai, T., Bird, L., Bolinger, M., Carpenter, A., Heath, G., Keyser, D., Macknick, J., Mills, A., y Millstein, D. (2016). A Retrospective Analysis of the Benefits and Impacts of U.S. Renewable Portfolio Standards. Lawrence Berkeley National Laboratory and National Renewable Energy Laboratory.
- Zheng, Y., Jenkins, B., Kornbluth, K., Kendall, A., y Træholt, C. (2018). Optimization of a biomass-integrated renewable energy microgrid with demand side management under uncertainty. *Applied Energy*, 230, 836-844.
- Zuluaga, C. D., Pinto, A. D., y Garcés, A. (2015). Mejoramiento de la calidad de la potencia activa de un parque eólico empleando sistemas almacenadores de energía. *Épsilon*, (24), 11 - 30.