

# USO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS FINCAS FAMILIARES, SUS POTENCIALIDADES Y DESAFÍOS EN LA TRANSICIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA LOCAL

Por Dra. C. Leidy Casimiro-Rodríguez\*, Dr. C. Gabriel Hernández Ramírez\*\* y Dr. C. Giraldo Martín Martín\*\*\*

\*Universidad de Sancti Spíritus, Ave. de los Mártires, CP 60100, Sancti Spíritus, Cuba.

<https://orcid.org/0000-0002-0530-3786>

E-mail: leidy7580@gmail.com

\*\*Universidad de Holguín, Ave XX Aniversario, CP 80100, Holguín, Cuba.

<https://orcid.org/0000-0002-5920-8311>

\*\*\* Estación Experimental Indio Hatuey. España Republicana, Perico, CP 42500, Matanzas Cuba

<https://orcid.org/0000-0002-8823-1641>

## Resumen

Se realizó un estudio valorativo sobre el servicio eléctrico en el entorno rural, a partir de una revisión bibliográfica sobre la temática y un proceso de análisis y comprensión de la realidad y los problemas vinculados con las posibilidades de aprovechamiento de los recursos energéticos autóctonos, a partir de la aplicación de una entrevista semiestructurada y recorridos de campo en 10 fincas. Se propone, a partir de la experiencia de los autores y del análisis valorativo anterior, una metodología para la contextualización de estrategias en la transición hacia la soberanía energética de fincas familiares. Se exponen diferentes elementos históricos del contexto rural cubano en cuanto a la electrificación y uso de las fuentes renovables de energía (FRE), así como una metodología para la construcción participativa de soberanía energética en fincas familiares con criterios tecnológicos y de eficiencia que abarcan los requerimientos técnicos que intervienen en la calidad y gestión del servicio eléctrico (en vivienda y finca) y el aprovechamiento óptimo de la energía en los diferentes usos productivos, con énfasis en las FRE con tecnologías apropiadas. La metodología para la soberanía energética propuesta en una finca familiar puede contribuir a elevar la eficiencia en fincas, a la adaptación y mitigación del cambio climático y a elevar la calidad de vida de familias campesinas y sus comunidades. Se requieren políticas públicas locales que faciliten la contextualización de tecnologías apropiadas para el máximo uso de las FRE en la agricultura familiar.

**Palabras clave:** Fuentes renovables de energía, fincas familiares, transición energética local, soberanía energética.

## USE OF RENEWABLE ENERGIES ON FAMILY FARMS, THEIR POTENTIAL AND CHALLENGES IN THE TRANSITION OF THE LOCAL ENERGY MATRIX

### Abstract

An evaluative study on the electric service in the rural environment was carried out, based on a bibliographic review on the subject and a process of analysis and understanding of the reality and problems related to the possibilities of using indigenous energy resources, from the application of a semi-structured interview and field visits to 10 farms. Based on the authors' experience and the previous value analysis, a methodology for the contextualization of strategies in the transition towards energy sovereignty of family farms is proposed. Different historical elements of the Cuban rural context regarding electrification and the use of renewable energy sources (RES) are presented, as well as a methodology for the participatory construction of energy sovereignty in family farms with technological and efficiency criteria that cover the technical requirements

involved in the quality and management of the electric service (in housing and farm) and the optimal use of energy in the different productive uses, with emphasis on RES with appropriate technologies. The proposed methodology for energy sovereignty on a family farm can contribute to increase farm efficiency, climate change adaptation and mitigation, and improve the quality of life of rural families and their communities. Local public policies are required to facilitate the contextualization of appropriate technologies for the maximum use of FRE in family farming.

**Keywords:** Renewable energy sources, family farms, local energy transition, energy sovereignty.

## I. Introducción

Como objetivo de la Agenda de Desarrollo Sostenible hasta 2030 se encuentra el garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, en el que se valora la necesidad de aumentar sustancialmente el porcentaje de la energía renovable, mejorar la eficiencia energética y promover inversiones en infraestructuras y tecnologías no contaminantes, entre otros aspectos.

En este sentido la región latinoamericana ha abanderado la transición energética global al utilizar 56 % de renovables en la producción de electricidad en 2017 [Enerdata, 2019]; se destaca Costa Rica con casi 100 % de la electricidad que consume el país con fuentes renovables.

Por su parte, Cuba, en la actualización de su modelo económico ha trazado políticas en los últimos años para la transición hacia una matriz energética sostenible. Con el objetivo de alcanzar para el 2030 una generación de electricidad a partir de las fuentes renovables de energía (FRE), que transite de 5 % actual a 24 % en 2030, con lo cual se ahorrarían 1 800 000 toneladas de combustible [Paz, 2019].

Esto evidencia que aun cumpliendo esta meta el país seguirá dependiendo en su mayoría de recursos fósiles, por lo que cada estrategia que contribuya a elevar estas cifras tendrá un impacto relevante para la soberanía energética nacional.

Altieri y Toledo [2011] definen la Soberanía Energética como el derecho de personas, cooperativas o comunidades rurales, a tener acceso a la energía suficiente dentro de los límites ecológicos, y Bértiz [2020] plantea que es el autoabastecimiento por fuentes energéticas propias, acompañado por la posesión del conocimiento y las tecnologías para el aprovechamiento de estas fuentes. Este autor reconoce que no es concebible un desarrollo sostenible sin soberanía energética y basado en fuentes de energía que contaminen el medio ambiente y provoquen el cambio climático con sus posibles consecuencias catastróficas.

En el contexto de una finca familiar [Casimiro Rodríguez, 2016] la expone como la autogestión en un sistema que se autoabastezca en más de 75 % de la energía necesaria para la reproducción familiar y los procesos productivos a partir del uso de fuentes renovables. La autora destaca que es un proceso de transición que no debe evaluarse solamente en el contexto de la producción de alimentos, sino además en potenciar el confort y los medios de vida de las familias campesinas con estas energías limpias.

El Decreto Ley 345 de 2019 «Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía», en su artículo 2 declara: *Constituyen fuentes renovables de energía aquellas que se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales, entre las que se encuentran, por orden de prioridad la biomasa cañera; la energía solar por medio del uso de paneles fotovoltaicos, calentadores, secadores y otros; la energía eólica, con la instalación de aerogeneradores para generar electricidad y molinos a viento para el bombeo de agua; la biomasa no cañera con la utilización de recursos forestales, desechos de la industria otros; los residuos agrícolas, pecuarios, industriales desechos sólidos urbanos para la producción de biogás; los recursos hidroenergéticos; plantaciones agrícolas para la producción de biocombustibles, sin afectar la producción y el consumo de alimentos; y la energía del mar y otras que el desarrollo de la ciencia y la técnica permitan su utilización.*

En el Sector Estatal, a partir del uso de diferentes tecnologías para el aprovechamiento de las FRE, en 2019 se sustituyeron 1368,3 miles de toneladas equivalentes de petróleo [ONEI, 2020] (Tabla 1). La contribución del sector no estatal no se expone en las estadísticas; sin embargo, se reconoce su importancia para contribuir a la matriz energética sobre bases sostenibles, fundamentalmente en el entorno rural, por su capacidad para establecer diferentes tecnologías apropiadas que desde la pequeña escala pueden incrementar los índices de eficiencia energética con el uso de las FRE.

En la ruralidad cubana, el servicio eléctrico es un tema que merece especial atención, ya que desempeña un papel importante desde la dimensión social, económica y ambiental y ha influenciado históricamente procesos migratorios del campo a la ciudad. Precisamente en el contexto de fincas campesinas, por la diversidad de fuentes renovables de energía y el vínculo potencial de la familia con procesos de contextualización e innovación tecnológica, se da un espacio y una oportunidad estratégica para potenciar el uso de FRE con tecnologías apropiadas y de convertir estas fincas en escuelas prácticas de sostenibilidad y eficiencia sobre bases agroenergéticas.

El potencial de las tecnologías para el uso de energías renovables es mayor a nivel doméstico, pues los agricultores pueden elevar su eficiencia, llevar a cabo nuevas actividades con mayor valor agregado y acceder a recursos que de otra forma están siendo desaprovechados (energía solar, eólica, de la biomasa, hidráulica, híbrida).

En el contexto cubano, donde el gobierno se proyecta en leyes para el uso de las FRE, la soberanía alimentaria y el desarrollo de sistemas agroalimentarios locales sobre bases sostenibles, los usos productivos de la energía de forma eficiente, pueden contribuir a proporcionar nuevos servicios y productos de calidad en el mercado local, desde la pequeña escala de la agricultura familiar.

Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue realizar un análisis valorativo del servicio de electrificación rural en el contexto cubano y lo estratégico que resulta la aplicación de tecnologías apropiadas para el uso de las FRE en fincas familiares, así como presentar una propuesta metodológica para definir estrategias que contribuyan a la transición y soberanía energética en una finca familiar.

Tabla 1. Dispositivos generadores de energía renovable en uso y biomasa empleada como combustible; su oferta de energía renovable en el sector estatal, 2019

| Dispositivos generadores de energía renovable en uso | Unidad de medida | Cantidad | Oferta de energía renovable en el sector estatal (Miles de toneladas equivalentes de petróleo) |
|------------------------------------------------------|------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Molinos de viento                                    | U                | 3957     | 3,2                                                                                            |
| Digestores de biogás                                 | U                | 471      | 1,8                                                                                            |
| Plantas de biogás                                    | U                | 34       | 0,9                                                                                            |
| Arietes hidráulicos                                  | U                | 2        | 0                                                                                              |
| Hidroeléctricas (micro y minihidroeléctricas)        | U                | 150      | 12,4                                                                                           |
| Sistema de calentadores solares                      | U                | 1753     | 3,5                                                                                            |
| Sistema de paneles fotovoltaicos                     | U                | 4017     | 13,2                                                                                           |
| Aerogeneradores                                      | U                | 5        | 0,7                                                                                            |
| Parque eólico                                        | U                | 4        | 1,7                                                                                            |
| Otros (secadores solares, destiladores solares, etc) | U                | 97       | 0                                                                                              |
| Bagazo de caña (Incluye paja de caña)                | Mt               | 5195,3   | 1196,5                                                                                         |
| Leña                                                 | Mm <sup>3</sup>  | 924,3    | 130,4                                                                                          |
| Serrín de madera                                     | Mt               | 0,1      | 1                                                                                              |
| Cáscara de arroz                                     | Mt               | -        | 2,1                                                                                            |
| Desechos de café                                     | Mt               | -        | 0                                                                                              |
| Otros desechos forestales                            | Mt               | 0,9      | 0,7                                                                                            |
| Otros desechos agrícolas                             | Mt               | -        | 0                                                                                              |

Fuente: Elaboración propia a partir de ONEI [2020].

## II. Materiales y métodos

Se realizó un estudio valorativo sobre el servicio eléctrico en el entorno rural a partir de una revisión bibliográfica sobre la temática, y un proceso de análisis y comprensión de la realidad y los problemas vinculados con las posibilidades de aprovechamiento de los recursos energéticos autóctonos en fincas campesinas, a partir de la aplicación de una entrevista semiestructurada [Casimiro Rodríguez, 2016] y recorridos de campo en 10 fincas del oriente cubano.

Algunos aspectos de las entrevistas y recorridos se centraron en evaluar las infraestructuras de la vivienda y la finca, fuentes de abasto de agua y formas de riego, fuentes de abastecimiento de energía, entre otros criterios tecnológicos y socioculturales referidos al diseño y manejo de los sistemas agropecuarios, labores culturales y prácticas.

Las fincas fueron seleccionadas por su vínculo con el proyecto Biomás Cuba y al estar declaradas como escenarios en transición agroenergética con la aplicación de algunas tecnologías apropiadas como molinos de viento y biodigestores (tabla 2).

A partir de la experiencia de los autores y del análisis valorativo anterior, se propone una metodología para la contextualización de estrategias en la transición hacia la soberanía energética de fincas familiares. La metodología se concibió desde una visión integral que incluye criterios tecnológicos y de eficiencia que abarcan los requerimientos técnicos que intervienen en la calidad y gestión del servicio eléctrico (en vivienda y finca) y en el uso y aprovechamiento óptimo de la energía en los diferentes usos productivos, con énfasis en el aprovechamiento de las FRE con tecnologías apropiadas.

Tabla 2. Fincas escenarios de Biomás, escenarios de los recorridos de campo y entrevistas realizadas en este estudio

| Finca                     | Comunidad de Crédito y Servicio (CCS) | Municipio    | Área (ha) |           |
|---------------------------|---------------------------------------|--------------|-----------|-----------|
|                           |                                       |              | Propiedad | Usufructo |
| Tierra Brava              | Mariana Grajales                      | Guantánamo   |           | 6,02      |
| La Esperanza              | José Reyes                            | Jiguaní      | 27,84     |           |
| La Victoria               | José Martí                            | Bayamo       |           | 40        |
| El Valle de las Victorias | Mariana Grajales                      | Urbano Noris |           | 42,84     |
| Las Virtudes              | Mario Muñoz                           | Urbano Noris |           | 40,26     |
| Santa Ana                 | Ñico López                            | Jibara       | 5         |           |
| El Porvenir               | Mártires de Manatí                    | Manatí       |           | 26,84     |
| Los Peña                  | UBPC 13 de Marzo                      | Manatí       |           | 67,1      |
| Los Pinos                 | Mártires de Manatí                    | Manatí       | 19,05     |           |
| La Recompensa             | Niceto Pérez                          | Las Tunas    | 9         |           |

### III. Discusión y resultados

Antes del triunfo de la Revolución el mayor porcentaje de los obreros agrícolas y campesinos vivían en bohíos con piso de tierra, 90 % se alumbraban con kerosene y 30 % vivía a oscuras totalmente [O. Figueroa, 2004]. A partir de 1959 el proceso revolucionario tuvo una visión integradora que incluyó la transformación radical de las relaciones de propiedad sobre la tierra y distributivas a favor de los trabajadores rurales y del campesinado (1ra y 2da Leyes de Reforma Agraria otorgaron en propiedad alrededor de 2 millones de ha a familias campesinas); el

apoyo financiero, técnico material y comercial a los nuevos productores, la creación de industrias y servicios productivos, la modernización de la infraestructura productiva, el desarrollo científico-técnico y social en las esferas de la salud, educación comunitaria y la participación directa de las familias campesinas en el desenvolvimiento económico y social del campo [Figueroa, 2002].

Precisamente, a partir de 1966, hubo un proceso de arrendamiento de fincas campesinas y ventas al estado, bajo el principio de voluntariedad y más tarde la creación de las Cooperativa de Producción Agropecuarias



Fig.1. Área en propiedad de familias campesinas a partir del triunfo de la Revolución. Fuente: Casimiro Rodríguez [2016].

(CPA) en 1976. En estos procesos uno de los factores de convencimiento a las familias campesinas para dar este paso fue la posibilidad de trasladarse y vivir en modernas comunidades electrificadas.

Con la visión de progreso civilizatorio, la superación del bohío tradicional y el aislamiento espacial de la finca por la urbanización comunitaria, en 1987 (Fig. 1) más de 50 % de las tierras que estaban en propiedad campesina pasaron a propiedad del Estado o a las CPA.

Se establecieron de esta forma colectivos productivos de mediana superficie (alrededor de 600 ha) para constituir grandes parcelas mecanizables, sin cercas ni árboles de sombra, ni frutales. Este fue un proceso que socializaron todos los factores de la producción sin transiciones graduales, caracterizadas por la alta especialización y articulación mercantil con entidades estatales de suministro y acopio, la colectivización del autoconsumo y la autonomía restringida guiada por la democracia participativa, facilidades de créditos e insumos, además de otras ventajas como la construcción de modernas comunidades electrificadas y la posibilidad de pensión por jubilación de sus asociados [Douzant, 2009; Figueroa, 2002].

Aunque los motivos fueron nobles, buscando modernidad y el incremento de la producción, estas acciones contribuyeron a la pérdida de biodiversidad y tradiciones rurales, así como en el deterioro de un acervo cultural de campo en familias y territorios campesinos.

Por tales motivos, en 1990, solamente 12 % de las tierras era propiedad de familias campesinas en alrededor de 800 mil ha [Douzant, 2009; Rosset, 2011], la mayoría sin electrificación, aun las que estaban cerca de líneas principales o cercanas a pueblos o ciudades.

En este contexto es importante destacar que desde 1960, la electrificación rural se orientó institucionalmente hacia fines de contenido eminentemente social y de beneficio para la economía nacional. Se multiplicaron las redes eléctricas rurales y la electrificación de la población rural pasó de 4 % en 1960 a 79,4 % en 1992. Sin embargo, se siguió la política de llevar la electricidad principalmente a los asentamientos poblacionales, por razones económicas, la dificultad de electrificar casas y fincas dispersas y con el fin de promover una vida en comunidad que facilite el acceso de todos a los beneficios sociales de la vida urbana. No obstante, existen algunos programas y proyectos de colaboración que han apoyado el servicio eléctrico en sistemas campesinos y viviendas aisladas, mediante la instalación de plantas microhidroeléctricas y paneles fotovoltaicos fundamentalmente [Altshuler, 1998].

En la década de los 90 se autorizó a las familias en fincas campesinas, para que con medios y recursos propios electrificaran sus viviendas. Esto contribuyó a la alegría de muchas familias, aunque tuvieron que invertir importantes recursos para poder materializarlo.

Aunque algunos tuvieron la asesoría y acompañamiento de las empresas eléctricas territoriales, una gran parte establecieron «tendederas» que suministran el servicio a varias casas, sin la calidad y seguridad requeridas para

obtener el servicio de forma eficiente. A pesar de ello, en la actualidad aún se mantienen algunas fincas sin el servicio eléctrico, en mayor medida las que han sido otorgadas en usufructo.

De los recorridos de campo y las entrevistas realizadas se destacan diversos problemas en el uso de la energía de forma general y en los sistemas eléctricos en particular, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- Mal estado de las líneas eléctricas y acometidas
- Utilización de conductores sin el calibre adecuado
- Caídas de voltajes en los consumidores más alejados de la fuente
- No utilización de postes eléctricos convencionales
- Incorrectas instalaciones eléctricas en los interiores de las viviendas
- Ausencia de sistemas de riego eficientes; en el caso de las fincas que poseen algún sistema de riego estos son en su mayoría diésel a partir de turbinas con más de 40 años de uso y tuberías que presentan salideros y afectaciones
- Escaso uso de las FRE
- Poca presencia de Tecnologías Apropriadas para el uso de las FRE

En este sentido hay que destacar que la eficiencia energética no solo es importante desde la perspectiva del uso de fuentes de energía limpias y renovables, sino que, de forma general, se debe lograr un uso más eficiente del sistema energético sin reducir los niveles de producción, sin mermar la calidad del producto o servicio, ni afectar la seguridad o los estándares ambientales.

A todos los niveles resulta imprescindible un cambio hacia un modelo energético basado en dos pilares fundamentales, el uso de la FRE y la eficiencia energética. Esta última con resultados insuficientes por la no aplicación de la norma cubana NC ISO 50001:2018 en las empresas productivas y de servicios, que ocasionan derroche de portadores energéticos en los diferentes sistemas de alumbrado, clima, bombeo, térmicos, etc. Además, por no contar, en el caso de las fincas campesinas, con tecnologías efectivas y modernas para los sistemas de riego eficientes, la obtención de calor y electricidad para la conservación y beneficio de los alimentos (secado, procesamiento de cultivos, frutas y especias, refrigeración, congelación y almacenamiento), así como medios de transporte para el traslado y comercialización de los productos.

Se considera que, dentro de otros, el acceso a servicios de electricidad de calidad representa un elemento clave para el bienestar de las personas. Resulta necesario y estratégico, para promover la eficiencia en sistemas alimentarios locales y la eficacia en el servicio público, crear las condiciones para tener fincas campesinas y comunidades rurales con medios de vida adecuados e inspiradores, que eviten la migración del campo a la ciudad buscando modos de vida modernos y trabajos mejor remunerados lejos de la vida trabajosa del campo; lo que concuerda con [Rodríguez-Gámez, 2018].

Una de las fincas que no cuenta con el servicio convencional de electricidad, fue apoyada a través de un proyecto local con paneles fotovoltaicos que permiten a la familia contar con un mini refrigerador y algunas luces para alumbrado. Esta finca, en comparación con el resto, presenta niveles de vulnerabilidad mayores, por la imposibilidad de realizar diferentes labores y contar con equipos que dependen de este servicio, además por la lejanía a asentamientos urbanos, etc.

En este sentido, el uso de las fuentes renovables de energía (FRE) con tecnologías apropiadas (TA) y contextualizadas a un sistema socioecológico<sup>1</sup>, puede constituir elemento clave para lograr el autoabastecimiento de alimentos y energía con los recursos localmente disponibles y disminuir la dependencia de insumos externos, contribuir a la eficiencia sobre bases sostenibles, a la disminución de costos monetarios y ambientales y a elevar el nivel de vida de familias campesinas. Por tanto, contribuye a la resiliencia socioecológica y a disminuir la vulnerabilidad de una finca o comunidad ante los efectos del cambio climático u otros eventos que puedan afectar su capacidad de permanencia en el tiempo [Casimiro Rodríguez *et al.*, 2020].

En la mayoría de las fincas el potencial de las disímiles FRE no es aprovechado eficientemente, a lo que contribuye la inexistencia en el mercado nacional de tecnologías apropiadas y recursos para su instalación, puesta en marcha y mantenimiento, así como los altos costos de adquisición de aquellas tecnologías que se comercializan en el país, lo que imposibilita el acceso físico y económico por parte de las familias campesinas, elementos que coinciden con Casimiro Rodríguez *et al.* [2019].

Los diversos actores del tejido institucional cubano deben prestar especial atención al fomento de diversas tecnologías que inciden en el aprovechamiento de las FRE y en la eficiencia de las fincas agropecuarias desde todas sus aristas (energética, económica, ambiental, sociopolítica, cultural), pues el país, dentro de varias ventajas, dejaría de otorgar subsidios para la electrificación de viviendas y el uso de combustibles fósiles en la producción agropecuaria y reutilizar esos recursos en la contextualización de una amplia gama de posibilidades tecnológicas para la soberanía energética local, incorporando acciones colectivas y participativas.

Hoy hay avances importantes, el Estado cubano tiene como política fortalecer la autonomía y el autoabastecimiento municipal, el desarrollo de las FRE y la sostenibilidad del modelo de desarrollo. Se han aprobado el Decreto-Ley 345 del 2017 «Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía», la Resolución 435 del 2017 que establece precios de compra para la energía eléctrica-fotovoltaica generada por productores independientes y del sector no residencial y la

Norma Cubana NC ISO 50001:2018, «Sistema de Gestión Energética-Requisitos», aplicable a todas las organizaciones, incluidas las político-administrativas, el Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático aprobado por el Consejo de Ministros el 25 de abril de 2017 «Tarea Vida» (Tarea No. 8), Directiva 1238 del Ministerio de Economía y Planificación «Desarrollo, mantenimiento y sostenibilidad de las FRE y el uso eficiente de la energía» y OM-395 del Ministerio de Energía y Minas «Aprovechamiento de residuales para la producción de Biogás».

Además, existen investigaciones, experiencias de trabajo y metodologías validadas para desarrollar la capacidad de gestión energética en municipios cubanos, financiadas por los programas de Ciencia y tecnología como los Proyectos No Asociados al Programa Ramal Nuclear, del Citma y proyectos nacionales del Programa de Desarrollo sostenible de las fuentes renovables de energía, Minem, donde se destacan la Metodología para la gestión de la energética en los procesos de desarrollo del municipio, aplicada en 11 municipios y la Metodología de acompañamiento a gobiernos municipales para elaborar subprogramas de autoabastecimiento energético local basados en las potencialidades locales, y con enfoque de cadenas productivas, validada en dos municipios.

Todo ello contribuye de una forma u otra a la transición energética a partir del aprovechamiento de las FRE; sin embargo, a nivel de finca no hay una política definida que apoye directamente estas proyecciones. De la bibliografía consultada, a nivel de finca se encuentran los resultados de investigaciones de especialistas del proyecto Biomás Cuba (financiado por la Cooperación Suiza y ejecutado por la Estación Experimental Indio Hatuey) y [R. Casimiro, L, 2016], que contribuyen de forma integral, desde la ciencia y la práctica en la pequeña escala, a la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas<sup>2</sup> sostenibles y resilientes en Cuba.

La materialización de estrategias en la autogestión de la energía en fincas familiares beneficiadas por el proyecto Biomás mediante fuentes renovables, ha tenido impactos significativos, en los que se destacan las soluciones tecnológicas de bioenergía en más de 200 escenarios demostrativos, que incluyen diversas fincas familiares en diversos municipios cubanos, con la creación de capacidades de producción y uso de biogás, biodiésel y gasificación, el mejoramiento y reforestación de miles de ha de suelos, la producción de miles de t de bioabonos cada año desde 2009 que marcó el inicio del proyecto, formulación e implementación de estrategias locales de producción de alimentos y bioenergía en alianza con gobiernos y actores claves de los municipios beneficiados, así como una nota-

<sup>1</sup> Sistema socioecológico: sistemas complejos y adaptativos, en los que las sociedades humanas son parte de la naturaleza. Consiste en una unidad «bio-geofísica» y sus actores e instituciones sociales asociados e interrelacionados. Los sistemas socioecológicos son complejos y adaptables y están delimitados por límites espaciales o funcionales que rodean ecosistemas particulares y sus problemas contextuales.

<sup>2</sup> Finca agroenergética: «la explotación productiva donde se desarrollan, mejoran y evalúan tecnologías e innovaciones para producir, de forma integrada, alimentos y energía, la cual se utiliza como insumo para producir más alimentos en la propia finca, con el propósito de mejorar la calidad de vida rural y proteger el ambiente». Concepto que se implanta en los escenarios donde se ejecuta el proyecto para provocar un tránsito desde fincas agropecuarias a agroenergéticas.

ble incidencia en políticas públicas nacionales y sectoriales, entre otros.

Sin embargo, se requieren metodologías específicas para la transición hacia una soberanía energética integral en fincas, que incluyan criterios de eficiencia y requerimientos técnicos que intervienen en la calidad y gestión del servicio eléctrico (en vivienda y finca) y en el uso y aprovechamiento óptimo de la energía en los diferentes usos productivos, con énfasis en las FRE con tecnologías apropiadas.

### Propuesta metodológica para transición y soberanía energética y la aplicación de tecnologías apropiadas en fincas familiares

La transición energética se garantiza mediante el despliegue de las energías renovables, implicando menor afectación al medioambiente y el cuidado del entorno, con el consiguiente beneficio de la sostenibilidad. Además, favorecen en gran medida el autoconsumo y la autonomía, coadyuvando a que los sistemas sean más autosuficientes en la gestión de la energía.

El consumo de energía está sujeto a las variaciones en el nivel socio-económico del campesinado, e influenciado por los desarrollos técnico y económico del país que pueden facilitar la introducción y disponibilidad de equipos domésticos y tecnologías agrarias energéticamente más eficientes y respetuosas con el medioambiente.

Las necesidades de una familia campesina en cuanto a la energía se pueden clasificar en dos tendencias según [Hernández, 2020]:

- Necesidades domésticas para la cocción y conservación de alimentos, el acondicionamiento térmico de los hogares para aumentar el confort, calentamiento de agua, la iluminación de los hogares, el acceso a información o entretenimiento, entre otros
- Necesidades de los usos productivos que generan bienes, servicios, ingresos y empleos dignos.

Dependiendo de las condiciones locales de la finca, las tecnologías para el uso de la energía en sistemas aislados se pueden diferenciar en base al tipo de fuente energética aprovechada:

- No renovable: motores diésel, baterías, electrificación convencional.
- Renovable: sistemas eólicos, solares, hidráulicos, biomasa o hídricos.

Con el objetivo de aplicar diferentes estrategias para la transición hacia la soberanía energética en fincas familiares, se propone la siguiente metodología (Fig. 2).

#### 1. Estudio de eficiencia energética

- Sistema de generación alternativa en asentamientos rurales [Hernández, 2020].
- Determinación del Índice de Soberanía Energética [Casimiro Rodríguez, 2016].



Fig. 2. Metodología para la soberanía energética en una finca familiar.

- Determinación del Índice de Aprovechamiento de Fuentes Renovables de Energía con Tecnologías Apropriadas (IAFRE) [R. Casimiro, L., Casimiro, González, J. A., Suárez, Hernández, J., Martín, Martín, G. J., Navarro, Boulandier, Marlen & Rodríguez Delgado, I., 2020].

#### 2. Evaluación de potencial para uso de las FRE

1. Determinación de la ubicación geográfica, levantamiento topográfico y variables climatológicas de la finca tipo. Evaluación del potencial de energía en la biomasa, eólica, solar e hidráulica mediante instrumentos de medición. Se recomienda el uso del Atlas de Bioenergía (Cuba, 2018) el software «RETScreen Expert» [Nasa, 2016], el mapa de radiación solar de Cuba, citado (Hernández, 2020), y el Atlas Eólico de Cuba creado por el INSMET en el 2013 citado [Moreno, 2017].
2. Determinación del potencial energético por meses del área de estudio que se puede generar con un sistema de generación de energía alternativa para dimensionar la instalación.

#### 3. Propuesta estratégica para elevar el índice de SE con TA

1. Capacitación sobre uso de las FRE con TA a las familias campesinas.
2. Realizar un perfil de carga diaria de la finca tipo para necesidades domésticas y productivas. Dimensionamiento de la FRE disponibles que permitan suplir la demanda de energía para todas las estaciones del año.
3. Concepción participativa de la estrategia de transición (se pueden proponer diferentes rutas).
4. Estudio de factibilidad económica de las diferentes rutas de transición y selección de la mejor alternativa según análisis y contexto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Fuente de energía, tecnologías y aplicaciones comunes a tener en cuenta en la propuesta estratégica

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Energía solar      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bombas fotovoltaicas para riego y agua potable</li> <li>Uso directo para iluminación, calentamiento de agua, descascarado, refrigeración, acondicionamiento, transportación; cocción, secado y deshidratación de alimentos para consumo y conservación</li> <li>Sistemas fotovoltaicos a pequeña escala para abastecer la red eléctrica en una vivienda o comunidad, cercas eléctricas, etc.</li> <li>Abastecimiento de ganado, bombas de aireación solar para estanques, luces solares para la seguridad del ganado e incubadoras de aves de corral</li> </ul> |
| Energía eólica     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Generar energía eléctrica para consumo directo o almacenamiento</li> <li>Utilizar directamente la energía mecánica en bombeo de agua, refrigeración o transformación de alimentos</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Micro-hidroenergía | <ul style="list-style-type: none"> <li>Uso directo, trituradoras, molinos, motores eléctricos para actividades de procesamiento.</li> <li>Generación de electricidad domiciliar a partir de la escorrentía fluvial</li> <li>Arietes hidráulicos</li> <li>Bombas vaqueras</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Energía de biomasa | <ul style="list-style-type: none"> <li>Digestores anaeróbicos: biogás para cocinar, alumbrar y hacer funcionar motores, incluido el transporte</li> <li>Gasificadores de residuos de biomasa para el funcionamiento de máquinas de vapor</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

#### 4. Implementación de la estrategia y contextualización de TA

1. Adquisición de todo el equipamiento e insumos necesarios para la ejecución del proyecto.
2. Acondicionamiento del área para el montaje.
3. Montaje, instalación y puesta en funcionamiento.

#### 5. Evaluación y sistematización

1. Comprobación de los parámetros técnicos del suministro de la energía.
2. Evaluación de los impactos y resultados esperados de la estrategia de transición.
3. Sistematización de las buenas prácticas.
4. Rediseño de la estrategia (si fuera necesario).

#### Reflexiones finales

La propuesta tiene como objetivo, en el corto plazo, contribuir a la concepción y materialización de estrategias de transición energéticas a partir de información variada ajustada al contexto de cada finca. En el largo plazo y a través de aplicaciones periódicas, permite mostrar el pro-

greso y la dinámica de la transición para realizar ajustes y elevar los indicadores de eficiencia. En ambos casos puede contribuir a procesos efectivos de toma de decisiones para la soberanía energética.

Las estrategias para la soberanía energética en fincas familiares contribuyen a la eficiencia y la disminución de las pérdidas en transmisión y distribución por la generación cerca del lugar de consumo; en concordancia con [Bérriz, 2020]; mientras la red local sea más pequeña, las pérdidas serán menores y por lo tanto, el sistema será más eficiente.

Estas estrategias contribuirán a reducir la vulnerabilidad de la agricultura familiar ante el cambio climático, a mejorar los medios de vida rural, tecnificar y diversificar la producción agropecuaria y fomentar nuevos empleos en actividades no tradicionales en el campo cubano.

Facilitar el aprovechamiento de las FRE con TA en fincas campesinas, como parte de políticas públicas en Cuba, puede mejorar y ampliar las infraestructuras y equipamientos que promuevan autonomía e identidad locales, con la oferta de productos y servicios que no dependan de importaciones y que pueden fomentar el progreso económico del medio rural con el uso de los recursos localmente disponibles; además, la posibilidad de fortalecer vínculos efectivos y educativos con el resto de la comunidad para una sociedad próspera y sostenible.

Para sistemas alimentarios locales y soberanos se requiere la aplicación de tecnologías de energía renovable que eleven la eficiencia en la producción y mejoren el procesamiento y beneficio de los productos agrícolas.

En los últimos años, en el mercado internacional, existe un gran avance en tecnologías modernas para la pequeña escala y el uso de las FRE, a precios económicos que pueden asumir las familias campesinas con recursos propios o a partir de las posibilidades que otorga la ley para el otorgamiento de créditos, tanto a personas naturales como jurídicas no estatales, para la adquisición de equipos que utilicen las FRE.

El estado cubano debe establecer mercados locales con acceso físico y económico, a tiempo completo, de tecnologías para el uso de energías renovables, recursos e insumos para mejorar la eficiencia energética, la calidad y sostenibilidad de la producción agropecuaria, el procesamiento y el tratamiento pos cosecha.

Las familias campesinas, de forma general, tienen poca contribución a los GEI a nivel mundial, pero se ven afectados por el cambio climático dado que sus medios de vida dependen de ecosistemas y recursos sensibles al clima. Existen sobradas justificaciones, económicas, ambientales y socioculturales para acelerar la transición a la energía renovable, y para revertir las limitaciones que la baja electrificación y el escaso acceso a la energía tienen en la producción agrícola y el procesamiento pos cosecha, en concordancia con [RESA, 2020].

Políticas locales coherentes deben estar encaminadas, entre otros aspectos, a facilitar soluciones de energía renovable asequible y productiva a los pequeños agricultores, establecer vínculos y redes funcionales para la ampliación, acceso y financiación a estas tecnologías y facilitar procesos de capacitación y desarrollo de capacidades para las familias y jóvenes campesinos.

#### IV. Conclusiones

En el contexto rural cubano de la agricultura familiar se requieren políticas públicas y metodologías específicas que apoyen su eficiencia en el uso de la energía a partir del uso de las fuentes renovables, lo que apoyará a su vez la calidad de vida de las familias campesinas, su resiliencia y adaptación al cambio climático.

La propuesta metodológica para transitar hacia la soberanía energética en fincas, puede contribuir a la toma de decisiones efectivas y a la concepción estratégica y participativa de rutas que permitan la contextualización de tecnologías apropiadas, la autogestión y la eficiencia energética en sistemas campesinos.

#### V. Recomendaciones

Se recomienda aplicar y validar la metodología propuesta en fincas campesinas cubanas y sistematizar las experiencias y buenas prácticas.

#### VI. Referencias bibliográficas

- ALTIERI, M. A. & TOLEDO, V. M. (2011). The Agroecological Revolution of Latin America: Rescuing Nature, Securing Food Sovereignty and Empowering Peasants. *The Journal of Peasant Studies*, 38 (3). ISSN: 0306-6150 (print); 1743-9361 (web).
- ALTSHULER, J. (1998). Impacto social y espacial de las redes eléctricas en Cuba. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona, No. 18. ISSN: 1138-9788.
- BÉRRIZ PÉREZ, L. (2020). Un sistema energético superior para la transición hacia el desarrollo sostenible. En *CD XIV Taller Internacional Cubasolar 2020*. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISBN: 978-959-7113-60-7.
- CASIMIRO RODRÍGUEZ, L. (2016). *Bases metodológicas para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba*. Universidad de Antioquia, Medellín. Colombia. (244)
- CASIMIRO RODRÍGUEZ, L., CASIMIRO GONZÁLEZ, J. A., SUÁREZ, J., MARTÍN, G. J. & RODRÍGUEZ, I. (2019). Índice de aprovechamiento de fuentes renovables de energía, asociadas a tecnologías apropiadas en fincas familiares en Cuba. En *Pastos y Forrajes*, vol. 42, pp. No. 4, 253-261. ISSN: 2078-8452 (edición en Línea), 0864-0394 (Edición Impresa).
- CASIMIRO RODRÍGUEZ, L., CASIMIRO GONZÁLEZ, J. A., SUÁREZ, HERNÁNDEZ, J., MARTÍN G. J., NAVARRO, M. & RODRÍGUEZ, I. (2020). Evaluación de la resiliencia socioecológica en escenarios de agricultura familiar en cinco provincias de Cuba. *Pastos y Forrajes*, 43 (4). ISSN: 2078-8452 (edición en Línea), 0864-0394 (Edición Impresa).
- CUBA, A. D. B. (2018). *Sector Agropecuario y Forestal*.
- DOUZANT, D. (2009). Cuba: ¿La vuelta de los campesinos? *Anuario Americanista Europeo*, 6 (7), de CEISAL (Consejo Europeo de Investigaciones Sociales de América Latina). ISSN: 1729-9004.
- ENERDATA (2019). Global Energy Statistical Yearbook 2019. Share of renewables in electricity production. In <https://www.enerdata.net/about-us/company-news/energy-statistical-yearbook-updated.html> (Ed.).
- FIGUEROA, V. M. (2002). Cuba: One Experience of Rural Development. En: V. K. Ramachandran y M. Swaminathan, eds. *Agrarian Studies. Essays on Agrarian*. ISBN: 9781842773161.
- FIGUEROA, O. (2004). Eficiencia del Sistema de iluminación exterior para garantizar la seguridad en la Empresa Ernesto Che Guevara de la Serna.
- HERNÁNDEZ, G. (2020). Sistema de generación alternativa en asentamientos rurales. En *CD XIV Taller Internacional Cubasolar 2020*. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISBN: 978-959-7113-60-7.
- MORENO F., C., ROQUE RODRÍGUEZ, A. E., CASTRO FERNÁNDEZ, M., SANTOS FUENTEFRÍA, A., ÁLVAREZ ESCUDERO, L., MITRANI ARENAL, I. & DÍAZ CONCEPCIÓN, A. (2017). *Doce preguntas sobre energía eólica* (Vol. 1). La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar, vol. 1, ISBN: 978-959-7113-51-5.
- NASA, R. (2016). Software de Gestión de energías limpias.
- ONEI (2020). Anuario Estadístico de Cuba 2019.
- PAZ P., Y. (2019). Fuentes de energía renovables: más desarrollo, más eficiencia. Consultado: 22 de Julio de 2021. Retrieved: <https://www.cubahora.cu/sociedad/fuentes-renovables-de-energia-mas-desarrollo-mas-eficiencia-mapa>.
- RESA. (2020). *Renewable Energy for Smallholder Agriculture*.
- RODRÍGUEZ-GÁMEZ, M., VÁZQUEZ-PÉREZ, A., VÉLEZ-QUIROZ, A.M., & SALTOS-ARAUZ, W.M. (2018). Mejora de la calidad de la energía con sistemas fotovoltaicos en las zonas rurales. *Revista Científica*, 33 (3), pp. 265-274. DOI: <https://doi.org/210.14483/23448350.23413104>.
- ROSSET, P. M., MACHÍN, B., ROQUE, ADILEN & ÁVILA, DANA R. (2011). The Campesino-to Campesino Agroecology Movement of ANAP in Cuba. *Journal of Peasant Studies*, 38 (1). ISSN: 0306-6150 (print); 1743-9361 (web).

Recibido: 5 de agosto de 2021.

Aceptado: 31 de agosto de 2021.