



REVISTA CIENTÍFICA TRIMESTRAL DE CUBASOLAR

**REVISTA CIENTÍFICA de las
FUENTES RENOVABLES de ENERGÍA**

78

DIRECTOR GENERAL

Dr. C. Luis Bériz Pérez

EDITORES

M.Sc. Madelaine Vázquez Gálvez
Ing. Jorge Santamarina Guerra

CONSEJO EDITORIAL

M. Sc. Ramón Acosta Álvarez
Dr. C. Luis Bériz Pérez
M. Sc. Ricardo Bériz Valle
Dra. C. Leidy Casimiro Rodríguez
Ing. Otto Escalona Pérez
Dra. C. Dania González Couret
Ing. Miguel González Royo
Dr. C. José A. Guardado Chacón
Lic. Bruno Henríquez Pérez
Ing. Nilo Ledón Díaz
M. Sc. Martha Mazorra Mestre
Dr. C. Conrado Moreno Figueredo
Dr. C. Rafael Parás Cuza
Dr. C. Daniel Stolik Novygrod
M. Sc. Madelaine Vázquez Gálvez
Dra. C. Elena Vigil Santos

DISEÑO Y COMPOSICIÓN

Alejandro F. Romero Ávila

WEB MASTER

Jesús Guillermo Gil Delgado
Omar Dieppa Castellanos

RELACIONES PÚBLICAS

Mabel Blanco de la Cruz

Eco Solar, no. 78 / 2021

Revista científica de las
fuentes renovables de energía
octubre-diciembre, 2021
ISSN-1028-6004
RNPS-2220



CETER



DIRECCIÓN

Calle 20, No. 4113, e/ 18A y 47
Playa, La Habana, Cuba
TEL.: (53) 72040010; 72062061
E-MAIL: madelaine@cubasolar.cu
HTTP://www.cubasolar.cu



CONTENIDO

DIAGNÓSTICO PARA MEDIR BRECHAS DE GÉNERO A TRAVÉS DE INDICADORES.

ESTUDIO DE CASO GUASASA.....3

Alina Martínez Plasencia, Roberto Sosa Cáceres y Alfredo Curbelo Alonso

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CLASE DE LAS TURBINAS EÓLICAS EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DE CUBA Y EN ZONAS PRE-MONTAÑOSAS.....8

José Augusto Medrano Hernández, Conrado Moreno Figueredo y Julio E. Vaillant Rebolla

DISTINTAS PREGUNTAS CON IGUALES RESPUESTAS. EL ABC DE LA TECNOLOGÍA DEL BIOGÁS EN CUBA.....13

José Antonio Guardado Chacón

USO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS FINCAS FAMILIARES, SUS POTENCIALIDADES Y DESAFÍOS EN LA TRANSICIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA LOCAL.....19

Leidy Casimiro-Rodríguez, Gabriel Hernández Ramírez y Giraldo Martín Martín

LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA DE CUBA.....28

Daniel Stolik Novygrod

UNA MIRADA AL CONSUMO DE PLANTAS COMESTIBLES NO CONVENCIONALES DURANTE EL PERIODO ESPECIAL EN CUBA.....34

Laura Beatriz Montes de Oca Vázquez

editorial
cubasolar

DIAGNÓSTICO PARA MEDIR BRECHAS DE GÉNERO A TRAVÉS DE INDICADORES. ESTUDIO DE CASO GUASASA

Por M.Sc. Alina Martínez Plasencia*, Dr.C. Roberto Sosa Cáceres* y Dr.C. Alfredo Curbelo Alonso*

*Centro de Gestión de Información y Desarrollo de la Energía. Ave 47, No 4113, e/41 y 47.

Reperto Miramar, Playa. La Habana.

E-mail: amartinez@cubaenergia.cu

Resumen

El género y la energía, no solo tienen un aporte teórico práctico, sino en la forma de transformar la realidad en el área rural en relación con la participación activa de la mujer en la vida comunitaria y las oportunidades para su crecimiento personal. Muy pocas mujeres están involucradas en temas de energía y en la planificación energética; y aún menos mujeres están formadas en el enfoque de género por lo que no es común que hablen de las necesidades de las mujeres.

Incorporar el análisis de género durante el diseño, implementación y monitoreo de una iniciativa o proyecto energético trae como resultado mejorar la eficiencia e incrementar los beneficios de estas iniciativas y detectar brechas de género.

Este artículo tiene como objetivo aplicar una metodología basada en un diagnóstico participativo rural para mejorar las condiciones de vida de las áreas rurales, Caso Guasasa.

Estos temas son oportunos para el área rural y en especial para las mujeres que usen, conserven, conozcan y participen de los beneficios que ofrecen los diferentes recursos energéticos.

Palabras clave: Género, desigualdades, energía, brechas.

DIAGNOSIS TO MEASURE GENDER GAPS THROUGH INDICATORS. GUASASA CASE STUDY

Abstract

Gender and energy not only have a practical theoretical contribution, but also in the way of transforming reality in the rural area in relation to the active participation of women in community life and opportunities for their personal growth. Very few women are involved in energy issues and energy planning; and even fewer women are trained in the gender approach, so it is not common to talk about the needs of women.

This article aims to apply a methodology based on a participatory rural diagnosis to improve the living conditions of rural areas. Guasasa case.

These issues are appropriate for the rural area and especially for women, who use, conserve, know and share the benefits offered by different energy resources.

Keywords: Gender, inequalities, energy, gaps.

I. Introducción

En estos tiempos existe la percepción generalizada de que los proyectos de energía son neutrales en cuestiones de género [UNDP, 2000]. Pero esta presunta neutralidad resulta no ser tal, lo que se traduce en impactos diferentes en hombres y mujeres, es decir, en discriminaciones y situaciones de desigualdad.

Desde hace varios años el costo de las energías renovables ha descendido a nivel mundial gracias al desarrollo de nuevas tecnologías que mejoran su eficiencia, así como al creciente apoyo político que ha recibido de la comunidad internacional por sus numerosos beneficios. En la actualidad, el clima de consenso es a favor del impulso a las tecnologías de energía limpia y sostenible [Irena, 2014].

Los hombres y las mujeres participan en las diferentes actividades y tienen diferentes necesidades energéticas por sus roles de género, y por lo tanto la falta de energía o la falta de acceso, es decir, la posibilidad de usar algún recurso energético, tiene diferente impacto en hombres y en mujeres. Los estudios establecen que las mujeres son las principales usuarias de la energía, ya sea por sus distintas tareas productivas (producción de alimentos o de iniciativas de comercio), como rurales, o por su trabajo doméstico no remunerado para la reproducción de sus familias [Larrea, 2006].

De lo anterior se puede inferir que la transversalización de género en proyectos energéticos ha generado una mayor evidencia empírica en proyectos energéticos de pequeña escala, mayoritariamente comunitarios y centrados en tecnologías renovables [Energía, 2011c; PNUD, 2007], no significa que las consideraciones de género sean exclusivas para este tipo de proyectos.

Las experiencias, estudios y análisis demuestran que en los proyectos se debe incorporar el enfoque de género para trazar mejores estrategias oportunas y disponer adecuadamente de los recursos. De la misma manera, difícilmente se podrá realizar el monitoreo y seguimiento de los aspectos de género si el proyecto no ha sido concebido, formulado y aplicado siguiendo tal enfoque [UNDP, 2004].

Cabe resaltar la necesidad de disminuir estas desigualdades a través de la participación de las mujeres y el uso de su conocimiento sobre el manejo de los recursos naturales. Su capacitación como usuarias de tecnologías energéticas pueden ser herramientas que aseguren la sostenibilidad de un proyecto de energía [CIM, 2004].

El concepto de género hace referencia a las diferencias socialmente construidas que existen entre hombres y mujeres, en contraposición al concepto de sexo que se refiere a las diferencias exclusivamente biológicas [Moser, 1995]. De esta manera, el enfoque de género permite expandir los beneficios específicos del proyecto e influir en otras actividades, como las de desarrollo de capacidades o las de generación de ingresos, al apreciar las potencialidades de sus actuaciones. Tener en cuenta las cuestiones de género, es también clave para garantizar la eficacia y eficiencia de las operaciones energéticas y su mantenimiento, así como para la sostenibilidad de los sistemas energéticos, que están determinados por quién está involucrado en ellos y capacitado [Skutsch, 1997].

Para que una perspectiva de desarrollo sea efectiva, eficiente y sostenible, es necesario comprender los diferentes roles que mujeres y hombres desempeñan en el sistema energético y en la gestión de los recursos energéticos, derivados de los roles sociales asignados a cada de ellos, en tanto la forma en la cual se produce, distribuye y consume la energía puede ayudar a eliminar o a ensanchar las brechas de género en las condiciones de salud, educación, bienestar y actividades productivas de mujeres y hombres, niñas y niños. Esto es posible lograrlo a través de proyectos con enfoque de género [Tremosa, 2007].

Se concuerda con los resultados de diagnósticos de género realizados en sitios de intervención seleccionados, que muestran que las mujeres rurales suelen tener menos acceso a los recursos (financieros, equipamiento, información y capacitación) que los hombres, y por tanto ejercen menos control sobre los mismos. Así como el hecho constatado en las áreas rurales de que las mujeres tienen menos conocimientos que los hombres y que sus experiencias son menos consideradas, por lo que incorporar el enfoque de género en las políticas, programas y proyectos energéticos, supone introducirlo en todas y cada una de sus fases: identificación, formulación, aplicación, monitoreo y evaluación [Dutta, 2003].

Se considera el concepto de brecha de género como una construcción analítica y empírica que surge de la diferencia entre las categorías de una variable en relación a las tasas masculinas y femeninas. Destaca las desigualdades existentes entre hombres y mujeres en cualquier ámbito en relación al nivel de participación, acceso a oportunidades, derechos, poder e influencia, remuneración y beneficios, control y uso de los recursos que les permiten garantizar su bienestar y desarrollo humano. Los indicadores miden la magnitud de la brecha. Además, las brechas y los indicadores de género se expresan en todas las áreas del desempeño económico, social, cultural, y con perspectiva de desarrollo [BIG, 2014].

El trabajo está dirigido a «aplicar una metodología basada en un diagnóstico participativo rural para mejorar las condiciones de vida de las áreas rurales. Caso Guasasa».

II. Metodología

En este trabajo vamos a dar cumplimiento al objetivo que se ha formulado a través de una metodología de diagnóstico participativo rural. Se utilizan como herramientas de la investigación la evaluación de la experiencia empírica, las entrevistas, las visitas de campo y el análisis y síntesis de la información recolectada.

Este enfoque permite fundamentar las conclusiones sobre un fenómeno tan complejo como la reducción de brechas de género o desigualdades en la comunidad Guasasa, no sobre una base teórica de generalización a distancia de hechos sobre los que se tiene conocimiento por referencia, sino a partir de la realidad, de la práctica real.

Las exigencias de este método de trabajo sobre el análisis de la información recolectada son muy altas. Esta información estará permeada por el conjunto de circunstancias específicas en que se desarrolla el proyecto en cuestión, y que muchas veces se convierten en variables implícitas de análisis.

La metodología se aplica siguiendo las siguientes etapas a través de un Diagnóstico Participativo Rural.

Con el fin de lograr la información requerida para realizar el análisis de la situación de género de la comunidad, se trabajó con dos grupos metas diferentes: los líderes comunitarios y los representantes de cada familia de la comunidad.

Entrevistas a líderes de la comunidad

Con el objetivo de conocer aspectos sociales y de condiciones de vida de la población se entrevistaron a líderes de la comunidad.

Encuesta a representantes de cada familia

Se aplicó por los expertos del proyecto de manera individual en locales con las condiciones adecuadas para realizar la misma con privacidad y buenas condiciones.

Esta encuesta estaba dirigida a establecer indicadores seleccionados para poder caracterizar la situación de género y el uso de la energía en la comunidad.

Herramienta de recogida de información

Para la recogida de información primaria se ha utilizado un cuestionario estructurado individual y comunitario, con los indicadores de género y energía.

1. Caracterización sociodemográfica del sitio (Guasasa)
2. Datos sobre la situación laboral
3. Convivencia
4. Uso del tiempo
5. Percepción de la calidad de vida
6. Presencia de estereotipos, valores y actitudes sexistas.
7. Uso y consumo de la energía.

Las fuentes de información consultadas son diversas, tales como revistas de investigación, libros, actas, congresos, catálogos, páginas webs, etc., que pertenecen a distintas disciplinas científicas, fundamentalmente la sociología, la geografía, la psicología y el campo de las energías renovables.

Análisis de género según encuestas:

a) Estructura por edades.

Es una población relativamente joven, con solo 11 % con más de 65 años, mientras que los jóvenes y adolescentes con menos de 21 años representan 22 % del total, según se puede observar en la Fig. 1. Población de la Comunidad.

La participación de mujeres en el total de población de la comunidad es de 44 %, predominando de manera significativa las edades menores de 21 años y con muy poca presencia en las de más de 65 años (Fig. 1).

b) Estado civil.

De las personas con más de 15 años, 57 % mantiene relaciones matrimoniales estables, los solteros representan 39 % de la población, y de ellos 28 % son mujeres.

c) Nivel escolar.

El 82 % de la población tiene nivel secundario o superior. En el caso de las mujeres este porcentaje es de 84 %.

d) Formación.

Solo 15 % de la población tiene una formación especializada como técnico medio o universitario. En el caso de las mujeres es de 23 %.

e) Ocupación.

De la población con más de 21 años, realizan actividad económica que produce ingresos, 69 %; 48 % lo hace en instituciones estatales, y son jubilados 17 % de este sector de la población. En el caso de las mujeres, 46 % realizan actividades económicas con ingresos, para el estado lo hace 42 %, y 23 % son jubiladas y el resto amas de casa.

f) Ingresos.

En la comunidad, 70 % de la población que realiza actividad económica que le proporciona ingresos declara cifras inferiores a los 500 pesos mensuales. En el caso de las mujeres este grupo representa 69 %.

g) Roles predominantes.

Se verifica que los hombres se enfocan en el rol productivo, mientras que las mujeres, aun en el caso de las que realizan actividades que le brindan ingresos económicos, su rol fundamental es el reproductivo.

h) En cuanto a la energía.

Por su ubicación, la comunidad Guasasa se encuentra a 26 km de las líneas de transmisión eléctrica, por lo que, en la actualidad se sirven energéticamente de un grupo electrógeno marca DENYO DCA-100ESI, de 100 kVA de potencia eléctrica, con factor de potencia: 0,8.

El servicio eléctrico está limitado a unas 8 horas al día desde las 6 p.m., teniendo un sistema de distribución local de electricidad caracterizado por el deterioro de los postes y aisladores.

Las líneas o acometidas hasta las viviendas también están en pésimo estado técnico, con empates, y en general se observa que fueron instaladas por los propios habitantes, que tienen conductores que no se corresponden con el diámetro y con un deficiente aislamiento eléctrico por falta de recambio o de mantenimiento.

Como consecuencia, en el horario pico de la demanda, de los 110 v de corriente alterna solo le llega en los puntos más distantes unos 70-75 v, con las molestias que trae para la realización de los quehaceres domésticos.

Por lo tanto, esta situación gravita significativamente sobre las mujeres, que son las que llevan el peso de estas tareas y la crianza de niños y atención de los adultos mayores en las familias.



Fig. 1 Población de la comunidad.

Brechas identificadas

1. Las mujeres acceden menos que los hombres a los recursos fundamentales de la producción (tractores, maquinarias, sistemas de riego) y al control de recursos, y a los beneficios que generan las producciones.
2. Las productoras y amas de casa de los sitios de intervención conocen menos que los hombres sobre el uso de energías renovables.
3. Bajo aprovechamiento de los conocimientos, capacidades y potencialidades de los hombres con respecto a las mujeres.
4. Las mujeres tienen menos capacidad de disponer de sus ingresos que los hombres para satisfacer sus necesidades de desarrollo personal. Para la aplicación de esta metodología de diagnóstico participativo rural se hizo un análisis de los indicadores para determinar brechas predominantes en el sitio Guasasa, agrupándolas por los siguientes ejes: Económico, de Conocimiento y Roles. Para cada uno de estos ejes se identificaron aquellas brechas que pueden ser abordadas en el marco de proyectos de energía renovable.

La política actual en materia de desarrollo rural e igualdad vela por la participación igualitaria de las mujeres en el medio rural. Sin embargo, todavía siguen vigentes pautas diferenciadas por género en torno al tiempo dedicado a la participación social y 96 % de acceso y control de los recursos con respecto a las mujeres, que es de 4 %.

La segunda brecha no se aprecia, pues es un desconocimiento general sobre el uso de las fuentes renovables de energía porque no la poseen, podemos decir que es un problema general del sitio.

La tercera brecha se aprecia, en que solo 15 % de la población tiene una formación especializada como técnico medio o universitario. En el caso de las mujeres esta participación es de 23 % y en el de los hombres solo 11 %.

La cuarta brecha radica en los ingresos y se aprecia que la mayoría de la población en edad laboral y de jubilación posee ingresos económicos, siendo superior la proporción en el caso de los hombres. Las principales actividades económicas a las que están vinculados los ingresos son las instituciones estatales y el trabajo por cuenta propia, que acumulan 77 % de la ocupación. La proporción de hombres de más de 21 años que realizan actividades económicas es significativamente mayor en el caso de la actividad cuentapropista, mientras que para el Estado predomina ligeramente la proporción de mujeres que la realizan.

La participación de las mujeres en el medio rural es muy limitada, debido en gran medida a la persistencia de los roles de género y a la distribución desigual de las tareas domésticas y de cuidado, que conllevan la mayor carga de trabajo y largas jornadas para las mujeres. Esta desigual distribución del trabajo doméstico hace que las mujeres tengan menos tiempo disponible para el asociacionismo, al igual que sucede con el tiempo de ocio.

III. Resultados y discusión

En el área rural las mujeres están relacionadas con la agrobiodiversidad, la provisión de leña y agua, clasificación de semillas, preparación de alimentos, labores agrícolas en todos los ciclos productivos, almacenamiento de especies, labores culturales (como el control de plagas), crianza de animales (en especial de especies menores), comercialización en mercados locales, medicina tradicional para el cuidado de la familia, y en las áreas urbanas sin bien se han incorporado al sector laboral formal o informal, tampoco han dejado de ser responsables de las tareas domésticas, lo que implica largas jornadas de trabajo.

En estos emprendimientos y en las tareas diarias el contar con fuentes de energía eficientes y a costos accesibles es fundamental.

Las fuentes de energía renovable son inagotables y se adaptan a los ciclos naturales, a diferencia de las fuentes de energía convencionales (carbón, gas, petróleo o energía nuclear). Esto las convierte en la clave para crear un sistema energético sostenible que permita el desarrollo local de Guasasa.

Contribución del proyecto a la reducción de las brechas de género

La creación de la microrred eléctrica y la disponibilidad del servicio eléctrico las 24 horas del día contribuirán a reducir las brechas de género, según se muestra a continuación:

- La aparición de puestos de trabajo que pueden ser ocupados por mujeres. Ejemplo de ellos son: operadores y custodios de parques fotovoltaicos y operadores de planta eléctrica con tres turnos de trabajo.
- La posibilidad de incrementar la atención a turistas nacionales y extranjeros, brindando servicios gastronómicos y de alojamiento, atendidos fundamentalmente por mujeres.
- Incremento de los volúmenes de pesca e iniciar actividades de su procesamiento para aumentar su valor agregado.
- Incremento por parte de las mujeres de tareas relacionadas con la explotación del equipamiento instalado para la generación eléctrica con fuentes renovables de energía, y de los que mejoran la eficiencia energética final de la energía.
- Potencialidad de crear nuevas instalaciones como las dedicadas a la producción de pan.

Impactos

- Una mejor distribución del tiempo en el rol y funciones de hombres y mujeres en torno a las tareas hogareñas, así como la atención a los niños, las niñas y las personas vulnerables.
- Se logran beneficios duraderos para mejorar la calidad de vida de las mujeres rurales y sus familias.

- Se abordan los efectos de la desigualdad de género como el acceso desigual a los recursos y beneficios.

IV. Conclusiones

1. Este trabajo está dirigido a la implementación de una microrred eléctrica en la comunidad de Guasasa, que contribuirá de manera significativa a la reducción de algunas de las brechas de género identificadas en la comunidad;
2. Se puede convertir en un proyecto de referencia para los casos de electrificación rural en Cuba, dirigidos a mejorar la calidad de vida de los habitantes de esas áreas;
3. Se impone el establecimiento de procedimientos para la definición de la línea base de estas brechas y su evaluación sistemática.

V. Referencias bibliográficas

- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID) (nov., 2014). Género y energías renovables: energía eólica, solar, geotérmica e hidroeléctrica [documento electrónico]. Consultado: 9 de mayo de 2016. Disponible en: https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/cif_enc/files/knowledge-documents/idb_2014_gender_and_renewable_energy.pdf.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (Cepal) (1999). Indicadores de Género para el seguimiento y la evaluación del Programa de acción Regional para las Mujeres de América Latina y el Caribe, 1995-2001 y la Plataforma de Acción de Beijing. Santiago de Chile.
- COMISIÓN INTERAMERICANA DE MUJERES (CIM) (2004). Recomendaciones para Integrar la Perspectiva de Género en las Políticas y los Programas de Ciencia y Tecnología en las Américas. Gender advisory borrador. Organización de los Estados Americanos (OEA). Oficina de Ciencia y Tecnología.
- DUTTA, S. (2003). Mainstreaming gender in energy planning and policies. Background Paper for Expert Group Meeting [documento electrónico]. Consultado: 9 de mayo de 2016. Disponible en: http://www.energia.org/pubs/papers/dutta_egmbckgr.pdf.
- ENERGÍA (2011). Mainstreaming gender in energy projects: a practical handbook [documento electrónico]. Consultado: 9 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.undp.org/energy/publications/2000/2000a.htm>.
- INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA) (2014). Renewable Energy and Jobs - Annual Review, 2014.
- LAMAS, M. (1996). La perspectiva de género. En revista *La tarea*. No. 8. [documento electrónico]. Consultado: 9 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.latarea.com.mx/articulo/articulo8/lamas8.html>.
- LARREAS (2006). Módulo de capacitación en Género y ambiente. Quito: Camaren-IEE.
- MOSER, C. (1995). Gender planning and development: theory, practice and training. Londres; Routledge.
- SKUTSCH, M. (1997). Gender in energy: training pack, Technology and Development Group (TDG). University of Twente: The Netherlands [documento electrónico]. Consultado: 9 de mayo de 2019. Disponible en: http://www.energia.org/pubs/papers/tdg_g_e_manual.html.
- TREMOSA, L. (2007). La mujer ante el desafío tecnológico [documento electrónico]. Consultado: 9 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.oei.es/noticias/spip.php?article1227>.
- UNDP (2004). Gender & Energy for Sustainable Development: A toolkit and Resource Guide. Nueva York: UNDP [documento electrónico]. Consultado: 9 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.undp.org/energy/genenergykit/cover.htm>.

Recibido: 20 de junio de 2021.

Aceptado: 24 de julio de 2021.

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CLASE DE LAS TURBINAS EÓLICAS EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DE CUBA Y EN ZONAS PRE-MONTAÑOSAS

Dr. C. José Augusto Medrano Hernández *, Dr. C. Conrado Moreno Figueredo*
e Ing. Julio E. Vaillant Rebollar **

*Universidad Tecnológica de La Habana, José Antonio Echeverría Cujae. Cuba

** Universidad de Ghent, Ghent University, Bélgica

E-mail: jmedrano@mecanica.cujae.edu.cu

Resumen

En este artículo se presenta una metodología que permite determinar la clase de viento de las turbinas eólicas, a efectos de su selección. Adicionalmente, se presenta un estado del arte sobre los diferentes métodos estadísticos existentes dirigidos al procesamiento de datos extremos, demostrándose que el método de Gumbel es el que mejor ajuste brinda. Como caso de estudio se seleccionó el complejo eco-turístico Las Terrazas, el cual se localiza en la zona occidental de Cuba, donde suelen ocurrir eventos meteorológicos como los huracanes, generando valores extremos de velocidad de viento. Adicionalmente, presenta un relieve pre-montañoso con alto índice de turbulencia, debido a la abundante vegetación que allí predomina. Finalmente, aplicando el método de Gumbel se determinaron la velocidad de viento de referencia y el índice de turbulencia de referencia, resultando que en el lugar bajo estudio deben instalarse máquinas eólicas tipo IA.

Palabras clave: *Relieve pre-montañoso, turbina eólica, clase de viento, velocidad de viento, turbulencia.*

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE WIND TURBINE CLASS IN THE WESTERN PART OF CUBA AND PRE-MOUNTAINOUS ZONES

Abstract

In this article a methodology that allows to determinate the wind class of the wind turbines, to selection effects is presented. Additionally, a state of the art about the different statistical methods existent, directed to the extreme data processing, being demonstrated that the Gumbel method gives the best adjustment. As study case, the echo-tourist complex Las Terrazas was selected, which is located in the western zone of Cuba, every year happen meteorological events as hurricanes, generating extreme values of wind speed. Additionally, present a pre-mountainous relief with high turbulence index, due to the abundant vegetation that there prevails. Finally, applying the Gumbel method, the wind speed of reference and the turbulence index of reference were determined, being that in the place under study it should install wind machines class IA.

Keywords: *Pre-mountainous relief; Wind turbine; Wind class; Wind speed; Turbulence.*

1. Introducción

Uno de los problemas que enfrentan los ingenieros en los proyectos relacionados con la energía eólica, son los vientos extremos. Las fuerzas de los vientos provocados por huracanes son típicas de países que están cerca de la zona ecuatorial o con aguas extremadamente cálidas. Este fenómeno es el causante de daños severos.

Algunos planificadores de instalaciones eólicas evitan este fenómeno, seleccionando para el emplazamiento de las máquinas eólicas lugares alejados de estas zonas problemáticas. En algunos países, hacer esto tiene una posibilidad bastante baja, por ejemplo, Cuba, que se localiza en el Mar Caribe, donde con frecuencia se forman y desarrollan huracanes.

A los efectos del presente artículo, como caso de estudio se ha seleccionado el complejo eco - turístico Las Terrazas, localizado en el extremo oriental de la Sierra del Rosario, donde predomina un relieve pre- montañoso con un alto índice de turbulencia, y que además, se encuentra expuesto a la acción de vientos extremos originados por los huracanes, algo característico en la zona occidental de Cuba y el Caribe.

El presente trabajo tiene como objetivo principal ofrecer una metodología para la correcta selección de las turbinas eólicas, desde el punto de vista de la clase de viento.

En la actualidad existen pocos criterios cuantitativos sobre el comportamiento del flujo de vientos, principalmente en terrenos complejos como las montañas y los valles con vegetación. Los modelos teóricos o empíricos para predecir la velocidad del flujo de viento en terrenos complejos, tienen una incertidumbre de 15 % aproximadamente, lo cual se traduce en un error en la producción de energía del orden de 45 % aproximadamente [Moreno *et al.*, 2017]. Por esta razón, investigadores y especialistas del mundo han dirigido sus investigaciones hacia la determinación del método más apropiado para el tratamiento de los datos de vientos extremos.

En Toulet [2013] se realiza un estudio sobre los diferentes métodos para la estimación de valores extremos aplicadas a la industria eólica. Se analizan métodos como el de Gumbel, el de los r -valores máximos, el de las tormentas independientes, el método XIMIS: versión extendida del método MIS mejorado y el método POT (Peak-Over-Threshold), llegando a la conclusión de que con una serie temporal de datos lo suficientemente larga, la aplicación del método de Gumbel, utilizando valores máximos de cada época seleccionada (valores anuales usualmente) es el que brinda un mejor ajuste de los resultados.

En Hui *et al.* [2014] se realiza un análisis de los vientos extremos. Se realiza una modelación a través de una función exponencial, aplicando el método de las tormentas independientes, llegándose a la conclusión de que este método brinda una estimación real de los vientos extremos.

En Anastasiades *et al.* [2014] se publican los resultados sobre la estimación de los vientos extremos. Para ello se emplea el método de reanálisis de datos, concluyendo que su uso como una larga serie de datos de velocidad de viento, tiene numerosas ventajas, pero no especifican cuáles.

En Castellani *et al.* [2015] y Villarreal [2015] se realiza un análisis estadístico de los vientos extremos, donde se

propone emplear la distribución de Gumbel. En Natalini *et al.* [2016] se analiza la acción de los vientos extremos. Se obtienen las velocidades básicas de ocho estaciones meteorológicas en Argentina. Para ello, emplean el método de los momentos.

En Fernández [2016] se realiza un estudio sobre los distintos métodos que se emplean para el procesamiento estadístico de los vientos extremos. Estudian las distribuciones de Gumbel, Fréchet y Weibull, llegando finalmente a la conclusión de que dentro de las distribuciones asintóticas la de Gumbel es la que ha sido preferida por varios autores para condicionar el ajuste de los valores de viento extremo, aplicando técnicas como el tratamiento de la presión, en lugar de la velocidad para acelerar la convergencia de los datos.

Como se ha observado en la literatura analizada sobre los diferentes métodos para el análisis estadístico de los vientos extremos, se evidencia que se trabaja en aras de obtener resultados cada vez más exactos. Todos los trabajos analizados se basan en este tipo de estudio. Adicionalmente, varios autores coinciden con que la distribución de Gumbel es la más empleada actualmente para el análisis de variables meteorológicas debido a la calidad de sus resultados. Por lo antes expuesto, para la determinación de la clase de la turbina eólica, en el presente trabajo se emplea el método de Gumbel.

2. Materiales y métodos

2.1. Características resistivas de las turbinas eólicas

Las turbinas eólicas están diseñadas para soportar condiciones de viento de cualquier lugar, dependiendo de su «clase de viento». Los valores de diseño de las condiciones de viento deben estar claramente especificados en la documentación de la máquina. El régimen de viento para las consideraciones de carga y de seguridad de las máquinas, están divididas en condiciones de vientos normales, las cuales ocurrirán frecuentemente durante la operación normal de una máquina eólica, y las condiciones de vientos extremos, las cuales son definidas para suceder en un periodo de recurrencia de 1 a 50 años [Moreno *et al.*, 2017].

El objetivo es alcanzar la clasificación de las turbinas eólicas de acuerdo con la robustez, que claramente, varía gobernada por la velocidad del viento y los parámetros de turbulencia. En la tabla 1 se especifican los parámetros básicos que definen la clase de viento de las turbinas, de acuerdo con la norma internacional IEC 61400-1 [Asociación Española de normalización y certificación, 2006].

Tabla 1 Parámetros básicos para la definición de la clase de las turbinas eólicas. Fuente: [Asociación Española de normalización y certificación, 2006; Medrano *et al.*, 2019].

Clase de la turbina eólica	I	II	III	S
V_{ref} (m/s)	50	42,5	37,5	Valores especificados por el diseñador
A I_{ref}	0,16			
B I_{ref}	0,14			
C I_{ref}	0,12			

Donde: V_{ref} es la velocidad del viento probable en un plazo de 50 años, con un promedio de registro de 10 min, en m/s; A, B y C son las categorías designadas para las

características de altas, medianas y bajas turbulencias; I_{ref} es el valor de la intensidad de turbulencia esperado a una velocidad de viento de 15 m/s.

Las clases de turbinas, como se observa en la tabla 1, se pueden dividir en cuatro categorías (I, II, III y S). Las turbinas I, II y III se pueden considerar como estándares, las cuales presentan dentro de sus características, un tiempo de vida útil de 20 años.

Las principales diferencias de estas tres clases están bien enmarcadas en los índices de turbulencia y las velocidades de referencia que soportan, siendo las turbinas de clase IA las más robustas [Asociación Española de normalización y certificación, 2006].

Para la determinación exacta de las velocidades de viento extremas, se necesitan mediciones en un largo plazo de tiempo, lo cual en la práctica es imposible. La solución está en emplear mediciones de velocidades extremas en un tiempo más corto y combinarlas con el método estadístico más apropiado [Moreno *et al.*, 2017].

2.2. Metodología para la determinación de la clase de viento de las turbinas eólicas aplicando la distribución de Gumbel

La metodología para determinar la clase de las turbinas eólicas se describe a continuación:

2.2.1. Cálculo de la velocidad del viento de referencia (V_{ref})

El procedimiento para obtener el valor de la velocidad del viento de referencia se presenta a continuación:

a) Se seleccionan los valores de velocidades de viento máximas y con mayor duración en la ocurrencia de los eventos meteorológicos (huracanes de todas las categorías, depresiones y tormentas tropicales), registradas en los últimos diez años y se ordenan de menor a mayor.

b) Se calcula la probabilidad P_X para cada valor del período de retorno o recurrencia en años R . Los valores de P_X se calculan a través de la ecuación 1

$$P_X = \left(\frac{m}{M+1} \right) \quad (1)$$

Donde M es la cantidad de años de los cuales se poseen datos de vientos extremos (como mínimo diez) y m representa a cada año ($m=1, 2, 3, \dots, M$)

$$P_X = \left(\frac{m}{M+1} \right) \quad (1)$$

c) Calcular los valores de « y », los cuales se obtienen a partir de la ecuación 2

$$y = -\ln(-\ln(P_X)) \quad (2)$$

d) Se determina y dibuja la ecuación de la recta que tiene la forma $x = \mu + \beta \cdot y$. Esta se ajusta a la recta x vs y .

donde β es el parámetro de escala o anchura de la distribución de Gumbel y μ es la moda o valor más probable. Estos valores pueden ser obtenidos a partir de las ecuaciones 3, 4 y 5.

$$x = \mu + \beta y \quad (3)$$

$$\beta = \left(\sigma_e / \sqrt{6} \right) \pi \quad (4)$$

$$\mu = \bar{V}_e - 0,577\beta \quad (5)$$

Donde: $\bar{V}_e$ es el valor promedio de los valores de velocidades de viento obtenidos en el inciso «a», en m/s; σ_e es la desviación estándar entre los valores de velocidad de viento obtenidos en el inciso «a», en m/s.

Como se observa, la ecuación 3 tiene la forma de una recta, la cual debe ser ajustada. La pendiente de esta recta puede obtenerse a través de Microsoft Excel, seleccionando los valores de « x » y « y » (ecuaciones 2 y 3 respectivamente), y a través de la función «Pendiente».

El valor de la ordenada, la cual intersecta con el eje vertical, se puede obtener también usando Microsoft Excel, seleccionando los valores de « x » y « y », y a través de la función «Intersección. Eje».

Otra forma de obtener la ecuación de ajuste, es seleccionando los valores de « x » y « y », e insertando un gráfico del tipo «XY (Dispersión)». A través de las opciones del gráfico insertado (marcando el botón de «Línea de tendencia» y haciendo clic en la pestaña que dice «Más opciones», se podrán encontrar la ecuación de la recta de mejor ajuste y el coeficiente de regresión (R^2), los cuales se insertarán en el gráfico si se desea.

e) Se considera $R = 50$ años y se obtiene, para este valor de R , el valor de la probabilidad. La probabilidad se calcula de acuerdo con la ecuación 6.

$$P_X^{50} = 1 - \left(\frac{1}{R} \right) \quad (6)$$

f) Calcular el valor de « y » para un plazo de 50 años (y^{50}). Esto puede lograrse a partir de la ecuación 7.

$$y^{50} = \ln[-\ln(P_X^{50})] \quad (7)$$

g) Cálculo del valor extremo de la velocidad del viento promediada para un plazo de 50 años V^{50} o velocidad de referencia (V_{ref}) como también se conoce.

2.2.2. Obtención del índice de turbulencia de referencia (I_{ref})

El índice de turbulencia de referencia está en función del índice de turbulencia en el lugar bajo estudio y se calcula a partir de la ecuación 8.

$$I_{ref.} = \frac{I}{\left(0,75 + \frac{5,6}{V_{buje}}\right)} \quad (8)$$

Donde: I es el índice de turbulencia existente en el sitio que se analice (se da en porciento, pero para emplearlo en la ecuación 8, hay que dividirlo entre cien); V_{buje} es la velocidad del viento a la altura del buje de la máquina, en m/s.

3. Aplicación de la metodología al complejo turístico Las Terrazas. Resultados y discusión

Como el complejo Las Terrazas se localiza en la región occidental de Cuba, zona de mayor actividad de eventos meteorológicos como las tormentas tropicales y los huracanes, en aras de realizar una correcta selección de la turbina eólica a instalar, es importante considerar la acción de los vientos que generan estos eventos meteorológicos. De acuerdo a la información brindada por el Instituto de Meteorología (Insmet), durante los últimos diez años los eventos meteorológicos con mayor incidencia en la zona occidental del país son las tormentas tropicales (79), además de los huracanes categoría 1, 2 y 4.

En la tabla 2 se resumen las velocidades de viento máximas registradas, correspondientes a cada año analizado.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la metodología descrita en el acápite 2.2, basada en uso del método estadístico de Gumbel. Empleando las ecuaciones 1 - 5, se obtienen los valores de P_x ; y ; β ; μ ; x , cuyos resultados se presentan en la tabla 3. Adicionalmente, se muestran los valores de σ_e y V_e .

Si se llevan a una gráfica «V» en función de «y» y de acuerdo con el inciso «d», la recta que mejor se ajusta a esta gráfica $V(y)$, resulta como la que se muestra en la figura 1:

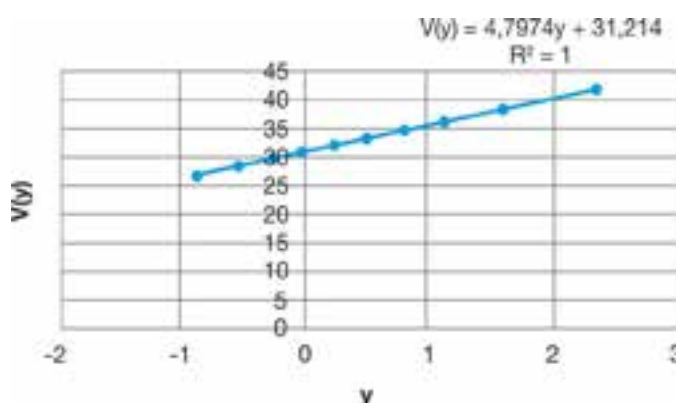


Fig. 1 Gráfico de la recta de mejor ajuste.

Como se observa en la figura anterior, el coeficiente de regresión (R^2) es igual a uno, lo cual demuestra el buen ajuste de los resultados brindados por la distribución de Gumbel para el tratamiento de valores extremos, en este caso, relacionados con eventos meteorológicos. Por otro lado, la ecuación de la recta de mejor ajuste $V(y)$ para la determinación de la velocidad de referencia ($V_{ref.}$) tiene la forma de la ecuación 9.

$$V(y) = 4,7974y + 31,214 \quad (9)$$

Tabla 2. Velocidades máximas del viento registradas en el período 2009-2018

Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Velocidad de viento (m/s)	30,6	36,7	33,8	34,4	26,7	36,6	32,5	36,5	39,9	32,1

Tabla 3 Valores de probabilidad del valor extremo

m	Velocidad máxima anual (m/s)	P_x	y	σ_e	β	V_e (m/s)	μ	x
1	26,7	0,09091	-0,8746	3,7419	4,7992	33,98	31,21	27
2	30,6	0,18182	-0,5334					28,6
3	32,1	0,27273	-0,2618					30
4	32,5	0,36364	-0,0115					31,2
5	33,8	0,45455	0,2377					32,4
6	34,4	0,54545	0,5006					33,6
7	36,5	0,63636	0,7941					35
8	36,6	0,72727	1,1443					36,7
9	36,7	0,81818	1,6061					38,9
10	39,9	0,90909	2,3506					42,5

3.1. Determinación del valor extremo de la velocidad del viento promediada para un plazo de 50 años (V^{50})

El valor más alto de la velocidad del viento promediado en un período de 50 años V^{50} , se obtiene sustituyendo el valor de y^{50} en la ecuación de la recta ajustada anteriormente (ecuación 9).

$$P_x^{50} = 1 - \left(\frac{1}{R} \right) = 1 - \left(\frac{1}{50} \right) = 0,98 \quad (10)$$

$$y^{50} = \ln((- \ln(P_x^{50})) = \ln((- \ln 0,98)) = 3,902 \quad (11)$$

$$V^{50} = 4,7974y + 31,214 = 4,7974(3,902) + 31,214 = 49,9 \text{ m/s} \quad (12)$$

De acuerdo con la tabla 1, para una velocidad de referencia $V_{\text{ref}} = 49,9$ m/s, corresponde a una turbina eólica clase I.

3.2. Índice de turbulencia de referencia (I_{ref})

Para el caso del complejo Las Terrazas el índice de turbulencia es estimado como alto, algo normal en zonas pre-montañas, debido a la abundancia de vegetación y otros obstáculos existentes. También dada la carencia de mediciones de los parámetros del viento para la selección de la turbina eólica, se considera el valor máximo del índice de turbulencia de referencia ($I_{\text{ref}} = 0,16$). Para $I_{\text{ref}} = 0,16$, de acuerdo con la tabla 1, corresponde a una turbina eólica tipo A, es decir, en la zona donde se encuentra el complejo Las Terrazas es necesario instalar una turbina eólica Clase IA.

En resumen:

Velocidad de viento de referencia V_{ref} (m/s)	49,9
Índice de turbulencia de referencia (I_{ref})	0,16

Clase de viento de la turbina eólica a instalar

IA (de acuerdo con la tabla 1)

4. Conclusiones

El principal propósito del presente trabajo fue desarrollar una metodología completamente reproducible para cualquier lugar, dirigida a determinar la clase de las turbinas eólicas.

De acuerdo con la tabla 1, para una velocidad de referencia $V_{\text{ref}} = 49,9$ m/s, corresponde a una turbina eólica clase I, resultado que coincide con los estudios realizados por el Instituto de Meteorología y por la Empresa INEL (Empresa de Proyectos para la Electricidad), acerca de los vientos extremos en la región occidental de Cuba y de la selección de la clase de viento de la turbina a instalar en esta zona, por lo que se llega a dos importantes conclusiones que confirman la validez del análisis realizado previamente en este trabajo:

1. Para zonas pre-montañas y la región occidental de Cuba se deben seleccionar turbinas eólicas de clase I estándar, con altura de buje de 50 m porque

los vientos extremos pronosticados en los últimos diez años, con recurrencia de 50 años, no exceden la velocidad extrema de diseño admisible.

2. En caso de instalar parques eólicos en zonas pre-montañas o en la región occidental de Cuba, utilizando máquinas más altas, es imprescindible comprobar su resistencia efectiva y si se requiere, definir los parámetros de diseño de conjunto con el proveedor.

5. Referencias bibliográficas

- ANASTASIADES, G. & MC SHARRY, P. E. (2014). Extreme value analysis for estimating 50 year return wind speeds from reanalysis data, in *Wind Energy*, vol. 17, pps. 1231–1245, DOI: 1210.1002/we.1630.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2006). *IEC 61400-1, Aerogeneradores. Parte I: Requisitos de diseño*. Madrid, España, tercera edición, referencia consultada en abril 2020.
- CASTELLANI, F., TERZI, L. & ASTOLFI, D. (2015), Applied statistics for extreme wind estimate, in *Wind Energy*, vol. 18, pp. 613 - 624, DOI: 610.1002/we.1715.
- DOI: <http://dx.doi.org/274701510.274712989/was.274702014.274701519.274701592.274701169>, (2014).
- FERNÁNDEZ LORENZO, I. (2016). Análisis de métodos de vientos extremos para calcular las velocidades básicas. En *Revista Cubana de Ingeniería*, vol. VII, No. 2, pp. 15 - 25, (2016). ISSN: 2223-1781.
- MEDRANO HERNÁNDEZ, J.A, MORENO FIGUEREDO, C. & VAILLANT REBOLLAR, J. E. (2019). Estudio de prefactibilidad técnica del aprovechamiento del viento como recurso energético en zonas pre - montañas. En revista *Ingeniería Energética*, vol. 40, no. 3, ISSN: 1815 - 5901, La Habana, Cuba.
- MORENO FIGUEREDO C. & OTROS (2017). *Doce preguntas y respuestas sobre energía eólica*. La Habana, Cuba, vol. 1, ISBN: 978-959-7113-51-5.
- NATALINI, B., ATENCIO, B. A. & ZARACHO, J. I. (2016). Análisis de velocidades de viento extremas de 11 estaciones en Argentina—perspectivas para una actualización del mapa de vientos extremos. 24 Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural, 2016, pp. 1-14. Consultado: 12 de enero de 2021. Disponible en: <https://jornadasaie.org.ar/Nuevositio/wp-content/themes/jornadas-aieanteriores/2016/contenidos/trabajos/2012.pdf>.
- Toulet Umansky, D. (2013). Análisis de las metodologías existentes de cálculo de extremo aplicadas a la industria eólica. Tesis de maestría. Consultado: 5 de enero de 2021. Disponible en <https://docplayer.es/20683670-Analisis-de-las-metodologias-existentes-de-calculo-del-viento-extremo-aplicadas-a-la-industria-eolicamemoria.html>.
- VILLARREAL MARIMÓN, Y.J. (2015). Aproximación metodológica para determinar curvas de intensidad - duración - frecuencia, utilizando la distribución mixta de probabilidad Doble Gumbel, Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia.
- YI-HUI Q.Y. & ZHENG NONG-LI (2014). An alternative method for estimation of annual extreme wind Speeds, in *Wind and Structures*, vol. 19, No. 2, pp. 169 – 184. ISSN 274701226-274706116,

Recibido: 22 de junio de 2021.

Aceptado: 23 de julio de 2021.

DISTINTAS PREGUNTAS CON IGUALES RESPUESTAS. EL ABC DE LA TECNOLOGÍA DEL BIOGÁS EN CUBA

Por Dr. C. José Antonio Guardado Chacón*

* Miembro de la Junta Directiva Nacional de Cubasolar y Coordinador del Movimiento de Usuarios del Biogás.

E-mail: guardado@cubasolar.cu

Resumen

Con el fin de mejorar la situación alimentaria de la población, la actividad agropecuaria y agrícola con inclusión social, está experimentando un importante impulso dirigido al incentivo del trabajo laboral. Esto abarca a todos los sectores de la economía, y en particular a los vinculados con la producción de alimentos, y tiene implícito el uso eficiente de la energía y el crecimiento de la energía del sol o fuentes renovables de energía (FRE). En estos escenarios, la utilización de la tecnología del biogás para el tratamiento de los residuales y el movimiento de sus usuarios (MUB), en conformidad con la política económica y las transformaciones que se llevan a cabo en el país de conjunto con los factores involucrados de los territorios, están llamados a contribuir al logro de la independencia energética y al desarrollo sostenible en el contexto del desarrollo local. La experiencia en promoción, capacitación y uso de la tecnología del biogás por esfuerzos propios con el apoyo de la ciencia y la técnica, así como otros resultados relacionados con los saberes del biogás y otras FRE son, entre otros aspectos, los que se abordan en el presente trabajo.

***Palabras clave:** Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB), fuentes renovables de energía (FRE), tecnología del biogás, independencia energética, desarrollo local y desarrollo sostenible.*

DIFFERENT QUESTIONS WITH EQUAL ANSWERS. THE A, B, C OF BIOGAS TECHNOLOGY IN CUBA

Abstract

In order to improve the food situation of the population, the agricultural activity with social inclusion is undergoing an important reorganization aimed at encouraging labor. This reorganization, which covers all sectors of the economy, and in particular those linked to food production, involves the efficient use of energy and the growth of solar energy or Renewable Energy Sources (RES). In these scenarios, the use of biogas technology for waste treatment and the Biogas Users Movement (MUB), in accordance with the economic policy and the transformations taking place in the country, together with the involved factors of the territories, are called to contribute to the achievement of energy independence and sustainable development in the context of local development. The experience in promotion, training and use of biogas technology by own efforts with the support of science and technique, as well as other results related to the knowledge of biogas and other RES, which have different views are, among other aspects, those addressed in this work.

***Keywords:** Biogas User Movement (BUG), Renewable Energy Sources (RES), biogas technology, energy independence, local development and sustainable development.*

I. Introducción

En la actualidad, y desafortunadamente, 85 % de las necesidades energéticas de nuestro planeta aún son satisfechas con la utilización de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón). Todos ellos extinguidos, fuertemente contaminantes y utilizados en forma ineficiente, por el interés predominante de la producción de energía sobre el de su efecto ecológico. Como ya se conoce, el uso de las energías renovables no es un hecho novedoso, fueron ellas las primeras utilizadas por el hombre, sin embargo, la aparición de los combustibles fósiles las relegó por muchos años al olvido. Hoy en día el panorama ha cambiado. Por una parte los problemas medioambientales y por otra la convulsa situación del mundo en medio de la crisis de la Covid-19, que ha aflorado las crisis que de manera silenciosa comenzaron a manifestarse a partir de la década del 70.

En momentos en que la pandemia de la Covid-19 continúa agravando las crisis sanitarias, político-sociales y económicas en diferentes regiones del mundo, que cambia hábitos a los que solíamos estar acostumbrados, se le imprime al desarrollo de las FRE, y en particular, a la tecnología del biogás, un gran impulso. Ello demuestra una vez más la importancia que se le confiere a estas fuentes y a sus oportunidades en medio de las grandes crisis. De esta manera y como hemos dicho en otros medios, el auge de la tecnología del biogás ha coincidido con esas grandes crisis, que se pueden resumir en tres históricos momentos [Hilbert, J.A (s/a)].

Durante la primera guerra mundial: Tras las guerras mundiales (entre 1914-1918) comienzan a difundirse en Europa las llamadas fábricas productoras de biogás, cuyo producto se empleaba en tractores y automóviles de la época. En todo el mundo se difunden los denominados tanques Imhoff para el tratamiento de aguas cloacales colectivas. El gas producido se utilizó para el funcionamiento de esas propias plantas y en vehículos municipales. En algunas ciudades se llegó a inyectar a la red de gas comunal.

Durante la segunda guerra mundial: Entre los años 1941-1945 de la segunda guerra mundial comienza la difusión de los biodigestores a nivel rural, tanto en Europa como en China e India. Este hecho transforma a estos países en líderes en la materia.

Durante los últimos años del siglo xx y comienzo del xxi: En este periodo confluyen las crisis alimentaria, económica, energética, medioambiental y sanitaria que enfrenta el mundo de hoy (su afloramiento invisible, como ya se dijo, se inicia desde la crisis energética de la década del 70).

Mientras ocurrían estos sucesos planetarios, en Cuba los primeros intentos en la tecnología del biogás para su aprovechamiento, se enmarca en la primera mitad del siglo xx (1940). Luego hubo un incierto desarrollo en la década del 70, un auge insostenible en los años 80, un resurgir en la década de los 90 y un movimiento en desarrollo impulsado por diferentes sectores de la sociedad cubana, liderado por el actual Movimiento de Usuarios del Biogás en Cuba (MUB). En 2006 comenzó la consolidación del Movimiento en el marco de la revolución energética vinculado al Grupo Nacional de Biogás (GNB). Su fortalecimiento en el 2014 tiene lugar bajo la jurisdicción de la Sociedad Cubana para la Promoción de

las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar).

II. Generalidades

Durante el accionar y recorrido de este Movimiento, el mismo ha trabajado con los gobiernos, proyectos y todos los actores que trabajan el tema en el contexto del desarrollo local. Cabe destacar las incipientes tentativas de formulación de políticas para el desarrollo del biogás con acciones gubernamentales que se iniciaron a principios de los años ochenta. Estos intentos se centraron fundamentalmente en aspectos ambientales dirigidos a la protección del medio ambiente, el uso racional de los recursos naturales y fueron incluidas en el artículo 27 de la Constitución de la República en diciembre de 1980. Surgen así un grupo de leyes, decretos, resoluciones y disposiciones dirigidas a la obligatoriedad de las entidades jurídicas y no jurídicas para dar tratamiento a sus residuales con la aplicación de los resultados de la ciencia.

En la actualidad, a partir de los antecedentes expuestos se trabaja en la integración de todos los actores (redes, asociaciones, organizaciones y movimientos) que trabajan este tema en Cuba. Al respecto, la tarea ordenamiento aprobada por la máxima dirección del país prevé una mayor participación de los actores de la sociedad cubana, tanto en lo estatal como en lo no estatal.

Para el apoyo institucional de esa tarea, el Ministerio de Energía y Minas emitió el 7 de abril de 2021 la Orden Ministerial 395 (OM -395), como complemento a las directivas del Ministerio de Economía y Planificación sobre las FRE a partir de la política establecida en el Decreto Ley 345.

Por último y para fortalecer el MUB como actor del desarrollo local, en pos de lograr esos efectos económicos (directos e indirectos), existe un proyecto de colaboración que abarca 27 municipios del país y coordina el Centro de Desarrollo Local y Comunitario (Cedel) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma), en el cual está involucrado el MUB. Además, otras entidades nacionales acompañantes del proyecto son el Instituto Nacional de Investigaciones Económicas (INIE) del MEP; la Cátedra Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación de la Universidad de La Habana; el Centro de Intercambio, Referencia Iniciativa Comunitaria (Cieric) de la Uneac, la Facultad de Derecho de La Universidad de La Habana, la Facultad de Comunicación de La Universidad de La Habana (FCOM), la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) y el Respeto Ambiental (Cubasolar) de la Academia de Ciencias, del Citma, el Instituto de Ordenamiento Territorial y Urbanismo de Cuba, la Asociación Nacional de Economistas de Cuba (ANEC). Este proyecto, conocido como Prodel fase III, tiene como propósito, entre otros, fomentar redes y sinergias que contribuyan, unido a las acciones gubernamentales e institucionales, y con la acción participativa de los usuarios del biogás en el contexto del Movimiento de Usuarios del Biogás y otras Fuentes Renovables de Energía (Mubfre), al desarrollo sostenible del biogás. Ello también permitirá crear las bases para que este Movimiento se convierta en una fuerza con capacidad de acompañar procesos locales, en su concepción más amplia, es decir, una mayor integralidad en la promoción y uso de las fuentes renovables de energía, en todos los casos con una base auténticamente local y,

cabe añadir, familiar y comunitaria. Ahora y en lo adelante, además del biogás el Mubfre promueve el uso energético de la energía solar, tanto en forma activa como pasiva, el uso eficiente del agua, la producción sostenible de alimentos y todo aquello que signifique el uso de las FRE con la participación y el control científico – popular (desarrollo sostenible de los sistemas a ciclo cerrado).

En estos momentos tanto en el mundo como en Cuba, cuando han convergido diferentes crisis que han hecho más visible la posible extinción del género humano, se vuelve de nuevo al empleo generalizado de las llamadas energías limpias.

III. Desarrollo

En los últimos años en Cuba, al sostenido provecho que se le venía dando al biodigestor, en el contexto MUB, como portador energético, se le añade el de su uso como sistema de tratamiento y el de sus otros productos finales en defensa de la ecología, el medioambiente y la producción de alimentos. Sin duda, todo ello hace mucho más atractivo al biodigestor como elemento integrador bajo un nuevo enfoque energético, ambiental y socioeconómico de esta fuente renovable de energía, vinculada al uso eficiente del agua y a la producción de alimentos en el contexto del desarrollo local, y adecuado todo ello a las disímiles condiciones y posibilidades que enfrentan nuestros hombres y mujeres de campo [Guardado J.A y colectivo de actores, 2017].

La tecnología del biogás, con una adecuada orientación y conocimiento de aquellas actividades que se puedan vincular a su ciclo de manera sostenible, puede ser adaptada a las exigencias ecológicas y económicas del futuro, y por ello está considerada como una tecnología de avanzada. Si tomamos en consideración, además, las características

climáticas de nuestro país (t° > de 20°C como promedio), ríos poco caudalosos (ecosistema frágil) y una fuerte infraestructura ganadera-agroindustrial (alto potencial de residuos orgánicos), entre otros factores, la tecnología del biogás en nuestro país tendrá una mayor incidencia y será mucho más factible su uso que en otras regiones del mundo a la hora de recibir sus beneficios y bondades. Por eso la cantidad de biodigestores en el país pudiera ser expresión de una mayor participación del pueblo en el cuidado del medioambiente y en el ahorro de la energía y el agua. También repercutirá en la producción y distribución de alimentos, sobre todo en las zonas rurales donde los productos finales de la tecnología tengan un alto grado de oportunidades con relación a las limitaciones o escasez de energía, abonos y fertilizantes. Al respecto, en la figura 1 se muestra el crecimiento que ha experimentado nuestro país en el periodo 2004–2018. Este crecimiento se ha visto afectado por la pandemia Covid-19 y el ordenamiento económico que se lleva a cabo en el país en los momentos en que se escribe este artículo.

De las bondades de las FRE, y en particular del biogás, se sabe que en Cuba el Sol, base de todas las FRE, propicia como promedio en nuestro archipiélago una radiación equivalente a 5 kWh/m^2 [Bérriz, 1979]. Este potencial, que incide directamente en el potencial de la bioenergía, el viento y las aguas que rodean nuestra Isla, son sufrientes para con nuestros recursos locales obtener la energía necesaria para desarrollarnos. Parte del potencial de los residuos de origen orgánicos para producir biogás en el sector agropecuario y forestal, se puede encontrar en el Atlas Nacional de Bioenergía elaborado en el 2018 [Atlas Bioenergía, 2018].

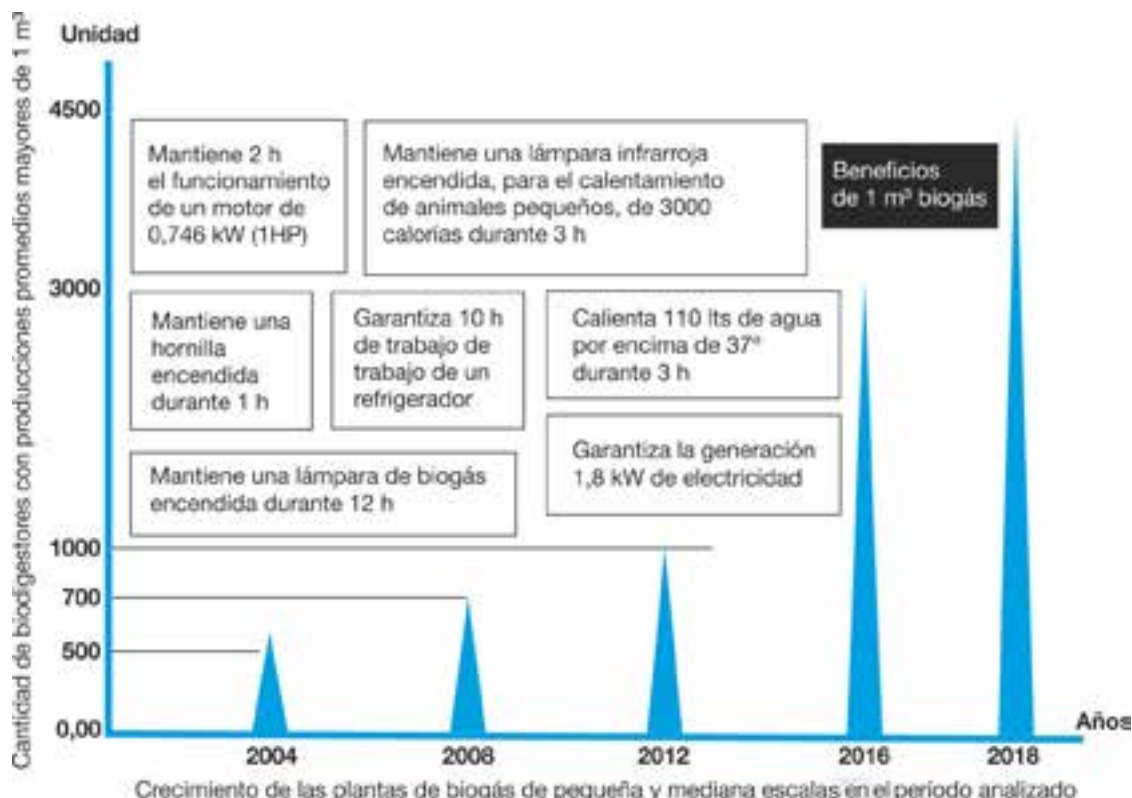


Fig. 1. Crecimiento de los biodigestores en Cuba y beneficios energéticos de 1 m^3 de biogás.

Cuba posee un potencial de biogás aún no explotado, tanto en el sector estatal como en el no estatal. Su uso es mayormente utilizado de manera directa en la cocción de alimentos y en menor medida se emplea para generar electricidad y en otros servicios energéticos. Al respecto enfatizamos que el biogás no es factible de utilizar, salvo en ciertas condiciones, para generar electricidad, sino para ahorrar energía. Esta última acción, el uso de sus otros productos finales (biol y biosol) y su efecto descontaminador, son sus principales bondades con impactos muy positivos en el contexto del desarrollo local en sentido general.

los resultados necesarios para diversificar y generalizar el uso del biogás como portador energético en todos sus usos en nuestro país. Por esa razón, en este trabajo encontrarán las respuestas a las diferentes interrogantes acerca de la obtención y aprovechamiento del biogás en Cuba, así como de otras preguntas que pueden ser consideradas como el ABC del biogás.

La evaluación económica de la utilización de la tecnología del biogás presenta características propias que hacen complejo su análisis pues no sólo interviene en este caso el aspecto energético sino que también existe un importante impacto de difícil evaluación en cuanto a la sanidad, fertilización, mejoramiento de suelos, alimentación de animales y mejoramiento de las condiciones de vida. Por ello, en el contexto del MUB la evaluación de acciones que involucran al biogás ha estado presidida de un análisis particular e integral en base a los sistemas de tratamiento a ciclo cerrado. No obstante a ello, y para ser consecuentes con un enfoque metodológico correcto que permita el análisis de un proceso de gestión, evaluación y uso de la de la tecnología del biogás con inclusión social, se ilustra en la figura 2 una cadena con los elementos principales a considerar.

Fig. 2. Eslabones principales para el uso del biogás con inclusión social.

IV. Discusión y resultados

Los materiales utilizados son bibliográficos, es decir, el análisis realizado y sus resultados están basados en las experiencias realizadas para la extensión de la tecnología del biogás que utilizan, fundamentalmente, las excretas de los animales y los residuos de origen orgánico en sentido general. De igual manera se valoran los resultados del Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB) en su primer período y se plantea el recorrido para un segundo período, así como otros saberes del biogás.

En la figura 2 se muestran esquemáticamente los eslabones que de manera práctica han estado presentes en la metodología llevada a cabo por el MUB. En ella se infiere que su planificación se hace para realizar una buena investigación y poder elaborar un buen proyecto que permita finalmente obtener una buena obra como resultado. El carácter participativo eficiente y conciente de los hombres incidirá en su durabilidad y sostenibilidad. Dicho de una manera sencilla al alcance y comprensión de todos, se planifica, se investiga, se proyecta y se construye para lograr una obra que funcione para lo que fue concebida. Para ello, evidentemente, hay que tomar en cuenta las variables de los diferentes escenarios y las específicas del lugar. De aquí la necesaria contribución de todos los involucrados y la aplicación de la ciencia, la técnica y el ingenio popular. En el conocimiento de esta cadena podemos encontrar el llamado ABC de la tecnología del biogás y las respuestas de otras interrogantes que han caracterizado y caracteriza el desarrollo del biogás en Cuba, pues como dijo el conocido escritor y poeta francés Víctor Hugo, en una de sus frases célebres sobre el hombre y la naturaleza: «La naturaleza habla y el hombre no la escucha». De aquí la importancia del histórico discurso pronunciado por el líder de la Revolución Cubana, Fidel, en la Organización de Naciones Unidas (ONU) cuando dijera: «Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el Hombre» [Fidel, 1962]. Las causas de este pronunciamiento, también son vinculantes con las FRE, y en particular, con los residuos orgánicos y los Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales (STAR) de origen orgánico, que incluyen a la tecnología del biogás.

Otro aspecto interesante es el relacionado con las estadísticas. Por ejemplo, al cierre del primer semestre de 2020 se estimaba que la producción de biogás en Cuba, era de 674 000 m³ de biogás/día. Ello permitía calcular el potencial de este portador energético, pues como se sabe la potencia es la energía en función del tiempo y la equivalencia de un m³ de biogás, asumiendo una concentración promedio de 60 % del metano, un poder calórico de 5500 kilocalorías y un índice de 1,8 kWh de electricidad del biogás producido, podríamos obtener 12,06 millones Toneladas Equivalentes de Petróleo (tep) y 442 812 MWh al año. Este potencial pudiera estar concentrado en un territorio o en algún sector de la economía, y en el caso específico del sistema social cubano todos los resultados se ponen en función del bien común. Sin embargo, los resultados relacionados con el uso, la participación en su producción y la distribución de ese potencial, serían superiores si ese potencial se generara a todo lo largo y ancho del país. Por ello, entre otros motivos (eficiencia, poder, etc.), cuando nos hemos

referido a la cantidad de biodigestores, lo hemos hecho conociendo que:

Si bien la cantidad de biodigestores en un país no define energéticamente su potencial, sí define su uso con inclusión social, partiendo de la participación popular y descentralizada. Esta mirada es importante si la abrazamos como bien común e integrador, pues como se ha dicho en otros medios: Si la energía renovable es clave en nuestra urgente necesidad, y el biodigestor es la pequeña fábrica que está más cerca de la comunidad, de la vivienda del agricultor y del surco, produciendo beneficios para el desarrollo local, entonces su cantidad resulta importante, pues se trata de la participación de la población en la solución de sus propios problemas.

V. Conclusiones y recomendaciones

Este análisis aporta resultados de relevancia en las condiciones específicas de Cuba, donde los recursos locales con el empleo de las FRE son significativos para lograr el potencial energético necesario, y contribuir con ello al desarrollo local sostenible. Al respecto, en la figura 1 se muestra el crecimiento que ha tenido Cuba en el uso de la tecnología del biogás, así como los beneficios que aporta 1 m³ de biogás desde el punto de vista energético. Entre las conclusiones y recomendaciones finales de este análisis podemos citar:

- Existen otras miradas, bien conocidas, que basadas en el concepto de que muchas pequeñas soluciones pueden solucionar o contribuir a resolver grandes problemas, como es el caso del biogás, su aplicación a pequeña y mediana escalas puede aportar a la solución de problemas ambientales, de producción de energía y alimentos a nivel de municipio, incidiendo ello en la provincia y el país.
- Todas las actividades vinculadas al aprovechamiento del biogás necesitan de una cultura tecnológica sobre el uso eficiente de este recurso, así como altos conocimientos y mucha consciencia e integración de todos los involucrados, entre otros aspectos. Por esa razón, entre otras, también somos del criterio que las estadísticas, además de ayudar a la toma correcta de las mejores decisiones, deben responder a nuestra realidad, siempre pensando en todos y para el bien de todos, de manera que el pueblo pueda alcanzar una mejor y mayor calidad de vida.
- Los pronunciamientos, ilustraciones y análisis expuestos en este trabajo, así como en diferentes medios y escenarios desde diferentes miradas con inclusión social, deben tenerse en cuenta en las nuevas propuestas y el ordenamiento que lleva a cabo el país. Ello quizás explique el por qué las «distintas preguntas» acerca de la aplicación del biogás en Cuba siguen «con iguales respuestas», en las diferentes miradas que hasta hoy se han estado planteando «sobre el llamado ABC de la tecnología del biogás en Cuba».

Agradecimientos: Al Doctor en Ciencias Técnicas, Luis Bériz Pérez presidente de Cubasolar.

Referencias bibliográficas

- ATLAS DE BIOENERGÍA, CUBA (2018). Sector agropecuario y forestal. La Habana, Cuba, Ed. Cubaenergía, 84 p., ISBN 978- 959 – 7231- 07- 03.
- BÉRRIZ PÉREZ, L. (1979). Perspectivas del aprovechamiento de la energía solar en Cuba. En revista científica *Investigaciones sobre la utilización de energía solar*, pp. 9–26.
- BÉRRIZ PÉREZ, L. (2020). «Las unidades de medida y las estadísticas en el futuro desarrollo energético del país», en revista *Energía y Tú*, No. 92, octubre - diciembre de 2020, pp.4-9. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.
- CUBAENERGÍA (2021). Boletín informativo renovable.cu, No. 07, julio 2021. La Habana. Cuba, Ed. Cubaenergía. ISSN: 2219- 6919.
- FERNÁNDEZ, IVETTE (2021). Biogás, garantía de un mejor porvenir, Periódico Negocios en Cuba de Prensa Latina. ISSN: 1028-4419 / Año XXV No. 8/ 2021/, Consultado: 14 de marzo de 2021. Disponible en: <https://www.prensa-latina.cu/imagenes/2021/Publicaciones/negocio/NegoCuba-8.pdf>
- CASTRO RUZ, F. (1992). Fidel en la ONU. Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Río de Janeiro. Fomento de la Agricultura y el Desarrollo Sustentable.
- GUARDADO, J. A., HERMIDA MARTÍNEZ, O. LEÓN BOUZA, U. & ROVIRA TEJERA, S. (2021). ¿Estoy pensando Pá mí, o como País?, en revista *Energía y Tú*, No. 95, julio-septiembre de 2021, La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar, pp. 37-44. ISSN:1028–9925.
- GUARDADO CHACÓN, J. A. (2021). El ABC del biogás en Cuba. Un enfoque energético, ambiental y socioeconómico de esta fuente renovable de energía. 9 p., 26 de julio de 2021. ISP–Cuba. Consultado: 4 de abr. de 2021. Disponible en: <https://www.ipscuba.net/economia/el-abc-del-biogas-en-cuba/>
- GUARDADO CHACÓN, J.A. & ARENCIBIA ARUCA, A. (2021). Una mirada desde el Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB) a la transición energética en Cuba. En revista *Gestión y Ambiente* 24 (supl. 2), Universidad Nacional de Colombia. ISSN impreso: 0124-177X e ISSN digital: 2357-5905. Consultado: 4 de abr. de 2021. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion>.
- GUARDADO, J. A. Y COLECTIVO DE AUTORES (2017). *El Movimiento de Usuarios del Biogás en Cuba*. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar, 2017. 140 pp. ISBN 978-959-7113-50-8.
- HILBERT, JORGE. A. (2013). Manual para la producción de biogás. 57 pp. Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. Consultado: 4 de mar. de 2021. Disponible en: <https://inta.gob.arg/pdf>

Recibido: 5 de julio de 2021.

Aceptado: 31 de julio de 2021.

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 Spiritus, Ave. de los Mártires, CP 60100, Sancti Spiritus, 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 Bériz [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 ³	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 socioecológico¹, 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 agroenergéticas² 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-

¹ 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.

² 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	- Bombas fotovoltaicas para riego y agua potable - Uso directo para iluminación, calentamiento de agua, descascarado, refrigeración, acondicionamiento, transportación; cocción, secado y deshidratación de alimentos para consumo y conservación - Sistemas fotovoltaicos a pequeña escala para abastecer la red eléctrica en una vivienda o comunidad, cercas eléctricas, etc. - Abastecimiento de ganado, bombas de aireación solar para estanques, luces solares para la seguridad del ganado e incubadoras de aves de corral
Energía eólica	- Generar energía eléctrica para consumo directo o almacenamiento - Utilizar directamente la energía mecánica en bombeo de agua, refrigeración o transformación de alimentos
Micro-hidroenergía	- Uso directo, trituradoras, molinos, motores eléctricos para actividades de procesamiento. - Generación de electricidad domiciliar a partir de la escorrentía fluvial - Arietes hidráulicos - Bombas vaqueras
Energía de biomasa	- Digestores anaeróbicos: biogás para cocinar, alumbrar y hacer funcionar motores, incluido el transporte - Gasificadores de residuos de biomasa para el funcionamiento de máquinas de vapor

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.

LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA DE CUBA

Por Dr. C. **Daniel Stolik Novygrad***

* Profesor Titular. Instituto de Reactivos y Materiales, IMRE, La Habana.

E-mail: stolik@imre.uh.cu

Resumen

Cuba no goza de soberanía energética, la importación de combustible fósil acarrea una enorme erogación de MLC. El país apuesta por cambiar la situación paulatinamente mediante la aplicación de fuentes renovables de energía (FRE), entre las cuales la energía fotovoltaica muestra una gran oportunidad, que ha sido estudiada y asesorada por el autor a nivel nacional, desde la actividad universitaria por más de 30 años. Es imposible en un solo artículo reflejar todos los aspectos argumentados y propuestos para lograr un mayor aporte de la generación FV a 100 % de la FRE del país, por lo que sugerimos complementar y acceder al libro *La energía FV para Cuba*, así como a los análisis realizados por las publicaciones de vigilancia tecnológica FV denominada *Vitecfv*, a los que se pueden acceder desde el sitio web de Cubasolar.

Palabras clave: Combustibles fósiles, energía eléctrica, fuentes renovables de energía, fotovoltaica, dependencia energética, aportes FV a la solución energética.

PHOTOVOLTAIC ENERGY AND CUBA'S ENERGY TRANSITION

Abstract

Cuba does not enjoy energy sovereignty, the importation of fossil fuels entails a huge outlay of MLC. The country is committed to gradually changing the situation for renewable energy sources (FRE), among which photovoltaic energy shows a great opportunity, which has been studied and advised by the author at the national level, from the university activity for more than 30 years. It is impossible in a single article to reflect all the argued and proposed aspects to achieve a greater contribution of PV generation to 100% of the country's FRE, so we suggest complementing and accessing the book *PV energy for Cuba*, as well as the analysis carried out by the PV technology surveillance publications called *Vitecfv*, which can be accessed from the Cubasolar website.

Keywords: Fossil fuels, electric power, renewable energy sources, photovoltaic, energy dependence, PV contributions to the energy solution.

I. Introducción

En 2019 el autor publicó el libro *la Estrategia FV para Cuba* (500 pág., financiado por la Unión Eléctrica). En los últimos 10 años, hasta hoy, ha publicado más de 130 artículos específicos, distribuidos a más de 250 especialistas, ingenieros, dirigentes, sobre todo del Ministerio de Energía y Minas (Minem) y UNE, con recomendaciones y proposiciones sobre el aporte de la fotovoltaica (FV) a la transición energética del país. En múltiples es-

tudios [Stolik, 2019a; Stolik, 2019b; Ren21 Renewables, 2021] ha expuesto los argumentos para ese necesario y gran aporte FV para tender a la soberanía energética del país, y a la paulatina eliminación de la cara importación de combustibles fósiles para la generación de electricidad, así como para la eliminación del transporte de motores de combustión interna. En esa ocasión resumimos integralmente los elementos y componentes, con el objetivo de cómo lograr la promoción, desde la Uni-

versidad, de una alta penetración FV en la generación eléctrica que necesita el país.

II. Desarrollo

Estrategia FV para Cuba. Síntesis de oportunidades y barreras

Las oportunidades para desarrollar la energía FV en Cuba están dadas por:

- El alto nivel de potencial y la radiación solar en todo el archipiélago.
- Diversas ventajas propias de la energía FV.
- Gran desarrollo FV mundial tecnológico alcanzado.
- Alto nivel de la economía de escala.
- Disminución de los costos FV y aumento de sus eficiencias.
- Aumento de la penetración-integración.
- Creciente volumen de instalaciones en múltiples países.
- Variedad de mejores prácticas e innovaciones mundiales.
- Liderazgo de producciones FV de China.
- Existencia de Centros y especialistas en Cuba.
- Posibilidad de encadenamientos FV.
- Aumento de las instalaciones del Minem, la UNE.
- Existencia de empresas para afrontar el desarrollo FV en el país, entre otros aspectos.

Los costos de la generación FV han disminuido y el volumen de aplicaciones e instalaciones aumentado sostenidamente desde hace unos 60 años. En los últimos años el aporte de la FV ha sido el mayor crecimiento entre las FRE. En paralelo aumenta el número de vehículos eléctricos, ambos elementos tributan a la sustitución de los combustibles fósiles.

Costos FV

La energía eléctrica FV y la eólica se han convertido en las más baratas entre todas las fuentes de generación eléctrica. Los record de costos FV más bajos por contrato de compra venta del kWh (PPA) son increíblemente menores de 2 centavos de USD/kWh FV. Para Cuba no es posible realmente tener tan bajos precios por PPA; un costo favorable con inversión extranjera en PPA de 20 años podría estar en unos 5 centavos de USD/kWh. Del análisis de los desarrollos FV de los distintos países para determinar una mejor estrategia de desarrollo FV para el país, en base a una minuciosa e integral vigilancia tecnológica de las mejores prácticas FV, algunas son recomendables a aplicar en Cuba, pero otras no de acuerdo con características específicas del país.

Velocidad de los incrementos FV

Las velocidades se diferencian por regiones y países, de acuerdo con los parámetros siguientes: Consumo de electricidad total (TWh); Número de habitantes; Superficie (km²); Yield (kWh/kW); Instalaciones FV anuales (MW); Instalaciones FV acumuladas (MW); Generación FV (TWh); Per cápita anual (Watt/habitante); Per cápita acumulado (Watt/habitante); Penetración FV (%).

Varios pronósticos plantean un incremento FV para el 2050, entre 50 % y 60 % del consumo mundial de la electricidad.

Salvar el planeta o el factor económico

El planteamiento de la necesidad fundamental de evitar a cualquier precio económico el calentamiento que limite y hasta destruya la vida en la Tierra, lamentablemente se ha manejado en primer lugar como negocio. Muchas organizaciones, empresas, lobbies, algunos gobiernos (sobre todo los republicanos de EE.UU.) se han resistido, en actitud recalcitrante, a aceptar la demostración científica del calentamiento global, como el originado por la quema de combustibles fósiles, aunque actualmente la mayoría de ellos, anteriormente recalcitrantes, se han sumado a la necesidad de lograr la neutralidad del carbono [IEA, 2021a].

Aumento de la penetración-integración

Es necesario diferenciar el papel de las distintas fuentes renovables y no renovables en las etapas de transición hacia la meta de 100 % renovable [Irena, 2021; IEA, 2021b; BP Annual report, 2021; Fraunhofer..., 2021]. Durante esa transición la evolución de muchas fuentes de generación eléctrica son temporales, mientras que otras se van convirtiendo en definitivas; las combinaciones variantes y alternativas son muchas, por lo que se hace necesario hacer un análisis integral para lograr una buena ruta crítica de la estrategia cubana. En el camino de la transición los países pueden ir cambiando las medidas, unas en base a la hidroeléctrica, otras de la flexibilidad de las propias termoeléctricas, a partir de momentos determinados del desarrollo del almacenamiento de la energía eléctrica, etc.

Cuba cuenta al finalizar el año 2020 con un per cápita alrededor de 20 Watt FV/hab. El pronóstico varía mucho en dependencia de la capacidad FV que se logre, y considerando para 2030 una población de 11 500 000. Para ese aumento de la penetración, entre las bondades de la FV está la oportunidad intrínseca de combinar la FV centralizada con la descentralizada en suelos, techos y cubiertas.

Aspecto financiero

Con la disminución de los costos del sistema fotovoltaico, sobre todo los costos duros (*hardcost*) insumos tangibles, la componente de Costos de Capital se ha convertido en uno de los factores más caros de las instalaciones fotovoltaicas.

Los países con menores costos de instalaciones FV tienen porcentajes de WACC muy bajos, y los intereses con frecuencia se pagan en bancos nacionales, que no originan evasión de MLC. Cuba, asediada por el bloqueo, lamentablemente cataloga con relación al otorgamiento de créditos e inclusive de los Contratos de Compra Venta de Energía Eléctrica (PPA) como país de mucho riesgo económico, aspecto que por lo general plantea altos WACC con gran encarecimiento de los costos FV, y que complican aún más la falta de liquidez en MLC. Por ello, por difícil que sea se hace necesario seleccionar la vía para un esfuerzo de financiamiento propio, importando estrictamente lo que no podamos resolver en el país. Los aspectos de diseño, instalación, montaje, O-M y otros aspectos que dependen

fundamentalmente de labor humana se deben viabilizar con financiamiento en moneda nacional (CUP). El financiamiento por PPA de inversiones extranjeras viabiliza temporalmente la falta de liquidez en MLC, pero el costo para Cuba sería menor que la de PPA en MLC mediante inversión con «esfuerzo propio», realizando la erogación mayor en MLC en los insumos tangibles (hardcost), y en MN los costos que dependen mayormente de labor humana (softcost: diseño, instalación, O-M, etc.). De contar con una radiación solar de 4 horas pico/día, 1440 al año y 36 000 horas pico en 25 años, la erogación en MLC por costo del kWh FV, podría ser menor próximamente, de 2 centavos USD/kWh FV. La diferencia entre el costo del kWh fósil vs. el kWh FV, denominado «costo fósil evitado», es precisamente el que con el aumento de la FV se va paulatinamente propiciando el autofinanciamiento de las instalaciones FV, o sea, cuando el costo fósil total evitado durante un año se hace menor al costo de toda la nueva instalación FV correspondiente en el año.

Variantes de estrategia

Aunque la meta de 100 % muestra el mismo objetivo para los países, la forma de lograrlo es diferente, depende de muchos factores, en los que se incluyen las características de cada país. Es por eso el cuidado a tener cuando analizamos la experiencia de un país aislado, en lugar del comportamiento de distintas experiencias de un número mayor de países, donde la coincidencia, en nuestro caso con Cuba, de algunas características, similitudes y diferencias están dispersas en los variados ejemplos de esos países.

En Cuba la Revolución con mucho orgullo plantea comparaciones con el resto mundial, como esperanza de vida, natalidad, calidad de productos como tabaco y ron y salud pública, entre otros acápites. Pero en la generación y consumo eléctrico a pesar de resultados obtenidos en distintos aspectos, como la de pasar de 56 % en 1958 a 100 % de la población hoy, la estrategia futura para lograr en primera instancia una soberanía electroenergética del país es aún insuficiente. Entre ellas se encuentran las velocidades para el crecimiento de la FV en Cuba.

Potencial FV de Cuba

El potencial FV de Cuba es muy alto y homogéneo, por ejemplo, el más bajo es más alto que el mayor de Alemania, país con alto grado de penetración FV [Stolik, 2020]. Ver Fig. 1.

Estrategia FV

Como ejemplo: de aumentar la FV 300 MW FV cada año, se llegaría con el paso del tiempo a una cantidad estable de 9000 MW FV por instalaciones durante 30 años. Si consideramos que el costo del MWp de reposición de los sistemas sea de 1000 USD/kWp (que en realidad será mucho menor), entonces el costo de instalaciones comienza a autofinanciarse, y en el estudio de caso realizado, el autofinanciamiento a 100 % se debe producir al llegar a una generación nacional de 1500 MW instalados.

Aunque es un tema difícil debido a la falta de liquidez en MLC del país, la aprobación de poder dedicar desde ahora una cantidad anual para el desarrollo FV financiado por esfuerzo propio, iría tributando rápidamente al autofinanciamiento por costo fósil evitado y al aumento paulatino de la soberanía electroenergética del país. Al mismo tiempo, la generación eléctrica por esta vía también tributaría a la sustitución del caro combustible fósil del transporte, al pasarse paulatinamente a transporte eléctrico.

La estimación para el decenio es que el costo promedio del kWh FV será menor que el fósil en unos 10 centavos de USD/kWh (aunque realmente es fluctuante). En pocos años las instalaciones FV se autofinancian a 100 % por costo fósil evitado.

Costos FV por sectores

El costo de instalación del kWh FV generado más barato corresponde a las instalaciones de nivel centralizado en grandes plantas FV de mayores potencias (denominadas utility) y se va paulatinamente para los sectores industrial-comercial, y aún más para el residencial; la diferencia entre los extremos (mínimo utility vs. máximo residencial) varía notablemente, para algunos países se estrecha mientras que para otros es más del doble. La definición concreta de los costos por cada sector es sumamente compleja, no obstante, para Cuba están presentes aspectos que pueden ayudar al establecimiento de costos aproximados entre los sectores.

Análisis de oportunidades FV para sector residencial

El bajo costo de la generación eléctrica por vía FV es determinante tanto para disminuir la erogación del cliente consumidor, como para las empresas de costo-país (UNE



Fig. 1. Potencial eléctrico fotovoltaico

en Cuba) de generación eléctrica, debido a la sustitución de los combustibles fósiles de mayores costos y de erogación en MLC. Actualmente en Cuba el costo de la FV para el sector residencial debe estar en menos de 10 centavos de USD/kWh FV, con la tendencia de continuar disminuyendo a menos de 5 centavos USD/kWh FV, en el caso de poder perfeccionarse la gestión financiera y de economía de escala, por ejemplo como:

- Comprar «spot» los componentes de importación, distribución y venta (módulos, inversores...) en empresas especializadas cubanas mayoristas a puerta de fábrica. No atomizar las compras minoristas que encarecen los sistemas FV.
- Crear empresas especializadas en diseño e instalaciones de sistemas FV para los sectores residencial, industrial, comercial y posibles cooperativas de montaje, operación y mantenimiento. Controlar límites de ganancias y montos de precios no abusivos.
- Posibilitar créditos bancarios blandos a los clientes residenciales para afrontar el costo inicial FV que se puede sufragar y amortizar en pocos años por el ahorro del costo evitado en pagos de la factura eléctrica.

La oportunidad para el costo-país radica específicamente en el costo fósil evitado, sobre todo el de importación.

Para unos 432 000 clientes residenciales (en cifras redondas) de todos los tramos que superan los 351 kWh/mes, la opción FV es de un gran incentivo económico para su ahorro y también para el país por el costo fósil evitado, mucho más caro con una gran parte en MLC. Para los clientes que consumen aproximadamente menos de 351 kWh/mes, a diferencia de los no subvencionados, el país debe aportar centralmente una parte del costo en CUP de la electricidad que disminuye el monto de la factura del cliente; no obstante, también para esos tramos también se justifica la instalación de sistemas FV, siempre y cuando al cliente le sea más barato el kWh FV que el centralizado del Sistema Electroenergético Nacional (SEN).

A más largo plazo, si: 1. Durante los próximos 30 años (para el 2050) se instalan promedios entre 200 y 400 MW FV de potencia pico FV/año. 2. La generación eléctrica total del país se realizara de acuerdo a su desarrollo económico, sobre todo el industrial, agropecuario, turístico y del transporte eléctrico; supongamos que fuera de unos 40 000 GWh, entonces las penetraciones FV serían aproximadamente las siguientes hacia el 2050 (Tabla 1):

Tabla 1. Penetración FV en función de potencias instaladas

Instalación anual GWp FV	GWh FV acumulado FV a los 30 años	% de FV del MIX mundial De 40 000 TWh en 2050
200	8 400	21 %
250	10 500	26 %
300	12 600	31 %
350	14 700	37 %
400	16 800	42 %

Nótese que para lograr un aporte de 30 % FV al MIX, de acuerdo con los supuestos aproximados similares a los relacionados, se deben instalar sostenidamente 400 MW FV cada año.

Recalamos que independientemente de innovaciones y de los perfeccionamientos FV por venir, los incrementos posibles FV ya no lo son tanto de carácter tecnológico, sino de política energética y financiera, con muchas aristas solubles, según se pueden identificar en las numerosas mejores prácticas FV internacionales, más las bondades de las características de Cuba para acometer un notable desarrollo FV del país.

El autoconsumo FV

El autoconsumo FV en la industria puede tener varias alternativas:

- Generar vía FV solo una parte de la electricidad, con poca o prácticamente sin inyección a red.
- Generar más de lo que consume y aportar el exceso a la red, con variantes de pago: sea con dos relojes que diferencien el consumo desde la red con lo se aporta a la red (feed in Tariff), en el que hay que definir los costos del kWh.
- Generar e inyectar a la red a través de un reloj bidireccional (Net o Mettering), el balance es en términos de energía, por lo que se paga lo mismo por generar que por inyectar.

En el sector comercial, la mayoría de los elementos señalados para el sector industrial también se pueden aplicar. En algunos países incluyen en las estadísticas los datos de las instalaciones del sector industrial con el comercial, y en otros no. De acuerdo con las características de Cuba es conveniente diferenciarlos. La diferencia del sector comercial con el industrial son debido a que:

- Los promedios de potencia de las instalaciones son menores.
- Gran presencia de cuentapropistas que pueden tender al sector industrial y algunos al residencial, con formas diversas de financiamiento.

El potencial de este sector es de varios cientos de grandes comercios y de muchos miles más pequeños (incluyendo comercios cuentapropistas); la FV en este sector debe ir aumentando, con la tendencia de aportar de 10 a 15 % de la generación FV hacia el 2030.

Costos en MLC con fotovoltaica

Si cada año se instalan y adicionan 300 MW FV al cabo de cinco años la suma de los ahorros acumulados son de 300 millones de USD, que coincide con el costo de los 300 MW a instalar en el sexto año; de continuar este proceso se produce un autofinanciamiento de las nuevas instalaciones FV, en una cantidad que va creciendo.

Costos en MN

El desarrollo FV, como gran incentivo país, tributa a una soberanía energética, tanto para la generación del consu-

mo directo de electricidad centralizado + el distribuido, como para el desarrollo del transporte eléctrico. La FV además de la disminución de la importación de combustibles fósiles contribuye, lenta y sostenidamente, a la disminución del costo del kWh del MIX de generación eléctrica. La generación de electricidad en función del incentivo país es de una gran componente y presencia por parte del sector de nivel utility. El incentivo cliente (estatal y no estatal-industrial, comercial, residencial) está relacionado con la comparación de lo que se paga por kWh de la factura eléctrica vs. la conveniencia de financiar la propia instalación FV por menor costo del kWh FV. En otros trabajos hemos analizado el incentivo del cliente del sector residencial. El incentivo cliente también tributa al del país al convertirse el cliente no solo en consumidor de electricidad, sino también en productor en el concepto de generación distribuida, que propicia disminuciones de generación centralizada de la red.

En el análisis para el sector productivo (incluyendo el industrial), que incluye grandes consumidores de electricidad, se pudiera compatibilizar financiamientos sectoriales (por ejemplo, costo por valor agregado a la producción por consumo de electricidad) con nacionales (exenciones de pagos e impuestos, presupuesto país para la disminución de importación de combustibles fósiles).

Para el sector residencial que es muy masivo y con instalaciones promedios de menores potencias, puede haber distintas variantes propuestas.

Se recalca que las importaciones necesarias para todos los sectores deben ser realizadas en compras mayoristas.

De acuerdo con los datos extraídos de la Serie del Anuario Estadístico de la ONEI [2021], la comparación de la generación y los consumos de electricidad por sectores entre los años 2000 y 2020, muestra que en 20 años prácticamente todo el aumento de la generación eléctrica correspondió al aumento del consumo en el sector residencial. Por supuesto que este comportamiento tributa a un mejor nivel de vida de la población; sin embargo, el problema es otro y radica en el bajo nivel de consumo eléctrico del sector industrial y su evolución para tributar al desarrollo económico del país. En el consumo industrial se incluye el Insumo energía eléctrica, que se consume en las plantas fósiles y no llega a los consumidores externos de todos los sectores.

Costos del kWh FV en las componentes por MLC

De acuerdo con los costos mostrados en Stolik [2019b] y las características del país:

- rendimiento (*yield*) promedio 1480 kWh/kWp y de 1350 kWh/kWp, teniendo en cuenta la pequeña disminución anual de la eficiencia del módulo, -vida útil de los módulos que actualmente es de 30 años, -horas pico en 30 años: 40 500 horas, el costo del kWh FV es de: 1,25 centavos de USD.

Los costos FV continuarán disminuyendo, ya más ligeramente, en los próximos años. Ver autofinanciamiento FV en el libro de *Energía FV para Cuba* [Stolik, 2019b].

El reto para Cuba

Según todos los pronósticos, las instalaciones FV cada año continuarán incrementándose notablemente. En Cuba

entre 2013 y 2020 las instalaciones FV anuales fueron en general aumentando, el promedio ha sido aproximadamente de unos 30 MW/año, con una penetración menor de 2 %, también muy baja en comparación con otros países, algunos de los cuales actualmente sobrepasan 10 %.

Aunque es un compromiso importante, el aporte al cero carbono (NetZero) mundial de Cuba es sumamente pequeño, pero es tremendamente decisivo para lograr la soberanía energética del país y disminuir la erogación de más de 2500 millones de USD por concepto de generación de electricidad, donde el potencial FV debe brindar un aporte sustancial al respecto.

El cero carbono (NetZero) en Cuba

La estrategia mundial del NetZero será la resultante de la suma de los planes y metas de todos los países y regiones del planeta, donde subsisten grandes diferencias que hay que tener muy en cuenta de cuándo se deben aplicar, o no, las mejores prácticas de otros países.

Cuba tiene la mayor dependencia, casi absoluta, de los combustibles fósiles de mucho menos hidro, aún muy poca FV y eólica, cero nuclear, cero geotérmica.

Es notable el 45 % que posee la región de América Latina en generación hidroeléctrica, vs. 15,6 % el promedio mundial y Cuba menos de 1 %.

Cuba no tiene generación en base a carbón, o sea, que no necesita participar en la lucha mundial para disminuir la generación eléctrica en base al carbón, su reto es la disminución de la dependencia del petróleo importado.

Es sumamente importante definir una estrategia para lograr sobre todo una paulatina independencia electroenergética del país, lo que a la vez está relacionado con el compromiso Net Zero 2050. A continuación se muestra un ejemplo de cómo podría ser la evolución al respecto (Fig. 2):

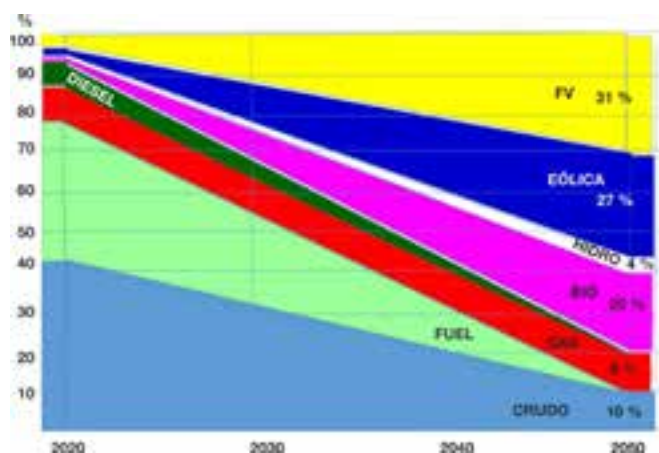


Fig. 2. Variante NetZero 2050 para Cuba.

No se debe confundir la estrategia de 100 % de energía eléctrica con la de 100 % de energía total que incluye calor, transporte, industria, etc. En este sentido todos los pronósticos dan por sentado que será la generación eléctrica la que primero alcanzará el mencionado 100 %, y que posteriormente lo lograrán los otros sectores.

III. Conclusiones

Es imposible en un solo artículo reflejar todos los aspectos argumentados para lograr un mayor aporte de la generación FV a 100 % de las FRE en el país, por lo que sugerimos complementar y acceder al libro *La energía FV para Cuba*, así como a los análisis realizados en últimos seis meses de la publicación denominada *Vitecfv*, a los que se pueden acceder desde el sitio web de Cubasolar.

IV. Bibliografía

- BP ANNUAL REPORT (2021). Statistical Review of World Energy Julio 2021, 70 th edition.1 St James's Square, London. 72 p. Consultado: 15 de mar. de 2021. Disponible en: www.bp.com. Consultado: 15 de mar. de 2021. Disponible en: www.ise.fraunhofer.de.
- FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SOLAR ENERGY SYSTEMS, ISE (2021). Photovoltaics report. With support of PSE Projects GmbH, Freiburg 27, Germany, julio 2021. 50 p.
- IEA, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2021a). Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global 2021Energy Sector Net Zero by 2050. France, IEA. 223 p. Consultado: 15 de may. de 2021. Disponible en: www.iea.org.
- IEA, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2021b). Pvps photovoltaic power systems programme. Task 1 Strategic Pv Analysis and Outreach Report IEA PVPS. T1 39, abril 2021. 29 p. ISBN 978-3-908281-17-8. Consultado: 15 de mar. de 2021. Disponible en: www.iea.pvps.org.
- IRENA, INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (2021). World energy transitions outlook 1.5° c pathway. Abu Dhabi. 53 p. ISBN 978-92-9260-334. Consultado: 15 de feb. de 2021. Disponible en: www.irena.org/publications.
- ONEI, OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMACIÓN (2021). Anuario estadístico de Cuba. Capítulo 10: Minería y energía, ed. 2021. La Habana, Cuba, 20 p. Consultado: 15 de abr. de 2021. Disponible en: www.onei.gob.cu.
- REN21 RENEWABLES (2021). *Global Status Report GSR 2020*. Secretariat c/o UN Environment Programme, 1 rue Miollis Building VII 75015, París, France. 370 p. ISBN 978-3-948393-03-8. Consultado: 15 de feb. de 2021. Disponible en: www.ren21.net.
- STOLIK, D. (2019a). Disminución de los costos del kWh fotovoltaico. En revista *Eco Solar* 70, oct.-dic., 2019, pp. 27-33. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.
- STOLIK, D. (2019b). *Energía fotovoltaica para Cuba*. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. 534 p. ISBN: 978-959-7113-56-0.
- STOLIK, D. (2020). Potencial FV de Cuba. En *vitecfv* No. 6, 28 de nov. de 2020. Consultado en: www.cubasolar.cu

Recibido: 20 de junio de 2021.

Aceptado: 24 de julio de 2021.

UNA MIRADA AL CONSUMO DE PLANTAS COMESTIBLES NO CONVENCIONALES DURANTE EL PERIODO ESPECIAL EN CUBA

Por Laura Beatriz Montes de Oca Vázquez*

Est. de la Universidad de Ciencias Gastronómicas de Pollenzo, Italia*

E-mail: laurabeatrizarual@gmail.com

Resumen

El trabajo presenta una aproximación al consumo de plantas comestibles no convencionales durante el Periodo Especial en Cuba. El objetivo es determinar niveles de consumo o aceptación estas plantas, así como las perspectivas de su incorporación en la paleta alimentaria del cubano. Para ello, estaremos analizando los basamentos de la cultura alimentaria en el país y la situación del consumo de alimentos en el Período Especial, a partir de 16 entrevistas realizadas. Se valoró el consumo de 26 plantas de mayor difusión en la etapa. Se enuncian las diversas razones de su escasa aceptación; se argumenta la importancia de su incorporación a la dieta y las vías para promover un mayor consumo.

Palabras clave: Plantas comestibles no convencionales, cultura alimentaria, consumo, biodiversidad.

AN OVERVIEW AT THE CONSUMPTION OF NON-CONVENTIONAL EDIBLE PLANTS DURING THE SPECIAL PERIOD IN CUBA

Abstract

This work presents an approach to the consumption of non-conventional edible plants during the Special Period in Cuba. The objective is to determine levels of consumption or acceptance of these plants, as well as the perspectives of their incorporation in the Cuban food palette. For this purpose, we will be analyzing the basics of food culture in the country and the situation of food consumption during the Special Period, based on 16 interviews. The consumption of 26 plants of greater diffusion in the stage was evaluated. The different reasons for their scarce acceptance are enunciated; the importance of their incorporation to the diet and the ways to promote a greater consumption are argued.

Keywords: Non-conventional edible plants, food culture, consumption, biodiversity.

I. Introducción

Cuando se analiza la cultura alimentaria en Cuba hay que remontarse a la etapa precolombina. A juzgar por las crónicas de la época que se conservan y por los estudios arqueológicos recientemente realizados, los pobladores primitivos se alimentaron de diversos tipos de frutas y plantas silvestres, así como de diferentes especies del reino animal. Jutías, quelonios con sus huevos, almiqués, majás, manatíes, patos, ostiones, moluscos y cangrejos formaban parte de la dieta de los aborígenes, junto con

la iguana, reptil que constituía un manjar muy apreciado y que se reservaba para los jefes de las tribus. La riqueza de la flora y la fauna cubanas les permitió conformar un régimen de alimentación muy variado [Vázquez, 2008].

Se sabe que a la llegada de los españoles cultivaban el boniato (*Ipomea Batatas* L.), guaguí (tipo de malanga nativa cubana, *Colocasia antiquorum*), la calabaza (*Cucurbita moschata*), el maíz (*Zea mays* L.) y el ají (*Capsicum annum* L.), así como diversos tipos de frijoles, entre los que preferían el caballero (*Phaseolus lunatus* L.) y el de carita

(*Vigna sinensis*). Cultivaban también, en una mayor proporción, una variedad amarga de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con la que producían el casabe, que constituyó la base fundamental de su alimentación. Los aborígenes contribuyeron notablemente a la alimentación de los colonizadores, los que aprendieron a conocer diversos frutos, como la papaya (*Carica papaya* L.), la piña (*Ananas comosus* L.), el coco (*Lecythis tyurana*), la guayaba (*Psidium* spp.), el marañón (*Corylus americana*), la guanábana (*Annona muricata*), el anón (*Annona squamosa* L.), el caimito (*Chrysophyllum oliviforme*), la jagua (*Genipa Americana*) y el tamarindo (*Tamarindus indica* L.), entre otros, y asimilaron algunas técnicas de las artes de cultivar, pescar y hacer cerámica. También conocieron algunos métodos para cocer y conservar los alimentos, como es el caso del secado de pescados y carnes, para lo que utilizaban una especie de parrilla sobre fuego que denominaban barba-coa [Vázquez, 2008].

A partir de la conquista comienza una larga historia, que marca la desestabilización de los ecosistemas primitivos. Los habitantes aborígenes mueren paulatinamente a consecuencia de enfermedades y del exceso de trabajo; también se dispersan para zonas aisladas y pierden su identidad racial. Mientras, los nuevos pobladores impusieron sus tradiciones y comenzaron a introducir gradualmente las técnicas de la ganadería y de la avicultura. Aves de corral, caballos, toros, vacas y cerdos comenzaron a delinear un nuevo panorama donde los antiguos y exuberantes bosques primitivos fueron cediendo espacio, paso a paso, a las plantaciones de caña de azúcar y a los potreros. También fueron importados cereales de otras latitudes como la harina de trigo, la avena y el arroz, que rápidamente se convierte, junto a los frijoles, en la base de la nueva dieta cubana. Para conservar y condimentar las comidas comienza a difundirse el uso de la canela, la nuez moscada, el clavo de olor, el jengibre y el comino, así como las hierbas aromáticas encabezadas por el ajo y la cebolla, y seguidas por el perejil, el orégano, la albahaca, el tomillo, el hinojo, el anís, la mejorana y el cilantro. Las aceitunas, las alcaparras, las pasas, los frutos secos y especialmente las almendras adquieren paulatinamente un lugar importante en la confección de los cocidos y en la elaboración de pasteles y postres nacionales. Se comienzan a introducir hortalizas como la remolacha, zanahoria, coles, rábanos y pepinos. Las tradiciones de consumo de vino, café y azúcar también llegaron de Europa, y forman parte del proceso de colonización en la esfera doméstica y cultural. Con la trata de esclavos se intensifica el consumo de bacalao, tasajo y arroz [Vázquez, 2008]. De la misma manera introducen procedentes de otros países americanos conquistados, el tomate, el cacao y la papa [Figuerola *et al.*, 2005].

Con la llegada de los esclavos desde diferentes regiones de África, el país recibió una importante inyección de hábitos alimentarios. Muchas etnias africanas eran consumidoras de tubérculos y cereales, apreciaban poco la carne de res y preferían comer ovejas y cabras. No empleaban la leche ni los huevos. Conocían la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), y empleaban la miel de abejas para endulzar. Los ñames (*Dioscorea* spp.), el quimbombó (*Abelmoschus esculentus* L.), la malagueta (*Capsicum*

frutescens), la pimienta de Cayena (*Capsicum frutescens* L.), algunas variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) y los plátanos (*Musa* spp) llegaron al Nuevo Mundo con los barcos negreros. Según cuenta en sus textos Don Fernando Ortiz —poeta, etnólogo y crítico literario cubano—, ellos trajeron también a la isla las ensaladas de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y de bleo blanco (*Amaranthus viridis* L.), y algunos dulces elaborados con tallos de frutabomba [Vázquez, 2008].

Durante los siglos posteriores a la conquista se hizo más intenso ese proceso de transculturación, en el que los esclavos africanos, los culíes provenientes de China, yucatecos, árabes, europeos, norteamericanos, entre otros, marcaron las características del yantar cubano. De esta forma se va cincelandando el paladar cubano en un proceso de «toma y daca interétnicas», a decir de Martha Vesa Figueras, investigadora y antropóloga cubana [Vesa, 1990].

Antes de 1959 el país presentaba una notable vulnerabilidad económica: se importaba, como promedio por persona al año, unas 1200 kcal y 30,4 g de proteína, representando 47 y 53 % del total disponible, respectivamente [Nova, 2019]. La Revolución Cubana contrajo el ineludible deber de distribuir los alimentos de una forma equitativa entre todos los ciudadanos, lo que marcó, junto al bloqueo económico decretado por el gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, el inicio del racionamiento de los productos alimenticios, aunque aparecen otras alternativas en la red popular de alimentación social.

Antes del Período Especial, la población cubana sobrepasaba los indicadores de consumo recomendados de energía y proteínas, no sufría de carencias alimentarias que se manifestaran en enfermedades crónicas visibles, aunque en los indicadores de salud aumentaban los índices de enfermedades no transmisibles. Durante ese Período la producción nacional de alimentos se redujo considerablemente, entre 20 y 50 %, así como la importación de alimentos. En términos nutricionales, por ejemplo, en 1993 la ingestión de energía per cápita disminuyó a 1863 kcal/día y las proteínas a 46 g/día, lo que significa una reducción de 63 y 59 %, respectivamente, con relación al cuadro de 1988. En situación similar se produjo un decrecimiento en la ingestión de grasas, vitamina A, vitaminas del complejo B, hierro, calcio y otros nutrientes [Figuerola *et al.*, 2005].

Dada la evidente reducción de recursos alimentarios que se importaban, se inicia un fuerte movimiento en el país para el desarrollo de la Agroecología y la agricultura urbana y suburbana. Ello trajo consigo que investigadores, campesinos, agroecólogos, nutricionistas y personal vinculado a la rama agroalimentaria, comenzaron a valorar la amplia diversidad alimentaria del país, y se promocionara el consumo de algunas plantas consideradas como no convencionales. Múltiples iniciativas en torno a estos presupuestos cobraron auge, y por ende, el consumo de plantas saludables formó parte de toda una campaña para mejorar la condición alimentaria del pueblo cubano.

Se desarrollaron acciones como:

- Apertura del Mercado Libre Campesino.

- Surgimiento del movimiento agroecológico de campesino a campesino y el programa nacional de permacultura.
- Fomentar la creación de autoabastecimiento o huertos familiares, con el fin de satisfacer las necesidades de las zonas residenciales e instituciones públicas (huertos urbanos e periurbanos). Se fortalece el sistema productivo-extensionista Programa Nacional de Agricultura Urbana y Suburbana, que se desarrolla sobre bases agroecológicas [Casimiro Rodríguez *et al.*, 2017].
- Reducir las pérdidas poscosecha mediante la venta directa de productores a consumidores en las ciudades.
- Reforzar la política agraria mediante la descentralización de la propiedad y la gestión de la tierra y diversificación de la producción agrícola.
- Motivar a la población a participar en labores agrícolas.
- Incorporar los presupuestos de la educación nutricional en programas de desarrollo agrícola.
- Impartición del Curso *Los vegetales y las frutas en la salud humana* en el programa televisivo «Universidad para Todos», y publicación de Tabloides como materiales de base.
- Mayor impulso al Movimiento de Usuarios del Biogás en Cuba, por Cubasolar, como una forma de introducir las fuentes renovables de energía (FRE) en la producción de alimentos; mayor aplicación del secado solar y otras tecnologías FRE en la agricultura.

Otras acciones:

- Difusión del Catálogo *Plantas silvestres comestibles*, Minfar, 1987.
- Publicación del libro *Construyendo con vegetales*, 1988.
- Fundación del Eco-Restorán *El Bambú* en el Jardín Botánico Nacional (El primer restaurante ecológico de Cuba fue creado en 1992 en el Jardín Botánico Nacional. Promovió la amplia diversidad de plantas alimenticias en el país. Acciones como la creación de ciclos cerrados, uso de energías renovables, huertos organopónicos y productos locales ocurren por primera vez en este lugar. En este marco se realizaron tres eventos nacionales en 2001, 2002 y 2003 llamados «Talleres de Alimentos No Convencionales», con la participación de varias provincias del país.
- Fundación del Proyecto Comunitario Conservación de Alimentos, del municipio Marianao, con más de 40 publicaciones sobre el consumo de vegetales y frutas, y centenares de entrenamientos a promotores del Proyecto.
- Publicación del libro *Cocina ecológica en Cuba*, de Madelaine Vázquez (tres ediciones, 35 000 ejemplares, 2001-2003).

En la actualidad se están produciendo grandes transformaciones en el campo cubano para acelerar los procesos de transición hacia una agricultura sostenible. Aun así, la agricultura familiar, a pesar de producir más de 75 % de los alimentos cubanos, en 30 % de las tierras y con 20 % de los escasos recursos; parte de sus producciones se

pierden. La mayoría de los cuales ni siquiera pueden beneficiarse o almacenarse porque carecen de los recursos necesarios para la transformación, el envasado o el almacenamiento [Casimiro, 2021].

El movimiento agroecológico es clave dentro de este proceso. La aprobación por el Estado cubano, en junio de 2019, del Plan de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional (Plan SAN) también coadyuvará por su carácter integrador a mejorar los hábitos del comer y los resultados de la agricultura cubana. Las alianzas entre Slow Food Internacional, Slow Food Cuba y el Movimiento de Alimentación Sostenible (grupo de trabajo de Cubasolar), también aportan su granito de arena para el logro de nuestra soberanía alimentaria [Vázquez, 2019; Casimiro *et al.*, 2021].

II. Materiales y métodos

La flora cubana es la más rica en especies de los países antillanos. También tiene un alto porcentaje de especies que solo viven en nuestro territorio (endémicas, 51,3 %). Sin embargo, no se ha aprovechado todo el potencial alimentario cubano, con gran dependencia de las importaciones. Las frutas, hojas y verduras convencionales que la humanidad conoce, desde hace años se mantienen en el mercado. Es por ello que pretendemos con esta investigación ofrecer la posibilidad de utilizar, en condiciones adversas, otras plantas que han servido de alimento a nuestra población, como una fuente eficaz de supervivencia y mejor calidad de vida.

Para determinar los niveles de consumo o aceptación de plantas silvestres comestibles en diferentes grupos de edades, se analizaron 26 plantas (Anexo 1). Las plantas fueron seleccionadas a partir de criterios empíricos y por lo reflejado en la literatura disponible, cuya base nos permitió la catalogación de estas como «plantas comestibles no convencionales».

Se utilizó documentación estadística de una metodología cualitativa: las entrevistas. Se entrevistó a 16 personas. De estos 16, 13 fueron seleccionados para realizar un cuestionario (Entrevista a consumidor medio en Cuba). Estos 13 encuestados tuvieron que responder sobre el consumo individual de estas 26 plantas y otras preguntas pertinentes (Anexo 2).

Los tres restantes son expertos en el tema (Entrevista general). Ver Anexo 3.

III. Resultados y discusión

La investigación se realizó a 16 ciudadanos cubanos, quienes vivieron durante todo el Período Especial en el país. Del total de encuestados, 6 eran hombres y 10 mujeres. También se valoró el rango de edades de los entrevistados, intencionando que fuera mayores de 40 años, pues tenían mayoría de edad en la etapa objeto de investigación (Cuadro 1, Fig. 1).

Cuadro 1. Rango de edades de los encuestados

Rangos de edad	Cantidad de personas
40 - 50	2
51-60	10
61-70	3
Más de 80	1

Rango de edades

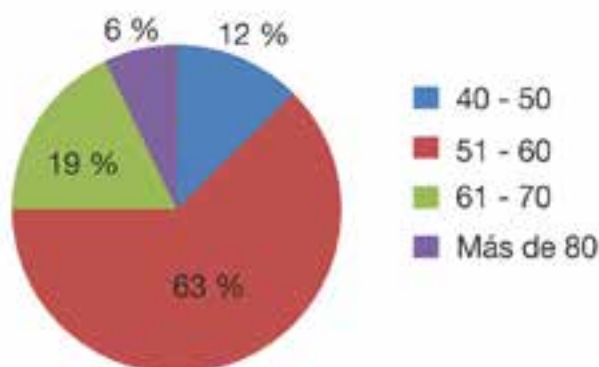


Fig 1. Rango de edades de los encuestados.

Para entender las diversas tendencias alimentarias, se abordó el área de origen de los encuestados (Cuadro 2, Fig. 2).

Cuadro 2. Área de origen de los encuestados

Área de origen	Cantidad de personas
Rural	3
Urbana	13

Área de origen

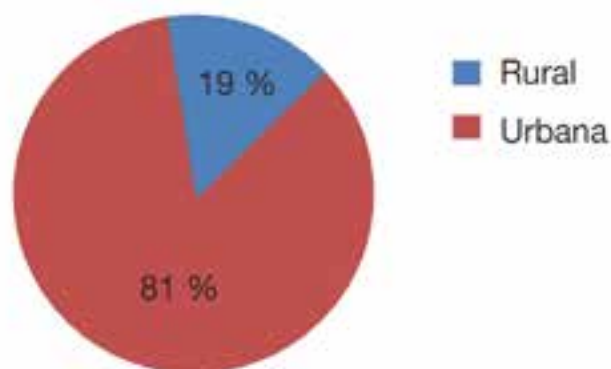


Fig 2. Gráfico de la zona de origen de los encuestados.

Ello permitió valorar que la mayoría provenía del área urbana (81 %), lo que sin duda influye en la configuración de hábitos alimentarios. Se conoce que la población rural es más proclive al consumo de plantas locales [Vázquez y Casimiro, 2019].

Los encuestados refieren algunos de los alimentos no convencionales consumidos durante el Período Especial, como: bistec de toronja, croquetas de frijoles rojos, fideos con frijoles, rebozado de berenjenas con tomate sobre

yuca, panetela de pan viejo, mortadela de conejo, arroz *microjet*, croqueta de plátano verde, chicharrones de pollo, agua con azúcar prieta, cáscara de plátano hervida, croquetas de col, té y ensalada de hibisco y picadillo de cáscara de plátano verde. También refieren el uso del aceite de coco y la bija natural. Desde la antropología de la alimentación estos datos aportan elementos novedosos sobre la creatividad y resiliencia de la población en tiempos de escasez de alimentos.

Los resultados referidos al consumo de las 26 plantas se presentan en la Fig. 3, así como los porcentajes de mayor y menor consumo (Fig. 4).

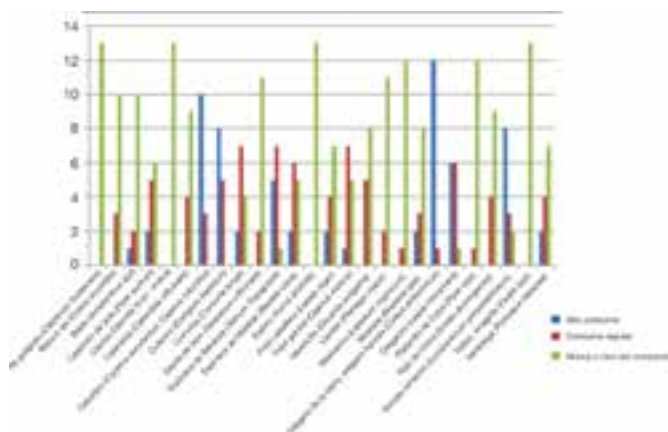


Fig 3. Gráfico general del consumo de las 26 plantas.

Consumo general de plantas no convencionales

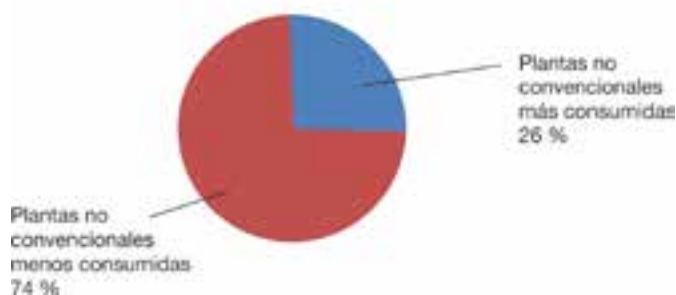


Fig 4. Gráfico del consumo general de las 26 plantas.

En la Fig. 3 se puede aver que de las 26 plantas propuestas, alrededor de nueve: cebollino, culantro, cúrcuma, espinaca de Baracoa, espinaca de Malabar, frijol gandul, orégano de la tierra (francés), oreganito y tomate cimarrón todavía se consumen con alguna regularidad (aunque de manera diferenciada para cada una de estas plantas). Ello significa que es predominante el consumo regular y escaso (o nulo) de estas plantas comestibles no convencionales, en 74 % (Fig. 4).

Se analizó cuántas personas en la actualidad están cultivando al menos una de estas plantas, con lo cual se obtuvo que 12 personas las cultivan, mientras que solo cuatro no las cultivan. Con respecto al consumo de hojas de al menos una de estas plantas, 13 refieren que las han consumido, mientras que tres nunca lo han hecho. Las más

consumidas fueron la hoja del boniato (*Ipomoea batatas* L.), la hoja de la remolacha (*Beta vulgaris* L.) y la hoja de la zanahoria (*Daucus carota* L.).

Las principales plantas mencionadas para agregar a sus menús actuales fueron: caisimón de anís, todos los ingredientes de pru, frijol caballero, frijol glandul, espinaca de Malabar, verdolaga y mastuerzo. Ello expresa que algunas variedades de estas plantas pudieran resultar atractivas para el consumidor común.

Cuando se analizan los niveles de consumo de estas plantas, se aprecian diversos factores socioculturales, históricos y económicos, los cuales fueron referidos por los expertos; se citan las apreciaciones más relevantes:

«En muchas ocasiones se desconoce la importancia de su producción y consumo, y en otras, la falta de semillas en el mercado local afecta su multiplicación. Además, no hay mucha cobertura mediática de sus ventajas y poca presencia en la cultura gastronómica de la familia tradicional cubana».

«La mayoría de estas plantas no forman parte de la cultura agroalimentaria del país. En general, existe un desconocimiento de su uso culinario y sus valores nutricionales. Por esta razón, estos alimentos no se cultivan y no hay acceso al mercado. En la actualidad, el consumo nacional solo se reduce a las plantas convencionales».

«Las plantas descritas son un ejemplo de la amplia diversidad vegetal de Cuba con fines alimentarios, que han sido marginadas por la agroindustria. Algunos de carácter endémico, como el chile guaguo, son prácticamente desconocidos. Son portadores de altos valores nutricionales, gustativos y medicinales, y su propagación es sencilla. Su consumo podría ampliar el espectro de hábitos alimentarios cubanos. También podrían incentivar el consumo local».

«El uso de estas plantas mejoraría la condimentación de los platos con ingredientes nacionales (orégano, cúrcuma, ají guaguo, etc.)».

«El aumento en el consumo de estas plantas elevaría la calidad de la pirámide alimenticia de la población cubana, sobre todo si se trata del consumo de minerales y vitaminas, sin mencionar la fibra dietética y en algunos casos, la proteína vegetal (frijol caballero, frijol glandul)».

«La baja demanda se debe a los patrones de consumo habituales de la población que no incluyen el consumo de estas plantas».

«Los patrones conservadores de consumo a su vez se deben a la insuficiente educación nutricional (como ejemplo, se puede notar la alta tasa de sobrepeso en la población cubana)».

«El consumo de la mayoría de estas plantas es muy importante para fortalecer el sistema inmunológico. También pueden enriquecer la oferta culinaria por su capacidad para potenciar o modificar sabores e incluso colores en

algunas preparaciones. Además, tienen usos medicinales y son un buen complemento de la medicina preventiva ».

«Hoy, la baja producción se debe a la poca demanda de estas plantas por parte de la población y los pocos beneficios económicos que representa su cultivo para los agricultores de los cultivos tradicionales».

En opinión de la autora el acto alimentario tiene un carácter multidimensional y las políticas a desarrollar deberían estar encaminadas a una mayor educación nutricional, en la que prevalezca el pensar lo que se come, como vía para una mayor salud personal y planetaria.

Reflexiones sobre las especificidades de consumo de las 26 plantas

La población cubana históricamente consumía poco pescado, verduras y frutas, si lo comparamos con la ingesta de azúcar, grasas, arroz o productos refinados. Estos hábitos están arraigados desde la época colonial y neocolonial: las prácticas de la cultura alimentaria se heredan de generación en generación.

En la etapa que se analiza dichas plantas fueron objeto de mayor atención, se realizaron estudios y muchas de ellas se comenzaron a cultivar en los organopónicos.

Podemos decir que cada planta exhibe una historia diferente. Pero, en general, muchas se cultivaron más en centros de investigación especializados, mientras que otras eran más conocidas por su cultivo en muchas partes del país. Algunas ni siquiera necesitan mucha tierra.

Además, el mayor problema ha sido el notable desconocimiento de su consumo. En el caso de Cuba, las plantas convencionales de hojas verdes más consumidas son la lechuga (*Lactuca sativa* L.), y la acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla); en ocasiones la berza (*Brassica oleracea* var. Viridis L.). Al decir de uno de los expertos entrevistados: «El consumo de verduras no es muy popular en nuestra cultura popular. La frase común que se suele decir es: ¡no como hierbas!».

De la investigación se pudo deducir que nueve han sido las plantas que reportan mayor consumo (Fig. 3). En el caso del cebollino (*Cyperus esculentus*; *Cyperus rotundus*) pudiera estar dado porque reemplaza a la cebolla y es asimilado dentro del espectro de sabores; proviene de la cocina china en el imaginario cubano. El culantro es un condimento típico de la parte oriental del país y se usa como saborizante de los frijoles negros. Similar situación presenta el orégano francés y el oregano; ambos de fácil cultivación, y de mayor arraigo dentro de los principios de la condimentación en Cuba. El escaso consumo de ají guaguo (*Capsicum frutescens*) pudiera justificarse por el desplazamiento del sabor picante por la cocina francesa en el siglo xx.

Por otra parte, la cúrcuma (*Curcuma longa*) ha sido recientemente redescubierta. Se utiliza como colorante para cocinar. De hecho, la cultura cubana es muy famosa por el uso de salsas rojo-anaranjadas en los platos, y la cúrcuma ayuda a esa preferencia alimentaria.

La espinaca de Baracoa (*Talinum triangulare*) y la espinaca de Malabar (*Basella rubra*), consideradas falsas

espinacas, se propagan fácilmente en las casas. También formaron parte del programa de cultura urbana y suburbana cubana (década de los 90). Con los famosos organopónicos estos cultivos fueron más fáciles de difundir y, como resultado, se hicieron realmente conocidos.

Cuando se analiza un menor consumo en las plantas seleccionadas se aprecia que la causa fundamental radica en el desconocimiento de su uso comestible por parte de la población. Es el caso de trébol o vinagrillo (*Oxalis* spp) y el diente de león (*Taraxacum officinale*). Similar situación presenta la verdolaga (*Portulaca oleracea*), aunque es un poco más aceptada dado su origen africano.

El platanillo de Cuba (*Piper* spp) se considera como una flor y en el espectro de hábitos de la población las flores comestibles (hibiscus, flor del espino, caléndula, coliflor, etc.) no forman parte del menú criollo. Igual situación presenta la flor del espino (*Yucca aloifolia*).

Se sabe que el nopal o cactus (*Opuntia ficus-indica*) es comestible, pero no está incorporado al menú cubano, como es el caso de México. En el caso de esta planta, solo se utiliza con fines religiosos. Se considera un cultivo vulgar, tiene espinas lo que complejiza su manipulación y cuando se cocina libera un mucílago, al igual que el quimbombó, todo lo cual pudiera justificar su escaso o nulo consumo.

En nuestra opinión las plantas y frutas no convencionales por lo general crecen de forma natural y espontánea y aportan a nuestro organismo elementos nutricionales de alto valor nutricional, muchas de ellas con propiedades preventivas y curativas que, en su mayor parte, aún están por descubrir. Vale destacar que las plantas silvestres tienen más vitalidad y mejor calidad biológica, además de tener una mejor capacidad de adaptación al medio que las plantas cultivadas. Esta cualidad de la que disfrutaban los vegetales es que se adaptan a las condiciones especiales y ambientales del hábitat donde crecen. Las plantas y otros alimentos autóctonos nos protegen de muchas influencias negativas debilitantes (bacterias patógenas, radiación y contaminación ambiental, etc.)

Especialmente las plantas silvestres y también las cultivadas orgánicamente, además de una mejor calidad nutricional y terapéutica, conservan una huella energética de cada especie (esta es su radiación específica, que poseen todos los seres vivos). Esta radiación especial no se destruye, incluso después de que la comida ha sido cocinada, y es más alta y de mejor calidad cuanto más salvaje y menos manipulada está la planta.

Estas 26 plantas son solo un ejemplo de la amplia gama de plantas no convencionales más populares consumidas durante el Período Especial. Hubo otras como la chaya (*Jatropha urens*) y la cucaracha de Jardín, Americana (*Setcreasea purpurea*) que fueron aceptadas por muchas personas durante este Período.

Gracias a esta pequeña muestra pudimos apreciar diferentes etapas del consumo de alimentos cubanos, que sin duda marcan un antes y un después en nuestras vidas. Hoy en día, la mayoría de los jóvenes no conocen la mayoría de estas plantas. No vivieron el Período Especial y su familia tampoco mantuvieron después estos comportamientos de consumo.

Hoy Cuba enfrenta nuevamente momentos difíciles con la pandemia Covid-19 y la consecuente escasez de alimentos en el mercado. Puede ser un buen momento para promover la educación alimentaria adecuada que requiere todo hombre, mujer y niño del país de Cuba, y que conozcan la utilidad de la flora que los rodea. De esta forma pueden obtener los mayores beneficios del mismo, sin olvidar el cuidado e importancia de su conservación.

El fomento para el cultivo y consumo de estas y otras plantas, puede contribuir a una alimentación equilibrada en las personas, al mantenimiento de su sistema inmunológico y resiliencia ante virus y crisis sanitarias, lo cual es otro de los elementos importantes a analizar y valorar en futuros estudios.

IV. Conclusiones

Se considera que luego del Período Especial ha habido una notable disminución en el consumo de plantas comestibles no convencionales en Cuba,. Ampliar la muestra pudiera corroborar esta afirmación.

Las plantas comestibles no convencionales han constituido la base de la supervivencia humana y han garantizado una larga vida en la especie humana y el planeta. Especialmente en nuestro país, muchas de ellas contribuyen a una mayor disponibilidad de alimentos, la diversificación de la agricultura, la generación de ingresos y el alivio de la desnutrición.

En cuanto a la alimentación, los hábitos se han delineado bajo la influencia de la amplia gama de grupos de inmigrantes que formaron paulatinamente la nación cubana. Por eso la forma de comer no siempre ha sido acorde con el clima y los recursos propios del suelo.

En junio de 2020, el Consejo de Ministros de Cuba aprobó el Plan de Seguridad, Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional (Plan SAN), que configura una plataforma de amplio espectro en la que las plantas comestibles no convencionales pueden enriquecer su aplicación.

Las plantas alimenticias no convencionales representan una opción de consumo en la pequeña y mediana escalas, para asegurarlos consumos locales y la biodiversidad.

Promover las acciones del Movimiento de Alimentación Sostenible y Slow Food en Cuba referidas a la educación agroalimentaria: preferir el consumo de bebidas naturales (Prú oriental, jugos verdes); evitar el consumo de refrescos industriales y bebidas artificiales; desarrollar diversas actividades de educación nutricional; realizar cursos de formación para familias campesinas; promover campañas para sensibilizar a productores y consumidores; seguir trabajando en el Arca del Gusto de Cuba; fortalecer el movimiento de Fincas Slow en el país, entre otras.

Recomendaciones

Continuar ampliando la muestra para una mayor aproximación a la pertinencia del consumo de plantas comestibles no convencionales en Cuba.

Agradecimientos

A la Dra. C. Leidy Casimiro Rodríguez y a M. Sc. Madeleine Vázquez Gálvez. A los 16 entrevistados en línea.

V. Bibliografía

- BOLÍVAR ARÓSTEGUI, N.; GONZÁLEZ DÍAZ DE VILLEGAS, C. (1993). *Mitos y leyendas de la comida afrocubana*. La Habana, Cuba, Ed. Ciencias Sociales. 158 pp. ISBN: 959-06-0118.
- CABRERA LÓPEZ, C. (2009). *La naturaleza en nuestro hogar y nuestro hogar en la naturaleza*. La Habana, Cuba, Ed. Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre. 168 pp. ISBN 978-959-230-071-2.
- CASIMIRO RODRÍGUEZ, L. (2016). Importancia de la agricultura familiar agroecológica. *Eco Solar* No. 58, 2016. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.
- CASIMIRO RODRÍGUEZ, L., CASIMIRO GONZÁLEZ, J.A. & SUÁREZ HERNÁNDEZ, J. (2017). *Resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba*. Matanzas, Cuba, Ed. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. 254 pp. ISBN: 978-959-7138-29-7.
- CASIMIRO RODRÍGUEZ, L. (2021). Reflexiones sobre agricultura familiar y cadenas cortas de valor. *Eco Solar* No. 76, 2021. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.
- CASIMIRO RODRÍGUEZ, L. ET AL. (2021). «Metodología para la nominación de Fincas Slow en Cuba». *Eco Solar* No. 77, 2021. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.
- CASTLEMAN, M. (1991). *Las hierbas que curan*. Pennsylvania: Rodale Press. 560 pp. ISBN: 0-87857-934-6.
- COLECTIVO DE AUTORES (1987). *Plantas silvestres comestibles*. La Habana, Cuba, Ed. Ministerio de las Fuerzas Armadas de Cuba.
- FIGUEROA, V.; LAMA, J. (2000). *Las plantas de nuestro huerto*. La Habana, Cuba, Ed. Proyecto Comunitario Conservación de Alimentos. 245 pp. ISBN 959-7098-14-8
- FIGUEROA, V.; LAMA, J.; CARRILLO, O. (2005). *Cómo alimentarnos mejor*. La Habana, Cuba, Ed. Proyecto Comunitario Conservación de Alimentos. 252 pp. ISBN 959-7098-36-9.
- FIGUEROA, V.; LAMA, J. (2010). *Cocina cubana Con sabor*. La Habana, Cuba, Ed. Proyecto Comunitario Conservación de Alimentos. 420 pp. ISBN: 97-959-7098-75-1.
- FUNES-MONZOTE, F. R. (2009). *Agricultura con futuro*. Matanzas, Cuba, Ed. Estación Experimental «Indio Hatuey», 2009. ISBN: 978-959-7138-02-0.
- FORNET PIÑA, F. (2007). *Diccionario gastronómico cubano*. La Habana, Cuba, Ed. Científico-técnica. 172 pp. ISBN 978-959-05-0487-7.
- GISPert CRUELLS, M.; ALVÁREZ DE ZAYAS, A. (1998). *Del jardín de América al mundo*. México, Ed. Profeco. 208 pp. ISBN 968-842-870-1.
- HAZARD, S. (1928). *Cuba a pluma y lápiz* (Vol. 1). La Habana, Cuba, Ed. Cultural S.A.
- MARRERO, L. (1975). *Cuba: Economía y Sociedad*. Editorial Playor, S.A., Madrid, España.
- NOVA GONZÁLEZ, A. (2019). «Situación de la alimentación en el mundo y en Cuba», *Economía y Desarrollo (impresa)*, 135, (1). La Habana, Cuba, Ed. UH. ISSN: 0252-8584.
- ORTIZ, F. (1956). «La cocina afrocubana». En: *¿Gusta Usted? Pronuario Culinario y necesario*. La Habana, Cuba, Impr. Ucar, García, pp. 671-678.
- ROIG MESA, J.T. (1988). *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. La Habana, Cuba, Ed. Científico-Técnica, 1988. 2 t., 1142 pp.
- VÁZQUEZ, L.; DÍAZ, M.E. (2005). *Antropología sociocultural de la alimentación en Cuba (2005)*. La Habana, Cuba, Ed. Ciencias Médicas. ISBN 959-212-164-8.
- VÁZQUEZ GÁLVEZ, M. (2001). *Cocina ecológica en Cuba*. La Habana, Cuba, Ed. José Martí. 304 pp. ISBN 959-09-0207-3.
- VÁZQUEZ GÁLVEZ, M. (2006). *Educación alimentaria para la sustentabilidad*. Selección de artículos y recetas. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. 228 pp. ISBN 959-7113-31-7.
- VÁZQUEZ GÁLVEZ, M. (2008). «Apuntes sobre la historia de la cocina cubana». En revista *Energía y Tú* 44, oct.-dic., 2008. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.
- VÁZQUEZ GÁLVEZ, M. (2012). «Visión antropológica de la cocina cubana». En revista *Energía y Tú* 58, pp. 40-45, 2012. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.
- Vázquez Gálvez, M. (2019). «Basamentos de alimentación sostenible. Estudio de caso: Movimiento de Alimentación Sostenible de Cubasolar». En revista *Eco Solar* 68, abr.-jun., 2019. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.
- VÁZQUEZ GÁLVEZ, M. & CASIMIRO RODRÍGUEZ, L. (2019). «Cultura alimentaria en fincas familiares beneficiadas por el proyecto Biomás Fase III». En revista *Eco Solar* 67, ene.-mar., 2019. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.
- VÁZQUEZ, C., FIGUEROA, V. & LAMA, J. (2004). *Las plantas de nuestro huerto. 3. Frutales tropicales y sus recetas*. La Habana, Cuba, Ed. Proyecto Comunitario Conservación de Alimentos, 2004. 240 pp. ISBN 959-7098-32-6.
- VESA FIGUERAS, M. (1990). «Cocina, identidad cultural y turismo». Ponencia presentada en el Taller Preparatorio de IX Congreso de la AMFORT, Villa Clara, 1990.
- VILLAPOL ANDIARENA, N. (1992). *Cocina cubana*. La Habana, Ed. Científico-Técnica.
- «What was Special Period in Cuba?» Consultado en abril de 2021. Disponible en: <https://www.cubacutec.com/2021/04/11/que-fue-el-periodo-especial-en-cuba/>

Recibido: 5 de agosto de 2021.

Aceptado: 31 de agosto de 2021.

Anexo 1

Hierbas y partes comestibles de plantas de la flora cubana para la supervivencia usadas por los mambises, ejército rebelde y población nativa en tiempos de carencia alimentaria [Roig, 1988]

No.	Nombre común de la planta / nombre científico	Formas de consumo
1	Ají guaguo (<i>Capicum frutescens</i>) 	Fruto de sabor picante
2	Bejuco ubí (<i>Cissus sicyoides</i>) 	Ingrediente del Pru oriental
3	Bledo (<i>Amaranthus spp</i>) 	Ensalada
4	Caisimón de anís (<i>Piper auritum</i>) 	Infusión
5	Cactus (<i>Opuntia ficus-indica</i>) 	Ensalada, guisos
6	Caléndula (<i>Calendula officinalis</i>) 	Flores en ensaladas e infusiones
7	Cebollino (<i>Cyperus esculentus; Cyperus rotundus</i>) 	Como condimento en ensaladas, guisos y sopas
8	Culantro (<i>Eryngium foetidum</i>) 	Como condimento en guisos y sopas

Una mirada al consumo de plantas comestibles no convencionales durante el Periodo Especial en Cuba

9	Cúrcuma (<i>Curcuma longa</i>) 	Como colorante en arroces, salsas y sopas
10	Diente de león (<i>Taraxacum officinale</i>) 	Ensaladas
11	Espinaca de Baracoa (<i>Talinum triangulare</i>) 	Ensaladas
12	Espinaca de Malabar (<i>Basella rubra</i>) 	Ensaladas
13	Espino (<i>Yucca aloifolia</i>) 	Flores en ensaladas
14	Frijol caballero (<i>Lablab niger</i>) 	Potajes
15	Frijol gandul (<i>Cajanus indicus</i>) 	Potajes, ensaladas

16	Jaboncillo (<i>Gouania polígama</i>) 	Ingrediente del Pru oriental
17	Llantén (<i>Plantago major</i>) 	Como condimento en potajes
18	Mastuerzo (<i>Lepidium virginicum</i>) 	Hojas nuevas en ensaladas, semillas como condimento
19	Mostaza (<i>Brassica spp</i>) 	Hojas nuevas en ensaladas, semillas como condimento
20	Orégano de la tierra, orégano francés (<i>Coleus amboinicus</i>) 	Condimento
21	Oreganito (<i>Lippia micromera</i>) 	Condimento
22	Platanillo de Cuba (<i>Piper spp</i>) 	Flores en ensaladas

23	Raíz de China (<i>Smilax domingensis</i>) 	Ingrediente del Pru oriental
24	Tomate cimarrón (<i>Lycopersicum pimpinellifolium</i>) 	Frutos en ensaladas
25	Trébol, vinagrillo (<i>Oxalis spp</i>) 	Ensaladas
26	Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i>) 	Ensaladas

ANEXO 2

Cuestionario para evaluar nivel de consumo en plantas de comida de emergencia

Buenos días:

Estamos trabajando en un estudio para la conocer las plantas no convencionales que han sido consumidas alguna vez por la población cubana encuestada y su vigencia de consumo. Quisiéramos pedir su ayuda para que conteste unas preguntas que no llevarán mucho tiempo. Las opiniones de los encuestados serán anónimas y tendrán un carácter confidencial. A la vez, serán de inestimable valor para la conformación de la investigación.

1. Datos generales

Edad: _____ Sexo: F ___ M ___

Escolaridad: _____ Ocupación actual: _____

País, provincia: _____

Municipalidad, vecindario o finca: _____

2. ¿Ha crecido en un entorno rural o urbano? Sí No _____

3. Enumere dos alimentos no convencionales consumidos durante el período especial _____

4. De las siguientes plantas, verifique los niveles de consumo:

No.	Nombre común de la planta	Nombre científico	Nivel de consumo		
			Muy consumido	Consumido regularmente	Rara vez o nunca consumido

5. ¿Cultivas alguna de estas plantas? Sí No _____

6. ¿Alguna vez ha comido hojas de camote (*Ipomoea batatas* L.), remolacha (*Beta vulgaris* L.) o zanahoria (*Daucus carota* L.) en ensaladas? Sí ___ No ___

7. De las plantas anteriores, ¿cuáles quisiera incorporar a su menú?

¡Le agradecemos mucho su colaboración!

ANEXO 3

Entrevista a expertos

Preguntas principales:

¿Crees que estas plantas son conocidas en el país?

Si___ La mayoría___ Solo algunos___

¿Podría darnos algunos criterios sobre la importancia de fomentar el consumo de estas plantas?

Enumere las principales causas por las que estas plantas no se producen ni consumen en mayor escala.

Refiera algunas sugerencias para elevar el consumo de estas plantas en el menú cubano.

¡Le agradecemos mucho su colaboración!