



REVISTA CIENTÍFICA TRIMESTRAL DE CUBASOLAR

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

80

DIRECTOR GENERAL

Dr. C. Luis Bériz Pérez

EDITORES

M.Sc. Madelaine Vázquez Gálvez
Ing. Jorge Santamarina Guerra
Lic. Mónica Cuéllar Céspedes

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 Novygrad
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

Eco Solar, no. 80 / 2022

Revista científica de las
fuentes renovables de energía
enero-marzo, 2022
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
www.cubasolar.cu



CONTENIDO

EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LA AUDITORÍA A LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO CON ENFOQUE MULTICRITERIO.....3

Ángel Eugenio Infante-Haynes, Zoilo Bienvenido Suárez Pérez, Hiovanis Castillo Pantoja e Alexei Leyva Velázquez

CONSIDERACIONES SOBRE LA ESTABILIDAD DE LOS NUTRIENTES EN LOS RESIDUALES LÍQUIDOS PROCEDENTES DE LAS PLANTAS DE BIOGÁS SEGÚN EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN.....12

Teresa Fraser Gálvez, Clara García Ramos, Francisco Martínez Rodríguez y Roberto Sosa Casseres

VENTAJAS DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA EN EL PARQUE TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO.....18

Reinier Jiménez Borges Andrés L. Álvarez González y José P. Monteagudo Yanes

FINCA ESCUELA-PRODUCTIVA CON FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN EL MUNICIPIO DE PALMIRA.....24

Enrique Arturo Padrón Padrón, Gustavo Crespo Sánchez, Julio Rafael Gómez Sarduy y Roy Reyes Calvo

TURISMO AGROECOLÓGICO EN CUBA PARA EL FORTALECIMIENTO DE SISTEMAS ALIMENTARIOS LOCALES Y SOSTENIBLES.....30

Leidy Casimiro Rodríguez

DISEÑO METODOLÓGICO PARA LA CATEGORIZACIÓN DE PATIOS SLOW CUBANOS CON ENFOQUE AGROECOLÓGICO.....35

Madelaine Vázquez Gálvez, Geraldine Ezquerra Quintana, Leidy Casimiro Rodríguez, Nilia Ana Dalmendray Gómez, Aurelia Castellanos Quintero y Vida Estefany Peña Quintana

editorial
cubasolar

EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LA AUDITORÍA A LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO CON ENFOQUE MULTICRITERIO

Por M. Sc. Ángel Eugenio Infante Haynes*, Ing. Zoilo Bienvenido Suárez Pérez**, M. Sc. Hiovanis Castillo Pantoja*** e Ing. Alexei Leyva Velázquez****

Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.

* E-mail: ehaynes@uho.edu.cu; ainfantehaynes@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6462-5339>

** E-mail: zsuarezp@uho.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0002-4196-0513>

*** E-mail: sotosilva@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0091-0904>

**** (Autor independiente)

Resumen

El objetivo de la investigación es mostrar una metodología para cuantificar los resultados que permiten identificar las principales deficiencias de la gestión del mantenimiento con la aplicación de la modelación matemática multicriterio Análisis Jerárquico de Procesos (AHP). Hasta el presente, la auditoría de calidad y el modelo matemático solo evalúan como salidas los requisitos declarados del sistema y sus correspondientes hallazgos y las no conformidades.

Las bases de datos fueron obtenidas en las propias instalaciones mediante entrevistas, revisión de documentos y observación de los procesos por los expertos. Se realizó el proceso de ponderación matemática, que aporta la evaluación de resultados cuantitativos de la actuación y desempeño de las áreas clave con la gestión del sistema, con el propósito de mejorar y redireccionar los recursos humanos, materiales y financieros en la toma de decisiones de la dirección de la Unidad Empresarial de Base Producciones Especiales de la Empresa Cárnica de Holguín.

Palabras clave: gestión, auditorías al mantenimiento, método multicriterio.

AUDIT AND EVALUATION OF QUALITY MANAGEMENT IN MAINTENANCE WITH A MULTICRITERIA APPROACH

Abstract

The aim of the research is to show a methodology to quantify the results that allow the identification of the main deficiencies in maintenance management with the application of the multi-criteria mathematical modelling Hierarchical Process Analysis (AHP). So far, the quality audit and the mathematical model only evaluate as outputs the declared system requirements and their corresponding findings and non-conformities. The databases were obtained on site through interviews, document review and observation of the processes by the experts. The mathematical weighting process was carried out, which gives the evaluation of quantitative results of the performance of the key areas with the management of the system, with the purpose of improving and redirecting the human, material and financial resources in the decision making of the management of the UEB Special Productions of the Meat Company of Holguín.

Keywords: management, maintenance audits, multi-criteria method.

I. Introducción

El mantenimiento en la Industria 4.0 surge en Alemania durante el 2011, cuando el gobierno y el sector empresarial, encabezado por Basco (2018), conforman un grupo de investigación para encontrar un marco común que permitiera la aplicación de las nuevas tecnologías, entregando su primer informe en 2012, que luego fue presentado en público durante la Feria de Hannover en 2013. Así inicia el paradigma de lo que hoy se conoce como la Cuarta Revolución Industrial (Candanedo *et al.*, 2018).

En la industria, se estima que la identificación temprana y la solución de problemas antes de que ocurran pueden ahorrar 40 % en costes de mantenimiento (Zhang *et al.*, 2019). La Industria 4.0 se refiere a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de producción, permitiendo incrementar el ciclo de vida del motor o de la máquina, apoyado por las nuevas tecnologías de la información.

Entre los aspectos principales para apostar por la industria 4.0 encontramos la reducción, hasta 50 %, del tiempo dedicado al mantenimiento, la aplicación de técnicas sofisticadas en el monitoreo y el uso de sensores como método para controlar los equipos e incrementar la rentabilidad a corto plazo.

La aplicación de este tipo de mantenimiento permite a las empresas procesos más eficientes, incrementar el valor agregado de sus productos y servicios, y mayor competencia nacional e internacional (Dueñas *et al.*, 2021).

La auditoría en procesos de gestión en una organización se reconoce hoy como una parte indispensable de las buenas prácticas del gobierno corporativo en función de sus objetivos. Se comprobó que los trabajos se realizarán en el tiempo planificado, con la calidad requerida y uso adecuado de los recursos materiales, humanos, financieros y tecnológicos asignados acorde a las actividades programadas. De igual forma se verificó la operación de equipos e instalaciones bajo una gestión segura y ambientalmente aceptable con la máxima eficiencia, eficacia y funcionalidad.

Surge entonces la necesidad de un procedimiento de auditoría para la evaluación cuantitativa de la calidad del mantenimiento, puesto que los criterios tomados en cuenta para esa actividad son insuficientes, verificándose solamente las listas de chequeo de los equipos y aplicándose solo tres indicadores: eficiencia del taller, porcentaje de órdenes rechazadas y satisfacción del cliente; además se desconocen por la entidad las herramientas para evaluar la gestión del mantenimiento.

Es objetivo del estudio el diseño y realización de una auditoría a la gestión del mantenimiento mediante un procedimiento con enfoque multicriterio para la toma de decisión y manejo eficiente de los recursos humanos, materiales y financieros en la UEB Producciones Especiales de la Empresa Cárnica de Holguín.

II. Materiales y métodos

Mediante revisión en la investigación de los fundamentos teóricos del proceso de auditoría tanto internas como externas a los sistemas de mantenimiento, se seleccionó el procedimiento de Acosta (2011), profesor del Centro de Estudios de Ingeniería del Mantenimiento de la Universidad Tecnológica de La Habana (Cujae), con la modificación de la introducción de métodos matemáticos multicriterio, primero la utilización de

la media geométrica propuesta por Saaty (1986), para unificar los criterios y luego el Análisis Jerárquico de Procesos, para la evaluación de las dimensiones, según el juicio de expertos. El procedimiento propuesto está compuesto de varias etapas de trabajo, como se muestra a continuación:

1. Estudio y familiarización de la organización objeto de estudio.
2. Organización del trabajo.
3. Obtención de la información.
4. Evaluación cuantitativa y cualitativa.
5. Introducción de los métodos matemáticos multicriterios (AHP) para la nueva propuesta en las áreas funcionales.
6. Análisis de resultados.
7. Informe final y recomendaciones.

Descripción de las etapas de trabajo del proceso de la auditoría:

1. Estudio y familiarización: Constituye el trabajo de terreno que permitirá a los inspectores conocer in situ la instalación y su situación real, recopilando los conocimientos que modelarán el cuestionario valorativo y las encuestas a realizar, así como trazar la estrategia y dirección de las acciones.

2. Organización del trabajo: Proceso de planificación donde se elabora un Plan de Trabajo y un Cronograma de Ejecución, los cuales se analizan con el gerente de la organización o su representante, y una vez aprobados, son de estricto cumplimiento por todas las partes.

3. Obtención de información: Consiste en desarrollar, a través de la técnica de recolección de información, las entrevistas personales, encuestas, comprobaciones, observaciones y revisión de documentos (planes de trabajo, Plan de Mantenimiento Preventivo, Plan de reparaciones, Análisis de costos, etc.). Esta etapa brindará la información necesaria para evaluar el estado de la gestión del mantenimiento en la instalación.

4. Evaluación cuantitativa y cualitativa: Una vez, debidamente organizada y clasificada la información obtenida producto de las encuestas, entrevistas, observaciones y revisión de documentos, el equipo controlador procederá a evaluar el trabajo, tanto cuantitativa como cualitativamente.

5. Introducción de métodos matemáticos multicriterio AHP: Se utilizarán los métodos matemáticos para la nueva ponderación de cada área funcional, siendo esta una nueva meta, estableciéndose un nivel de comparación con la meta o patrón evaluado en las dos corridas.

6. Análisis de resultados: Con los resultados obtenidos en la evaluación de los problemas que presenta la organización, se analiza el estado de la gestión del mantenimiento. Se establecen comparaciones con patrones estandarizados de sectores líderes, normativas tanto nacionales como internacionales y si procediera, con la propia organización en etapas anteriores u otras evaluaciones similares.

7. Informe final y recomendaciones: El informe indica, con expresión numérica, las áreas que requieren mayor atención, en las que se agrupan los puntos débiles y se apuntan las acciones correctivas, de manera que sirvan de ayuda a los

directivos de la organización para establecer sus objetivos y las oportunidades de mejora.

Evaluación cuantitativa

Esta impone hacer un alto para escrutar en lo más profundo, de tal manera que permita identificar las deficiencias que frenan el desarrollo de la actividad. Para convertir estas debilidades en oportunidades de mejora, primero hay que estar convencido de ellas y no hay mejor instrumento que una evaluación cuantitativa en que la causalidad es un concepto objetivo y la casualidad no funciona como argumento holístico.

Modelo matemático propuesto

Para la evaluación cuantitativa, en la Tabla 1 se muestra una propuesta de modelo que facilita la operación de cálculo. En la columna A se ponderan sobre 100 la importancia y repercusión relativas de cada área respecto al total de la gestión del mantenimiento, como se muestra en las ecuaciones 1 y 2.

$$D = \frac{B \times C}{10} \dots\dots\dots(1) \quad E = \frac{A \times D}{100} \dots\dots\dots(2)$$

Ponderación de las funciones

En la columna B de la Tabla 1 se ponderan sobre 100 las funciones dentro de cada área según su importancia y repercusión relativas.

Tratamiento de datos

A continuación se operan los datos de las columnas A, B y C en las columnas D y E según se indica en los respectivos encabezamientos de cada columna de la Tabla 1. Para su cálculo se utilizan las funciones 1 y 2 respectivamente, los resultados se presentan en la Tabla 2. Los valores de la columna C se obtienen calculando el porcentaje de cumplimiento de los componentes de cada función, para ello se tiene en cuenta la calificación obtenida y el patrón propuesto. Por ejemplo, un área de actuación que tenga cuatro componentes y en cada uno de ellos se pueden obtener como máximo 5 puntos, significa que 100 % es 20, si la calificación real suma 18 puntos, entonces se calcula el porcentaje de cumplimiento que sería 85 %; como la columna C presenta una escala de uno a diez, donde 1 es pésimo y 10 es excelente, entonces el porcentaje obtenido se divide entre diez y ese es el valor que se coloca en la columna C.

Tabla 1. Ponderación de las funciones de cada área de actuación y sus funciones (Fabres, 1991)

A	Áreas de Actuación	B	C										D	E
25	Organización general	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Política	20												
	Informática	10												
	Reportes	40												
	Almacenes	30												

Con las valoraciones obtenidas para cada área en la columna D y del total final de la columna E de la Tabla 1 se tiene una medición en expresiones numéricas del resultado de la auditoría. Estas calificaciones constituyen un análisis espectral y pueden servir tanto para identificar áreas y funciones de mejora, como para comparar resultados con sucesivas auditorías.

En la Tabla 2 se muestra un ejemplo de cómo se refleja el resultado de cada área de actuación en el informe final, y en la Figura 1 se muestra tal como se refleja el resultado graficado de cada área de actuación.

Tabla 2. Ejemplo de resultado de un área de actuación después de la evaluación

Valor del área (A)	Área de actuación/Funciones	% Ponderaciones (B)	Calificación de cada función	% Calificación Áreas D=B*C/10	% Calificación Mantenimiento E=A*D/100
9	Organización general del mantenimiento	100	-	-	6,38
	Política general	15	9	13,50	Bien
	Medios informáticos	36	4	14,40	Mal
	Informes y reportes	15	6	9,00	Regular
	Almacenes	34	10	34,00	Excelente

Definición de las áreas de actuación, sus funciones y sus respectivos pesos

Acosta (2011) encontró más apropiado para la definición de los pesos, el método Delphi, que consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a aspectos de su competencia. Las estimaciones de los expertos se realizan en rondas anónimas con el objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes. Posteriormente se presenta de manera clara una descripción de cada una de las áreas de actuación que integran la función mantenimiento y las funciones asociadas a cada una de ellas. Estas son: Organización general, Recursos humanos, Control económico, Planificación y control e Ingeniería del mantenimiento.

Una vez concluida esta fase, se introducen los métodos matemáticos multicriterios para la nueva evaluación lingüística, convocando nuevamente a los expertos, por lo que se utilizó el método Análisis Jerárquico de Procesos (AHP), con el objetivo de encontrar nuevas ponderaciones y comparar con lo propuesto (Acosta, 2011).

A continuación (Tabla 3) se presenta la descripción de cada una de las áreas de actuación que integran la función mantenimiento y las funciones asociadas a ellas. Una vez concluida, se introdujeron los métodos matemáticos multicriterios para la evaluación, convocando nuevamente a

los expertos, utilizándose nuevamente el método AHP, con el propósito de reunir nuevas ponderaciones y comparar (Acosta, 2011).

Tabla 3. Áreas de actuación o dimensiones, con sus diferentes funciones para la gestión del mantenimiento

VARIABLES	ÁREAS DE ACTUACIÓN	FUNCIONES
D1	Organización general	- Política - Informática - Informes - Almacenes
D2	Recursos humanos	- Capacitación - Entrenamiento - Estimulación
D3	Control económico	- Costos - Indicadores económicos - Presupuesto - Plan económico
D4	Planificación, programación y control	- Planificación - Programación - Control - Órdenes de trabajo - Tercerización
D5	Ingeniería del mantenimiento	- Mantenimiento preventivo - Tecnologías - Documentación - Calidad - Medioambiente - Seguridad

La jerarquía Saaty como modelo (Figura 1) quedaría de la forma siguiente:

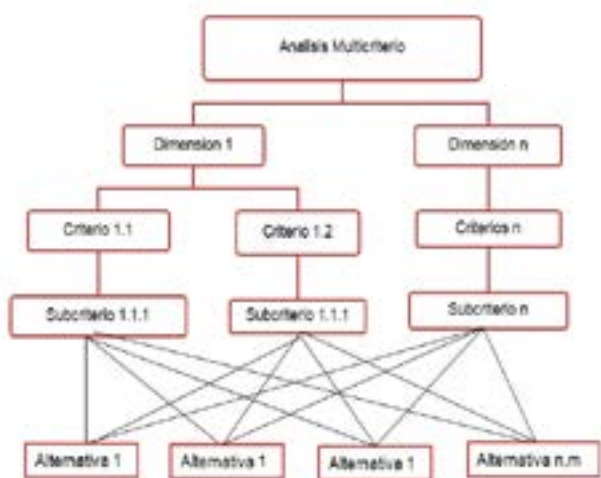


Fig. 1. Jerarquía propuesta por Saaty (2006).

En la evaluación de cada dimensión en busca del peso o ponderación para evaluar cada alternativa, donde se aplicó

la escala Saaty (Tabla 4) obtenemos los resultados expuestos en la Tabla 5.

Tabla 4. Escala Saaty (2006)

Wi/Wj	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual	Ambos criterios se consideran <i>igualmente importantes</i>
3	Moderada	El criterio i <i>es ligeramente más importante</i> que el criterio j
5	Fuerte	El criterio i <i>es fuertemente más importante</i> que el criterio j
7	Muy fuerte o demostrada	El criterio i <i>es mucho más importante</i> que el criterio j
9	Extrema	El criterio i <i>es incuestionablemente más importante</i> que el criterio j
2,4,6,8	Valores intermedios	Valores intermedios

Posteriormente se desarrollan las siguientes etapas del método:

1. La evaluación de cada dimensión en busca del peso o ponderación para evaluar cada alternativa, donde se aplicó la escala Saaty con las categorías de Igual, Moderada, Fuerte, Muy fuerte o demostrada y Extrema (Escala Saaty 2007). (Ver Figura 1).
2. Se define previamente el Índice de Consistencia, $IC = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$ y la Relación de Consistencia, $RC = IC / RI$; donde RI es un promedio de los índices de consistencia de una gran muestra de matrices cuyas entradas se escogen de forma aleatoria.

La experiencia de Saaty y Vargas (2006) y Saaty (2005) sugiere que la Relación de Consistencia debe ser menor a 0,1 para que los resultados sean confiables, así como la evaluación pareada de cada dimensión (Tabla 5).

Tabla 5. Evaluación pareada de cada dimensión o criterio según escala Saaty

Dimensiones		Metas	D1	D2	D3	D4	D5
D1	Organización general del mantenimiento	18	1	D12	D13	D14	D15
D2	Recursos humanos	9	1/D	1	D23	D24	D25
D3	Control económico	13	1/D	1/D	1	D34	D35
D4	Planificación, programación y control	28	1/D	1/D	1/D	1	D45
D5	Ingeniería del mantenimiento	32	1/D	1/D	1/D	1/D	1

III. Resultados y discusión

Se enuncian los resultados finales de cada una de las áreas de estudios y el consolidado de todas las entidades de las empresas. Siguiendo el algoritmo del procedimiento, se consolidó el instrumento realizado y la encuesta, para ello se utilizó la media geométrica, antes propuesta por Saaty (1986).

Esta técnica es mucho más eficiente que utilizar la media o el promedio, se introducen los resultados de la media geométrica en la columna C, consolidándose el resultado final de las áreas seleccionadas para las cinco dimensiones solicitadas y las áreas de actuación de cada dimensión. En la Tabla 6, se muestra la puntuación obtenida por cada una de las alternativas de acuerdo a cada dimensión; estos datos cuantitativos servirán para la evaluación pareada en la aplicación del método AHP.

Tabla 6. Datos cuantitativos de las alternativas en dependencia de las dimensiones

Dimensiones	Metas	Áreas objeto de auditorías		
		Empacadora	Comercializadora	Orestes Acosta
Organización general del mantenimiento	18	16,75	17,4	12,77
Recursos humanos	9	7,98	8,64	6,88
Control económico	13	12,84	12,63	11,11
Planificación, programación y control	28	25,69	27,02	21,87
Ingeniería del mantenimiento	32	28,36	30,51	24,06

A partir de este proceso de la valoración de los datos se procede a aplicar la selección multicriterios según el «Método Análisis Jerárquico de Procesos», teniendo en cuenta que existen tres alternativas con múltiples criterios: Área de Empacadora, Área de Comercialización y el Área de Producción Orestes Acosta. Las dimensiones a tener en cuenta para su evaluación fueron las siguientes:

1. Organización general del mantenimiento
2. Recursos humanos
3. Control económico
4. Planificación, programación y control
5. Ingeniería del mantenimiento

Siguiendo el proceso, en la Tabla 7, se puede apreciar la ponderación dada por los expertos de cada dimensión, todo ello comparado con la media. El objetivo es encontrar la mejor combinación en la evaluación, que garantice un índice de consistencia menor que 0,10; de esta forma encontraremos los pesos de cada elemento, que será comparado con la meta o patrón antes elegido. Esta nueva meta será propuesta para estudios posteriores en este procedimiento, debido a que supera el alcance antes declarado.

Tabla 7. Evaluación pareada de las dimensiones para la nueva meta

Dimensiones	Metas	D1	D2	D3	D4	D5
D1 Organización general del mantenimiento	18	1	1/5	1/3	3	1/7
D2 Recursos humanos	9	5	1	2	3	1/3
D3 Control económico	13	3	1/2	1	3	1/3
D4 Planificación, programación y control	28	1/3	1/3	1/3	1	1/5
D5 Ingeniería del mantenimiento	32	7	3	3	5	1

En la Tabla 8 se muestra cómo la evaluación dada es introducida al Mini-Expert choice para buscar cuál de las evaluaciones dadas por los expertos tiene un menor Índice de Consistencia, menor que 0,10; de igual forma, mediante el uso de la media geométrica también es posible encontrar un valor próximo, no al promedio, sino al óptimo para ser introducido al software.

Tabla 8. Mini-Expert choice para la introducción de los datos

EVALUACIÓN DE LAS DIMENSIONES					
MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA					
	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1	1/5	1/3	3	1/7
D2	5	1	2	3	1/3
D3	3	1/2	1	3	1/3
D4	1/3	1/3	1/3	1	1/5
D5	7	3	3	5	1

En la Tabla 9 se puede observar el valor de los datos normalizados por la suma.

Tabla 9. Normalización de los datos

	16,333	5,0333	6,6667	13,0000	2,1429
Cw (normalizado)					
1	0,06122449	0,039735099	0,05	0,230769231	0,066666667
2	0,306122449	0,198675497	0,03	0,230769231	0,155555556
3	0,183673469	0,099337748	0,15	0,230769231	0,155555556
4	0,020408163	0,066225166	0,05	0,076923077	0,155555556
5	0,428571429	0,59602649	0,45	0,2300769231	0,466666667

Como se puede apreciar en las tablas 10 y 11, luego de encontrar los pesos de cada dimensión, se pudo garantizar el nivel de consistencia en los juicios de los expertos, dado que su resultado fue de 10 %, es decir, menor o igual a 0,10.

Tabla 10. Evaluación de la consistencia de los expertos

AHP			Análisis de consistencia
1	0,084	8,4 %	
2	0,234	23,4 %	
3	0,160	16,0 %	
4	0,061	6,1 %	
5	0,461	46,1 %	
			Análisis de resultados 10 %

Tabla 11. Resultado de cada elemento para la consistencia

AHP-1	CA	LAMBDA	CI	CI/RI
0,084	1,378695	5,457453059	0,11436326	0,102110058
0,234	1,178479	RANDOMNESS INDEX, RI		
0,160	1,065184	3	0,58	1,12
0,061	0,908478	4	0,9	
0,461	0,926616	5	1,12	

Tomando como referencia nuevamente los resultados obtenidos en la evaluación de cada encuesta (Tabla 12) se debe destacar que la dimensión Organización disminuye en la nueva evaluación en diez unidades; para los expertos tiene mucha importancia el hombre, quien finalmente se encarga de la producción estando en el centro- de los procesos. Aumenta igualmente el Control económico; sin economía certificada no existe credibilidad en los resultados de la producción. Disminuye la Planificación y la programación; sin embargo, se le concede gran importancia igualmente a la Ingeniería del mantenimiento.

Tabla 12. Propuesta de nueva meta para nuevos análisis

Dimensiones	Meta	Meta nueva	Empacadora	Comercializadora	Orestes Acosta
Organización general del mantenimiento	18	8,4	16,75	17,4	12,77
Recursos humanos	9	23,4	7,98	8,64	6,88
Control económico	13	16	12,84	12,63	11,11
Planificación, programación y control	28	6,1	25,69	27,02	21,87
Ingeniería del mantenimiento	32	46,1	28,36	30,51	24,06

Para concluir con el método, se evaluaron las alternativas respecto a cada criterio y obtenemos los datos siguientes, primero para la dimensión Organización general del mantenimiento, tablas 13 y 14.

Tabla 13. Evaluación pareada de las dimensiones respecto a cada criterio

Organización general del mantenimiento				
Áreas	Alternativas	A1	A2	A3
A1	Empacadora	1	1/3	5
A2	Comercializadora	3	1	5
A3	Producción Orestes Acosta	1/5	1/5	1

Tabla 14. Introducción en el Mini-Expert choice

ORGANIZACIÓN GENERAL			
MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA			
	A1	A2	A3
A1	1	1/3	5
A2	3	1	5
A3	1/5	1/5	1

Al introducir los datos a la herramienta informática se obtuvieron los resultados siguientes (tablas 15, 16 y 17) con un nivel de consistencia de 0,16, bien cercano al ideal 0,10.

Tabla 15. Normalización del dato

	4,2000	1,5333	11,0000
CW (normalizado)			
1	0,238095238	0,217391304	0,4545455
2	0,714285771	0,652173913	0,4545455
3	0,047619048	0,130434783	0,0909090

Tabla 16. Valores de cada elemento y los pesos resultantes

AHP-1	CA	LAMBDA	CI	CI/RI
0,303	1,274045	3,19097814	0,09548905	0,164636297
0,607	1,178479	RANDOMNESS INDEX, RI		
0,090	1,065184	3	0,58	0,58

Tabla 17. Resultado de los pesos o ponderación de cada alternativa

AHP			Análisis de consistencia
1	0,303	30,3 %	
2	0,607	60,7 %	
3	0,090	9,0 %	
			Análisis de resultados 16 %

Para la dimensión Recursos humanos (Tabla 18) se realizó la evaluación pareada de las dimensiones respecto al criterio Recursos Humanos.

Tabla 18. Evaluación pareada de las dimensiones respecto al criterio Recursos Humanos

Recursos Humanos				
Áreas	Alternativas	A1	A2	A3
A1	Empacadora	1	1/5	3
A2	Comercializadora	5	1	5
A3	Producción Orestes Acosta	1/3	1/5	1

Al introducir los datos a la herramienta informática se obtuvieron los resultados siguientes (tablas 19, 20, 21 y 22).

Tabla 19. Introducción del dato al Mini-Expert choice

RECURSOS HUMANOS			
MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA			
	A1	A2	A3
A1	1	1/3	3
A2	5	1	5
A3	1/3	1/5	1

Tabla 20. Coeficiente para el cálculo de la consistencia

AHP-1	CA	LAMBDA	CI	CI/RI
0,211	1,338624	3,129437483	0,10971874	0,189170244
0,686	0,961014	RANDOMNESS INDEX, RI		
0,102	0,919799	3	0,58	0,58

Tabla 21. Normalización del dato

	6,3333	1,4000	9,0000
CW (normalizado)			
1	0,157894737	0,142857143	0,3333333
2	0,789473684	0,714285714	0,5555556
3	0,052631579	0,142857143	0,1111111

Tabla 22. Resultado final y análisis de consistencia

	AHP	Análisis de consistencia
1	0,211	21,1 %
2	0,686	68,6 %
3	0,102	10,2 %
	Análisis de resultados 19 %	

Luego de encontrar los pesos de las dimensiones respecto al criterio Recursos humanos, podemos apreciar cómo su consistencia respecto a lo que se declara es de 0,19, cercano a lo óptimo que es 0,10. Para la dimensión Control económico, Tabla 23.

Tabla 23. Análisis de la consistencia por los expertos

Control económico				
Áreas	Alternativas	A1	A2	A3
A1	Empacadora	1	1/7	1/5
A2	Comercializadora	7	1	5
A3	Producción Orestes Acosta	5	1/5	1

Al introducir los datos en la herramienta informática se obtuvieron los resultados siguientes (tablas 24, 25, 26 y 27). En la evaluación de las alternativas respecto al criterio Control económico, se llegó a los pesos de cada alternativa, aunque su nivel de consistencia aumentó desfavorablemente.

Tabla 24. Introducción del dato al Mini-Expert choice

CONTROL ECONÓMICO			
MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA			
	A1	A2	A3
A1	1	1/7	1/5
A2	7	1	5
A3	5	1/5	1

Tabla 25. Normalización del dato

	13.0000	1.3429	6.2000
CW (normalizado)			
1	0,076923077	0,106382979	0,03225806
2	0,538461538	0,744680851	0,80645161
3	0,384615385	0,14893617	0,16129032

Tabla 26. Coeficiente para el cálculo de la consistencia

AHP-1	CA	LAMBDA	CI	CI/RI
0,072	0,934111	3,30545981	0,15272991	0,263327424
0,697	0,935342	RANDOMNESS INDEX, RI		
0,232	1,436007	3	0,58	0,58

Tabla 27. Resultado final y análisis de consistencia

	AHP	Análisis de consistencia
1	0,072	7,2 %
2	0,697	69,7 %
3	0,232	23,2 %
	Análisis de resultados 26 %	

Para la dimensión Planificación, programación y control, Tabla 28.

Tabla 28. Análisis de la consistencia por los expertos

Planificación, programación y control				
Áreas	Alternativas	A1	A2	A3
A1	Empacadora	1	1/5	3
A2	Comercializadora	5	1	5
A3	Producción Orestes Acosta	1/3	1/5	1

Al introducir los datos a la herramienta informática se obtuvieron los resultados siguientes (tablas 29, 30, 31 y 32).

Tabla 29. Introducción del dato al Mini-Expert choice

PLANIFICACIÓN Y CONTROL			
MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA			
	A1	A2	A3
A1	1	1/5	3
A2	5	1	5
A3	1/3	1/5	1

Tabla 30. Normalización del dato

	6,3333	1,4000	9,0000
CW (normalizado)			
1	0,157894737	0,142857143	0,333333333
2	0,789473684	0,714285714	0,555555556
3	0,052631579	0,142857143	0,111111111

Tabla 31. Coeficiente para el cálculo de la consistencia

AHP-1	CA	LAMBDA	CI	CI/RI
0,211	1,338624	3,21943748	0,10971874	0,189170244
0,686	0,961014	RANDOMNESS INDEX, RI		
0,102	0,919799	3	0,58	0,58

Tabla 32. Resultado final y análisis de consistencia

AHP			Análisis de consistencia
1	0,211	21,1 %	Análisis de resultados 19 %
2	0,686	68,6 %	
3	0,102	10,2 %	

Para la dimensión Ingeniería del mantenimiento, Tabla 33.

Tabla 33. Análisis de la consistencia por los expertos

Ingeniería de mantenimiento				
Áreas	Alternativas	A1	A2	A3
A1	Empacadora	1	1/5	5
A2	Comercializadora	5	1	7
A3	Producción Orestes Acosta	1/5	1/7	1

Al introducir los datos a la herramienta informática se obtuvieron los resultados siguientes (tablas 34, 35, 36 y 37).

Tabla 34. Introducción del dato al Mini-Expert choice

INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO			
MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA			
	A1	A2	A3
A1	1	1/5	5
A2	5	1	7
A3	1/5	1/5	1

Tabla 35. Normalización del dato

	6,2000	1,3427	13,0000
CW (normalizado)			
1	0,161290323	0,14893617	0,384615385
2	0,806451613	0,744680851	0,538461538
3	0,032258065	0,106382979	0,076923077

Tabla 36. Coeficiente para el cálculo de la consistencia

AHP-1	CA	LAMBDA	CI	CI/RI
0,232	1,436007	3,305459811	0,15272991	0,263327424
0,697	0,935342	RANDOMNESS INDEX, RI		
0,072	0,934111	3	0,58	0,58

Tabla 37. Resultado final y análisis de consistencia

AHP			Análisis de consistencia
1	0,232	23,2 %	Análisis de resultados 26 %
2	0,697	69,7 %	
3	0,072	7,2 %	

En resumen, para evaluar el método se analizaron las alternativas en las tres áreas. Respecto a cada criterio obtenemos los datos para la dimensión y la consistencia en la gestión del sistema de mantenimiento, dando resultados que juegan un papel preponderante en todas las actividades ligadas al desempeño del capital humano como se muestra a continuación:

- Organización general del mantenimiento, que da un nivel de consistencia de la gestión de 0,16.
- De los Recursos humanos con nivel de consistencia de la gestión de 0,18.
- De la Planificación, programación y control con nivel de consistencia de la gestión, de 0,19.

Con la aplicación del método AHP, se estableció claramente la consistencia numérica en el proceso de gestión del sistema de mantenimiento, los índices de consistencia de las dimensiones, áreas de actuación y sus funciones declaradas.

IV. Conclusiones

El método propuesto, ejecutado y probado en la Empresa Cárnica de Holguín, contribuye al proceso de calidad y

fiabilidad de las auditorías de los sistemas de gestión del mantenimiento por la cuantificación de los resultados. Se estandarizó su aplicación también en otras organizaciones a partir del aporte de la transversalidad administrativa, lo cual promovió la innovación organizacional en los sistemas de gestión empresarial y gobierno corporativo.

Se validó el diseño y la aplicación del procedimiento con enfoque multicriterio que permitiera la toma de decisión para ejecutar una auditoría y evaluación de la gestión de la calidad del mantenimiento. El mismo expuso el estado de la gestión y sus fortalezas y debilidades en las áreas auditadas, calificando de mejor resultado por el comportamiento en sus dimensiones en la gestión de mantenimiento al área Comercializadora, seguida de Empacadora y Producciones Oreste Acosta.

V. Referencias bibliográficas

- Acosta Palmer, H. R., y Troncoso Fleitas, M. (2011). Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias, un análisis objetivo. *Ingeniería Mecánica*, volumen 14, 107-118.
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., y Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro*. Inter-American Development Bank, 647.
- Candanedo, I. S., González, S. R., y Muñoz, L. (2018). Diseño de un modelo predictivo en el contexto Industria 4.0. *KnE Engineering*, 543-551.
- Dueñas Ramírez, L. M., Villegas López, G. A., Castiblanco Tique, S., y Castaño Restrepo, C. A. (2021). Casos de éxito en la implementación del mantenimiento predictivo mediante el uso de tecnologías de la industria 4.0 en empresas colombianas. Fabres Díaz, J. L. (1991). Auditoría de gestión de mantenimiento. *Revista Mantenimiento volumen 6*.
- Saaty, T. L. (1986). Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*, volumen 32, 841-855.
- Saaty, T. L. (2005). Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks. *RWS publications*.
- Saaty, T. L., Vargas, L. G. (2006). Decision making with the analytic network process *Springer*, 282.
- Saaty, T. L. (2007). Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks. *RWS publications*.
- Zhang, S., Zhou, E., Pi, B., Sun, J., Yamashita, K., y Nomura, Y. (2019). A solution for the risk of non-deterministic transactions in hyperledger fabric. *Paper presented at the 2019 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC)*.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Ángel Eugenio Infante Haynes, conceptualización, curación de datos, investigación y supervisión; Zoilo Bienvenido Suárez Pérez, análisis formal, supervisión y redacción-borrador original; Hiovanis Castillo Pantoja, curación de datos, análisis formal e investigación; y Alexei Leyva Velázquez, redacción-revisión, edición.

Recibido: 6 de agosto de 2022

Aceptado: 27 de agosto de 2022

CONSIDERACIONES SOBRE LA ESTABILIDAD DE LOS NUTRIENTES EN LOS RESIDUALES LÍQUIDOS PROCEDENTES DE LAS PLANTAS DE BIOGÁS SEGÚN EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN

Por M. Sc. Teresa Fraser Gálvez*, Dra. C. Clara García Ramos*, Inv. Aux. Francisco Martínez Rodríguez* y Dr. C. Roberto Sosa Cáceres**

* Instituto de Suelos (IS), La Habana, Cuba.

Email: teresa.fraser@isuelos.cu

<https://orcid.org/0000-0003-0358-1886>

Email: clara.garcia@isuelos.cu (autor independiente)

Email: fmartinez@isuelos.cu (autor independiente)

**Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía (Cubaenergía), La Habana, Cuba.

Email: rsosa@cubaenergia.cu

<http://orcid.org/0000-0003-4856-2443>

Resumen

El efluente del biogás es un producto orgánico que se obtiene a partir de la biodigestión anaeróbica de sustratos orgánicos en condiciones de humedad, pH y temperatura controlada. En Cuba este proceso se realiza generalmente utilizando el tratamiento ecológico de los residuales sólidos orgánicos de los centros de acopio y excretas porcinas, con el fin de obtener electricidad y aplicar sus bondades en las prácticas agrícolas. Tomando en consideración la gran cantidad de efluentes líquidos que se generan como producto residual de las plantas de biogás porcino, se procedió durante un periodo de 12 meses al almacenamiento de los mismos a temperatura ambiente en pomos plásticos de 3 y 5 litros para determinar la estabilidad de los nutrientes. Se realizaron evaluaciones a las muestras conservadas del efluente líquido cada tres meses con un equipo portátil multiparamétrico modelo KPSD8, determinándose temperatura (°C), Conductividad Eléctrica (CE) (mg/cm), salinidad (g/l), Sales Soluble Totales (SST) (g/l), densidad (g/l), pH, oxígeno (mg/l), saturación de oxígeno (%). Los parámetros físico-químicos estudiados se comportaron de forma estable, sin embargo, a partir del sexto mes comenzaron a variar ligeramente estos parámetros lo que puede estar relacionado con el envejecimiento de la muestra. Este resultado puede indicar la posibilidad de almacenamiento de este producto al menos durante un periodo de 6 meses sin que pierda sus características, no obstante, se recomienda continuar estos estudios para determinar la estabilidad de los macro y micronutrientes.

Palabras clave: producto orgánico, biogás, estabilidad, periodo.

PRELIMINARY ASSESSMENT OF STORAGE AND CONSERVATION TIME OF LIQUID WASTE FROM BIOGAS PLANTS FOR SUBSEQUENT APPLICATION TO CROPS

Abstract

Biogas effluent is an organic product obtained from the anaerobic biodigestion of organic substrates under controlled humidity, pH and temperature conditions. In Cuba, this process is generally carried out using the ecological treatment of solid organic waste from collection centers and swine excreta, in order to

obtain electricity and apply its benefits in agricultural practices. Taking into consideration the large amount of liquid effluents generated as a residual product of the swine biogas plants, they were stored for a period of 12 months at room temperature in 3 and 5 liter plastic bottles to determine the stability of the nutrients. The preserved samples of the liquid effluent were evaluated every 3 months with a portable multiparametric equipment model KPSD8, determining temperature (°C), Electrical Conductivity (EC) (mg/cm), salinity (g/l), Total Soluble Salts (SST) (g/l), density (g/l), pH, oxygen (mg/l), oxygen saturation (%). The physicochemical parameters studied behaved in a stable manner; however, after the sixth month these parameters began to vary slightly, which may be related to the aging of the sample. This result may indicate the possibility of storing this product for at least 6 months without losing its characteristics; however, it is recommended to continue these studies to determine the stability of macro and micronutrients.

Keywords: organic product, biogas, stability, period.

I. Introducción

El uso de abonos orgánicos constituye una práctica común en la agricultura de Cuba y de varios países, debido fundamentalmente al papel crucial que estos cumplen en la nutrición de los cultivos agrícolas y en la actividad fisiológica de las plantas Castro *et al.* (2017).

Las excretas de animales, vistas por muchos como un contaminante ambiental, pueden generar recursos valiosos mediante su procesamiento anaeróbico en biodigestores, de forma que al reciclarse, parte de la energía y de sus nutrientes favorezcan la sustentabilidad de la producción animal y al mismo tiempo se aprovechen los desechos orgánicos, Sosa (2015).

La utilización del biol es uno de los beneficios que presentan los biodigestores. Este líquido contiene nutrientes que estimulan el crecimiento de las plantas y ayudan a las propiedades del suelo, por lo que provoca cambios positivos en la calidad de la producción agrícola. Algunas de las familias han aplicado el biol como abono orgánico en sus cultivos y han probado algunas alternativas para su almacenamiento, Fabiola (2018).

En el almacenamiento del biol uno de los aspectos más importantes es que se debe mantener tapado y en la sombra. López & Moncada (2017) señalan que al estar expuesto podría sufrir cambios por las condiciones climáticas, y Andino & Martínez (2015) indican que el biol debe almacenarse en tanques tapados por un periodo no mayor a 4 semanas, para evitar grandes pérdidas de nitrógeno.

En este artículo se exponen los resultados obtenidos con este residual en su almacenamiento durante un periodo de 12 meses.

II. Materiales y métodos

Se realizó un muestreo del efluente en biodigestores ubicados en las cercanías del Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP) derivado de cerdos nuevos debido a la reconstrucción y remodelamiento del biodigestor, lo que dio la posibilidad de verificar con más veracidad y exactitud la estabilidad de los nutrientes en el tiempo del efluente que será utilizado como abono líquido a los cultivos (Anexo 1).

Para determinar la estabilidad físico-química del efluente líquido se procedió durante un periodo de 12 meses a su almacenamiento a temperatura ambiente en pomos plásticos de 3 y 5 litros (Anexo 2).

Se realizaron evaluaciones a las muestras conservadas del efluente líquido al inicio y cada 3 meses, con un equipo portátil multiparamétrico modelo KPSD8, en las que se determinó: temperatura (°C), Conductividad Eléctrica (CE) (mg/cm), salinidad (g/l), Sales Soluble Totales (SST) (g/l), densidad (g/l), pH, oxígeno (mg/l), saturación de oxígeno (%), que son los que lee el equipo (Anexo 3).

Se empleó un diseño de bloque al azar con tres repeticiones y se analizaron estadísticamente todas las variantes con el programa estadístico MSTAT-C, así como la comparación de medias mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de significación (Duncan, 1954).

Para una mejor compresión de las tablas 1 y 2, se identifican:

Letras a, b, c	Análisis estadístico sobre el grado de significación entre los tratamientos (<i>a</i> es superior a <i>b</i> , <i>b</i> es superior a <i>c</i> , <i>ab</i> significa poca diferencia)
CE	Conductividad eléctrica
CV	Coefficiente de variación
Esx	Error estándar de la media
ns	No significativo
SST	Sales Solubles Totales
*	Letras iguales, no difieren significativamente

III. Resultados y discusión

Las evaluaciones de las muestras conservadas del efluente líquido mostraron resultados importantes que se presentan en la Tabla 1.

Consideraciones sobre la estabilidad de los nutrientes en los residuales líquidos procedentes de las plantas...

Tabla 1. Evaluación de algunos parámetros de calidad del efluente líquido durante 12 meses de almacenamiento

Efluente	Temperatura (oC)	CE (mg/cm)	Salinidad (g/l)	SST (g/l)	Densidad (g/l)	pH	Oxígeno (mg/l)	Saturación de oxígeno (%)
1 (abril inicio)	26,7	6,62	3,498	4,442	299,3	7,7	5,12	75,70
2 (abril inicio)	25,8	6,56	3,498	4,442	299,3	7,6	5,14	76,00
3 (abril inicio)	25,8	6,50	3,495	4,441	299,3	7,6	4,49	67,18
Media	26,10c	6,53ns	3,50ns	4,44ns	299,30b	7,63a	4,92ns	73,83ab
1 (julio)	30,8	7,06	3,76	4,73	998,2	8,55	4,41	65,99
2 (julio)	30,2	5,33	2,79	3,55	997,6	7,18	5,12	75,71
3 (julio)	30,8	6,61	3,51	4,43	998,1	8,27	3,65	54,25
Media (3 meses)	30,6 a	6,33 ns	3,35 ns	4,24 ns	997,97a	8,03 a	4,39 ns	65,32 b
1(octubre)	30,1	5,35	2,80	3,58	997,7	8,16	4,32	64,04
2 (octubre)	30,5	5,04	2,63	3,38	997,5	6,91	6,38	95,11
3 (octubre)	30,1	7,02	3,74	4,71	998,4	8,69	5,19	77,17
Media (6 meses)	30,23a	5,80 ns	3,06 ns	3,89 ns	997,87a	7,93 a	5,30 ns	78,77 a
1(enero)	26,9	5,25	2,74	3,52	998,6	6,02	7,94	11,05
2(enero)	26,7	5,23	2,76	3,53	998,5	6,00	7,93	11,05
3(enero)	26,9	5,21	2,73	3,50	998,3	6,04	7,90	11,04
Media (9 meses)	26,87b	5,23 ns	2,74 ns	3,52 ns	998,47a	6,02b	7,92 ns	11,05 c
1(abril final)	27,0	5,20	2,71	3,49	998,5	6,03	7,92	11,02
2(abril final)	26,9	5,21	2,72	3,56	997,5	6,05	7,93	11,05
3(abril final)	27,5	5,20	2,70	3,48	998,3	6,07	7,94	11,07
Media (12 meses)	27,13b	5,20	2,71	3,51ns	998,10 a	6,05b	7,93ns	11,05 c
Media general	28,19 *	5,83 ns	3,073 ns	3,92 ns	858,34 *	7,13*	6,09ns	48,01*
CV (%)		10,238	10,913	10,428			380,407	
ESx		0,344	0,194	0,236			746,480	

Tabla 2. Resumen de algunos parámetros de calidad del efluente líquido durante los 12 meses de conservación

Efluente	Temperatura (°C)	CE (mg/cm)	Salinidad (g/l)	SST (g/l)	Densidad (g/l)	pH	Oxígeno (mg/l)	Saturación de oxígeno (%)
Inicio	26, 10 c	6, 53 ns	3, 50 ns	4, 44 ns	299, 30 b	7, 63a	4, 92 b	73, 83 ab
3 meses	30, 6 a	6, 33 ns	3, 35 ns	4, 24 ns	997, 97a	8, 03a	4, 39 b	65, 32 b
6 meses	30, 23 a	5, 80 ns	3, 06 ns	3, 89 ns	997, 87a	7, 93a	5, 30 b	78, 77 a
9 meses	26, 87 b	5, 23 ns	2, 74 ns	3, 52 ns	998, 47a	6, 02b	7, 92 a	11, 05 c
12 meses	27, 13 b	5, 20 ns	2, 71 ns	3, 51 ns	998, 10 a	6, 05b	7, 93 a	11, 05 c
Media general	28, 19 *	5, 83 ns	3, 073 ns	3, 92 ns	858, 34 *	7, 13*	6, 09*	48, 01*
CV (%)		10, 238	10, 913	10, 428				
ESx		0, 344	0, 194	0, 236				

Como se puede observar en la Tabla 2, hubo diferencias significativas en algunos de los parámetros estudiados, se comportaron de forma estable, sin embargo a partir del cuarto mes comenzaron a variar ligeramente lo que pudo deberse a que se destaparon ligeramente los envases para que se liberaran los gases que se pudieran acumular y evitar una explosión en los mismos.

Este resultado nos puede indicar la posibilidad de almacenamiento de este producto al menos durante un periodo de seis meses sin que pierda las características físico-químicas presentadas en este estudio.

El pH mostró variaciones en sus valores desde el inicio hasta los 12 meses, observándose que a los 9 y 12 meses comenzó a disminuir ligeramente, lo que puede estar asociado a las SST, salinidad y la conductividad eléctrica que tuvieron comportamiento similar.

Estos valores de pH, presentes en las muestras almacenadas entre los 6 y 9 meses, pueden propiciar que cuando se aplique al suelo actúe como corrector de este parámetro, en los casos en que sus magnitudes estén por debajo o por encima del neutro reportado Francesena (2016). Por otra parte, Hinojosa (2017) informa que en valores de pH cercanos a la neutralidad, los macronutrientes tienen alta movilidad en el suelo y su mayor tasa de asimilación por las plantas, evitando de manera que las plantas absorban niveles de elementos extremadamente excesivos o tóxicos, fenómeno que suele ocurrir en plantas desarrolladas en sustratos con pH ácido.

La conductividad eléctrica se mantuvo en los niveles aceptados para este tipo de residuo, aun estando conservado durante los primeros 6 meses, por lo que su incorporación al suelo, no debe influir en el poder de infiltración de las sales ni obstaculizará la absorción, tanto del agua como de otros iones presentes en el suelo, que incidirán directamente en las plantas o cultivos, Herrmann *et al.* (2017).

En el almacenamiento del biol uno de los aspectos más importantes es el que se debe mantener tapado y en la sombra. López & Moncada (2017) señalan que al estar expuesto podría sufrir cambios por las condiciones climáticas, dándose

volatilización del nitrógeno o que agua de lluvia se mezcle con el biol provocando cambios en sus propiedades físicas y químicas. Andino & Martínez (2015) ratifican lo mencionado anteriormente y a su vez indican que el biol debe almacenarse en tanques tapados por un periodo no mayor a cuatro semanas para evitar grandes pérdidas de nitrógeno.

El 50 % de las personas que están almacenando el biol realizan la práctica recomendada de mantenerlo tapado, mientras que los que no lo hacen de esta forma, podrían estar alterando las características del biol previo a su uso.

Valoración económica y ambiental

La valoración económica está basada en el hecho de que en ocasiones se rebosa la laguna de oxidación y hay que liberarlo, provocando un desperdicio del efluente lo cual se fundamenta con lo planteado por Francesena (2016) refiriendo que algunos de los impactos ambientales de esta producción son: contaminación del aire, pérdida de la biodiversidad de especies y contaminación del agua (por vertimiento directo al medio sin tratamiento adecuado hacia cuerpos receptores de cuencas de ríos y presas que son utilizadas para regadíos o el consumo). Otra valoración económica está dada por la posibilidad que tiene el productor de almacenar este efluente y tenerlo al alcance en el momento que lo necesite, lo cual abarataría el costo de traslado en una o varias campañas.

IV. Conclusiones

Los efluentes pueden ser conservados al menos durante 6 meses sin que pierdan la estabilidad físico-química. Su conservación influye positivamente en la economía del productor abaratando los costos de transportación, así como en el medioambiente, evitando el vertimiento innecesario por el rebosamiento de las lagunas de oxidación y por tanto la contaminación de las aguas subterráneas. Se recomienda seguir los estudios de conservación en cuanto a la estabilidad de los nutrientes en el efluente.

V. Referencias bibliográficas

- Andino, R. I. y Martínez, K. A. (2015). Biodigestor: Una Alternativa de Innovación Socio –Económica Amigable con el Medio Ambiente. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. <http://www.biblioteca.unan.edu.ni:9090/bases/trucfa/pdf/8007.pdf>
- Castro, L., Escalante, H., Jaimes Estévez, J., Díaz, L. J., Vecino, K., Rojas, G., y Duncan, D. (1954). Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, volumen 11, no. 1.
- Francesena, Y. (2016). *Impacto ambiental provocado por efluentes de instalaciones de biogás de pequeña y mediana escala en las provincias de la región central de Cuba* [Tesis Ingeniería Agrícola]. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Villa Clara.
- Herrmann, A., Kage, H., Taube, F., y Sieling, K. (2017). Effect of biogas digestate, animal manure and mineral fertilizer application on nitrogen flows in biogas feedstock production. *European Journal of Agronomy*, volumen 91, 63-73.
- Hinojosa, Y. (2017). *Evaluación de la viabilidad de la biodigestión como sistema de tratamiento de los residuos de la granja porcina Galo Porcino Cantón Echeandía, Provincia de Bolívar, año 2016* [Tesis pregrado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.
- Jiménez Arias F. M. (2018). *Impactos de la implementación de biodigestores en asentamientos rurales, caso El Porvenir de Limón* [Tesis Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio Institucional – Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- López Velásquez, N. A. y Olivera Moncada, G. (2017). *Diagnóstico del uso y manejo del biol en fincas ganaderas de la zona seca de Nicaragua, julio 2015-enero 2016* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional Agraria, Managua.
- Mantilla, L. (2017). Low cost digester monitoring under realistic conditions: Rural use of biogas and digestate quality. *Biore-source Technology*, volumen 239, 311-317.
- Sosa, C. M. (2015). *Parámetros de control y monitoreo del proceso en digestores anaerobios a pequeña escala y diferentes tecnologías* (Tesis Ingeniero Agrícola). [Tesis Ingeniería Agrícola]. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Villa Clara.
- Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.
- Contribución de los autores:** Teresa Fraser Gálvez, conceptualización, curación de datos, investigación, supervisión y edición; Clara García Ramos, análisis formal, supervisión y redacción-borrador original; Francisco Martínez Rodríguez, curación de datos, análisis formal e investigación; y Roberto Sosa Cáceres, análisis formal, investigación y redacción-revisión.
- Recibido: 12 de agosto de 2022
Aceptado: 22 de septiembre de 2022

Anexo 1. Toma de las muestras a la salida del biodigestor para su conservación, acompañado de investigadores del Instituto de Investigaciones Porcinas ubicado en Punta Brava, municipio La Lisa.



Anexo 2. Almacenamiento experimental del efluente líquido.



Anexo 3. Análisis del efluente conservado con el equipo portátil multiparamétrico modelo KPSD8.



VENTAJAS DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA EN EL PARQUE TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

Por M. Sc. Reinier Jiménez Borges*, Ing. Andrés L. Álvarez González**
y Dr. C. José P. Monteagudo Yanes***

Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba.

* E-mail: rjborges@ucf.edu.cu; rjimenezborges@gmail.com.

<https://orcid.org/0000-0002-3430-0322>

** E-mail: alvarez58216055@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3302-1540>

*** E-mail: jpmyanes@ucf.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0001-7234-7853>

Resumen

El estudio propone el montaje de un parque tecnológico en la Universidad de Cienfuegos, en donde se valora transformar un edificio de la residencia estudiantil en inmueble administrativo. Se utilizará un sistema solar fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica instalado en la cubierta de la edificación. La cubierta dispone de un área útil de 260 m² con capacidad para 112 paneles del tipo DSM 270, con una potencia instalada de 32,4 kWp y una capacidad de generación eléctrica de 118,66 kWh por día. La evaluación económica tiene un largo Período de Recuperación de la Inversión (PRI), cercano a los 15 años de una vida útil de 25 años, y un bajo Valor Actual Neto (VAN) dado que la Resolución N° 435/2017 establece el costo del kWh, vendido por el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), cuatro veces el precio que paga a los organismos en la compra. No fueron considerados en la evaluación los beneficios económicos por reducción de emisiones de CO₂. Se comprobó la resistencia de la edificación ante las cargas que origina el sistema en la cubierta. Se crean cargas del orden de los 168 kg/m² inferiores a los 300 kg/m² permisible por el diseño. Ello permite afirmar que es posible el montaje del parque fotovoltaico.

Palabras clave: sistema solar fotovoltaico, panel solar, montaje de paneles en cubiertas de edificios, energía solar en universidades.

ADVANTAGES OF PHOTOVOLTAIC GENERATION IN UNIVERSITY TECHNOLOGY PARK

Abstract

The study proposes the construction of a technology park at the University of Cienfuegos, where a student residence building will be transformed into an administrative building. A photovoltaic solar system will be used to supply electricity installed on the roof of the building. The roof has a usable area of 260 m² with capacity for 112 panels of type DSM 270, with an installed power of 32.4 kWp and an electricity generation capacity of 118.66 kWh per day. The economic evaluation has a long Investment Recovery Period (IRP), close to 15 years out of a useful life of 25 years, and a low Net Present Value (NPV) given that Resolution No. 435/2017 establishes the cost of the kWh, sold by

SEN, four times the price it pays to the agencies in the purchase. The economic benefits due to CO₂ emissions reduction were not considered in the evaluation. The resistance of the building to the loads caused by the system on the roof was tested. Loads of the order of 168 kg/m² were created, lower than the 300 kg/m² allowed by the design. This allows us to affirm that it is possible to assemble the photovoltaic park.

Palabras clave: solar photovoltaic system, solar panel, solar panel mounting on building roofs, solar energy in universities.

I. Introducción

Cuba satisfies 96 % of its energy requirements with the use of fossil fuels and only 4 % remaining with renewable energy sources. It is urgent then to change this reality. For the year 2030, the governmental proposal estimates that renewable energy sources will cover 24 % of the country's energy needs.

The use of solar photovoltaic systems is one of the ways to reach this objective and its installation on building roofs is a practice extended globally. The reason is given by the fact that building roofs are not usable for services of the building. Equal surface on land can also be used in a way that useful spaces are achieved. There are various examples in the world and in Cuba of installations of this type that function satisfactorily and contribute to the reduction of the use of fossil fuels and environmental contamination.

Taking it into consideration, the study has as its objective to demonstrate the potentiality of installing a solar photovoltaic system on the roof of the building where the technological park of the University of Cienfuegos will be located.

II. Materiales y métodos

Características constructivas de la edificación

The building under study, designated building 7, is a five-story building intended for the function of student housing and it is expected that the administrative and technical service functions of the technological park of the University of Cienfuegos will be located there.

It is a typical construction, model Girón, bordering with the Youth Circle whose roof can also be used in the analysis, but it will not be taken into account because the study does not have the annual projection of shadow on the area.

Building 7 is oriented from east to west, with the roof oriented perpendicularly in the north-south direction, as shown in Figure 1, where the basic dimensions of the area to be used for the solar photovoltaic system are observed.

A 1 m wide path is left on the borders, for the movement of the personnel who work in the installation, operation and maintenance. The front side of the building is oriented to the south, with a total length of 42 m and 40 m

effective for the placement of panels. The building has a width of 8.5 m and 6.5 m can be used for the placement of the photovoltaic modules.

The area available for the photovoltaic park on the roof of the building is given in equation 1.

$$A_{\text{útil}} = a * l = 6,5 * 40 = 260,0 \text{ m}^2 \quad (1)$$

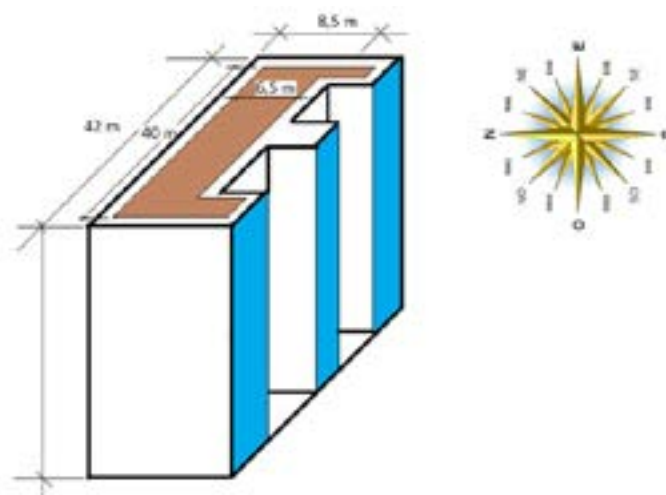


Fig. 1. Dimensiones de la cubierta y orientación geográfica del edificio 7.

Due to the orientation to the south, the panels should be located in rows along the length of the building, with an inclination angle equal to the latitude of the region, which is 22,17°.

It is a practice of the Unión Eléctrica (UNE) to install its panels with an angle of 15° (Stolik, 2019) so that it gives a good level of generation and it is better used the area for the generation, by reducing the distance between panels (Suárez, 2014). This criterion was not taken into consideration.

Cálculo del Sistema Solar fotovoltaico

The company Electronic Components Ernesto Guevara de Pinar del Río, suggested the use of the photovoltaic module DSM 270 (Tabla 1).

Tabla 1. Especificaciones técnicas del módulo DSM 270

Especificaciones técnicas		
Celda solar	Silicio Multicristalino 156,75 mm x 156,75 mm	
Número de celdas y conexiones	60 (6 x 10)	
Dimensiones del módulo	1650 mm x 990 mm x 40 mm	
Cubierta frontal	Vidrio templado	
Material del marco	Aleación de aluminio anodizado	
Peso	18,1 kg	
Características eléctricas		
Modelo	DSM-270	
Voltaje a circuito abierto (Voc) [V]	38,0	
Voltaje en el punto de máxima potencia (Vmp) [V]	32,1	
Corriente de corto circuito (Isc) [A]	9,11	
Corriente en el punto de máxima potencia (Imp) [A]	8,42	
Potencia máxima a STC (Pm) [Wp]	270	
Tolerancia [%]	±3	
STC	1000 W/m², 25oC, AM 1,5	
Límites		
Temperatura de operación	-40 a +85 °C	
Voltaje máximo del sistema	1000 VDC	
Valor máximo del fusible de la serie	15 A	
Parámetros térmicos		
NOCT	[oC]	45±2
Coefficiente de temperatura (Isc)	[%/ C]	0,04478
Coefficiente de temperatura (Voc)	[%/ C]	-0,30537
Coefficiente de temperatura (Pmp)	[%/ C]	-0,41004

En la Tabla 2, considerando el módulo DSM 270, se muestra el proceso de cálculo y los resultados. Se elaboraron las figuras 1 y 2 para el dimensionamiento.

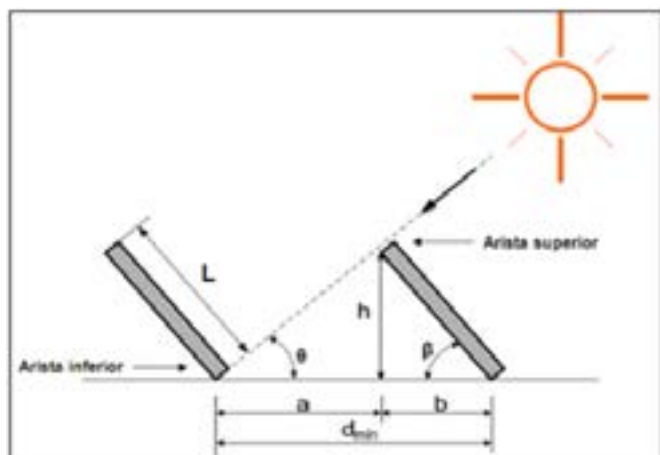


Fig. 2. Distancia entre paneles y ángulos de inclinación.

III. Resultados y discusión

Tabla 2. Secuencia de cálculo y resultados del Sistema Solar Fotovoltaico para el edificio del parque tecnológico

Nº	Parámetro (unidad)	Ecuación	Magnitud	Observaciones
1	Selección del panel fotovoltaico	sin ecuación (s/e)	Tabla 1	Recomendación del fabricante
2	Ángulo de inclinación del panel (β)	s/e	Figura 1	El ángulo (β) = Latitud del lugar. Para Cienfuegos $\beta=22^\circ$. La Unión Eléctrica en Cuba considera $\beta=15^\circ$.
3	Cálculo de la componente de la altura (h) del panel (m)	$h = L * \sin \beta$	0,62	
4	Cálculo de la distancia de la arista inferior del panel a la arista superior del mismo medido horizontalmente (b) (m).	$b = L * \cos \beta$	1,53	
5	Cálculo del ángulo de incidencia del rayo solar respecto a tierra (θ) (grados).	$\theta = 180 - 90 - \beta$	68°	
6	Cálculo de la distancia entre borde superior panel anterior y borde inferior panel posterior (a) (m).	$A = h / \tan \theta$	0,25	Se toma 0,5 m (paseo para limpieza y mantenimiento)
7	Cálculo de la distancia mínima entre paneles (d_{min}) (m)	$d_{min} = a + b$	2,03	Se considerará $d_{min} = 2,00$ m para el montaje del sistema
8	Cálculo del número máximo de filas de paneles	# máx. filas = Ancho del edificio / Distancia entre paneles	3,25	Se decide colocar 3 filas de paneles.
9	Nº Máximo de paneles por filas	# máx. paneles por filas = long. edif. / ancho del panel	40,04	Se limitan a 40 paneles por fila

Nº	Parámetro (Unidad)	Ecuación	Magnitud	Observaciones
10	Número máx. de paneles en la edificación (Nº máx. de paneles)	$N^{\circ} \text{ máx. paneles} = N^{\circ} \text{ de filas} * N^{\circ} \text{ de paneles por filas}$	120	
11	Cálculo de la energía generada (Eu.) Energía útil generada (kWh por día)	$Eu = 0,654 * HSP * P_n * N$	118,66	Dónde: Eu: Energía útil generada (kWh por día); 0,654 factor que toma en cuenta rendimientos y suciedad; HSP: Hora Solar Pico de la región (para Cienfuegos es 5,6) Pn: Potencia nominal del panel FV (kW por panel) N.- Número de paneles
12	Cálculo de la potencia instalada (Pinst.) (kWp)	$P_{inst} = N * (P_n / 1000)$	32,4	
13	Disposición (Área / Potencia) (m²/kW)	$A/Pot = \text{Área Edif.} / \text{Pot. Instalada}$	8,02	Ver Tabla 3
14	Cálculo del número de inversores	$N^{\circ} \text{ de Inversores} = \text{Pot. Demandada} / \text{Pot. Inversor}$	1,296	Se decide incluir dos inversores del tipo Sunny Tripower 25000TL.

Según los criterios dados en la Tabla 3 (Intelligent Energy Europe, 2017) el sistema propuesto cumple con los requerimientos de la organización al encontrarse la relación Potencia/Área, del parque de módulos de silicio policristalino, en un valor de 8.02 m²/kWp.

Tabla 3. Superficie de módulo fotovoltaico requerida para 1 kWp

Tecnología	Superficie (m²)
Silicio monocristalino	7-9
Silicio policristalino	8-11
Diseleniuro de indio cúprico (CIS)	11-13
Teluro de Cadmio (CdTe)	14-18
Silicio amorfo	14-20

El Sistema Solar Fotovoltaico sobre la edificación debe quedar según muestra la Figura 3.

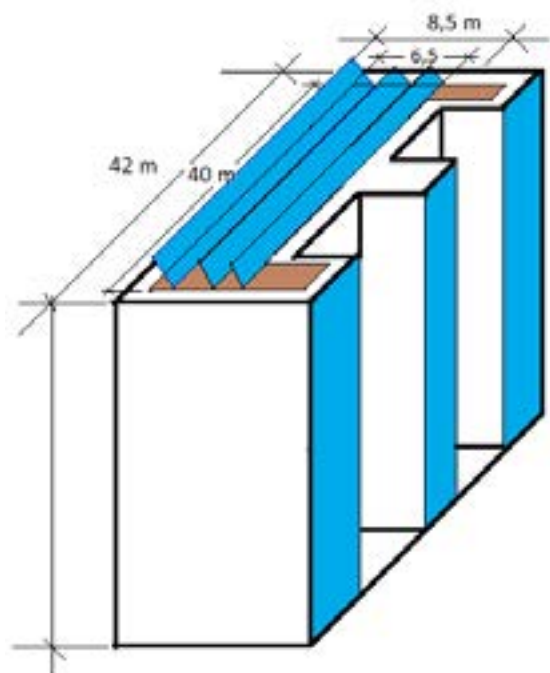


Fig. 3. Estructura sugerida de ubicación de los paneles sobre la edificación.

La forma aproximada de colocación de los paneles sobre la estructura se muestra en la Figura 4.



Fig. 4. Colocación de paneles sobre la estructura.

Cálculo de resistencia de la edificación

La resistencia de la cubierta de la edificación se realizó según las normas del Ministerio de la Construcción (Ministerio de la Construcción, 1978).

El edificio posee un área de 260 m² de superficie, sobre la cual se instalarán 120 paneles solares, en 20 mesas de fijación considerando el peso total del cableado, los tornillos de fijación y el peso que ejerce el viento sobre los paneles.

El peso por unidad de área incluye el peso de enrajonado y de la capa de papel asfáltico, ya incluidas en la cubierta de la edificación para su impermeabilización (Oficina Nacional de Normalización, 2003). Los resultados están dados en la Tabla 4, según NC 283. El valor obtenido debe ser inferior al valor de la carga de utilización permisible de 300 kg/m², según el tipo de edificación Girón.

Tabla 4. Cargas sobre la edificación

Producto	Cantidad	Peso (kg)	Densidad (kg/m³)	Espesor (cm)	Carga total (kg/m²)
Enrajonado	-	-	18	5	90
Capa asfáltica	2	-	5	-	50
Estructura metálica	20	4 560	7	-	17,5
Paneles solares	120	2 172	-	-	8,35
Carga producida por los vientos	-	-	-	-	1,1
Cableado	350 m	100	-	-	0,4
Tornillos	-	60	-	-	0,23
Total					167,58

El valor de la carga de utilización es 167,58 kg/m² menor a los 300 kg/m² dados como valor mínimo permisible. Ello permite afirmar que la edificación resistirá las cargas que origina el sistema.

Evaluación económica

Al no poseer un sistema actualizado de costos de los elementos para la evaluación económica se consideran los criterios dados por Stolik (2019). (Ver Figura 5).



Fig. 5. Costo total por kilowatt pico por países.

Por ser la República Popular China el principal suministrador de Cuba, se toma el valor correspondiente a esta nación para los cálculos preliminares.

El sistema calculado posee una potencia instalada de 32,4 kWp, por lo que la inversión debe ser de 36 612,00 USD y el ingreso por ahorro y exportación de energía puede ascender a la cifra de 7 865,67 USD al año, según las ecuaciones 2, 3 y 4.

$$\text{Ingreso ahorro} = 118,66 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} * 0,2275 \frac{\$}{\text{kWh}} * 265 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 7 153,71 \frac{\$}{\text{año}} \quad (2)$$

$$\text{Ingreso exportación} = 118,66 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} * 0,06 \frac{\$}{\text{kWh}} * 100 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 711,96 \frac{\$}{\text{año}} \quad (3)$$

$$\text{Ingreso total} = \text{Ingreso ahorro} + \text{Ingreso exportación} = 7 153,71 + 711,96 = 7 865,67 \frac{\$}{\text{año}} \quad (4)$$

Los datos básicos para la evaluación económica en el año 0 y 1 están dados en la Tabla 5. La inversión tiene una vida útil de 25 años.

Tabla 5. Datos básicos para la evaluación económica

No.	Datos iniciales	Año 0	Año 1
1	Ingresos (I), \$		7865,67
2	Gastos (G), \$		1000,00
3	Costo inversión (K ₀) (\$)	-36612,00	
4	Tasa de descuento (r), %		16,35
5	Tasa de inflación (f), %		8,00
6	Margen de riesgo, %		3,00
7	Tasa de impuesto (t), %		35,00
8	Vida útil estimada, años		25

El resultado principal de la evaluación económica se expresa en la Figura 6.



Fig. 6. VAN y PRI del sistema solar fotovoltaico propuesto.

Aprecie en la línea anaranjada que el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) es de 15 años y el VAN alcanza

valores de 6 500,00 pesos. Aunque la evaluación económica no resulta atractiva, está destinada a mostrar cómo se puede reducir el consumo de energía eléctrica producida con combustible fósil, el impacto ambiental y garantizar el servicio energético con una fuente renovable.

Magnitud del combustible ahorrado (ecuación 5).

$$\text{Comb. Ahorrado} = \frac{E * g}{1000} = \frac{118 * 265 * 0.236}{1000} = 7.37 \text{ t/año} \quad (5)$$

CO₂ no emitido (ecuación 6).

$$\text{CO}_2 \text{ no emitido} = \frac{\text{Combustible ahorrado} * k}{\rho} = \frac{7.37 * 3.119}{0.9781} = 28.80 \text{ t/año} \quad (6)$$

Donde:

K: coeficiente que relaciona el combustible no quemado con las toneladas de CO₂ no vertidas a la atmósfera.

K= 3,119 kg/l.

ρ: densidad del combustible y es igual a 0,9781 kg/l.

Se aprecia la diferencia en cuatro veces, entre los costos de la energía suministrada y comprada por el Sistema Eléctrico Nacional (ecuaciones 2 y 3) lo cual no estimula la generación con fuentes renovables y no hace rentable muchas inversiones de este tipo.

En la Figura 6 se observa qué ocurre cuando el valor del kWh generado con el sistema solar fotovoltaico pasa de 0,06 \$/kWh (marcadores cuadrados) a 0,20 \$/kWh (marcadores redondos en azul) valor totalmente justo por ser lo que la empresa paga al SEN cuando consume energía de la red. Aprecie que se reduce a 8 años el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) y el Valor Actual Neto (VAN) pasa de \$ 6 500,00 a \$ 30 000, 00 lo que hace atractiva la inversión.

IV. Conclusiones

El sistema solar fotovoltaico propuesto tiene la capacidad de generar una potencia de 32,4 kWp con 120 paneles del tipo DSM 270, lo que satisface una demanda energética de 118 kWh por día.

De ser comprado directamente en el extranjero, la inversión es de un monto de 36 612 USD y los ingresos que genera alcanzan una magnitud de 7 900 \$/año.

El Período de Recuperación de la Inversión (PRI) es cercana a los 15 años, en parte debido a las diferencias entre el precio de compra y venta del kWh establecido para el SEN. Si se iguala a 0,20 \$/kWh, el precio de compra y venta se reduce en 7 años el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) y se incrementa en cinco veces el valor del VAN, haciendo factible la inversión.

La cubierta de la edificación resiste los esfuerzos creados por el sistema, el cual genera cargas en el orden de 167 kg/m² y la edificación puede soportar cargas hasta 300 kg/m² como valor mínimo permisible.

El sistema tiene la capacidad para ahorrar hasta 7 toneladas al año de combustible y reducir las emisiones de CO₂ al medioambiente en 28 toneladas al año, garantizando un suministro de energía eléctrica en horario diurno independiente del SEN como parte de las acciones de sostenibilidad energética.

V. Referencias bibliográficas

- Intelligent Energy Europe (2017). *Dimensionado de SFCR*. Madrid. España: Intelc. ingeniería.
- Ministerio de la Construcción (1978). *Sistema Constructivo Girón. Especificaciones Técnicas*. La Habana, Cuba: CEDITEC.
- Oficina Nacional de Normalización (2003). *Densidad de materiales naturales, artificiales y de elementos de construcción como cargas de diseño*. La Habana, Cuba: Oficina Nacional de Normalización.
- Stolik, D. (2019). *Energía fotovoltaica para Cuba. Revista Ecosolar*.
- Suárez, I. R. (2014). *Variación del rendimiento de un sistema Fotovoltaico de Conexión a Red con el ángulo de inclinación de los módulos y su orientación*. La Habana, Cuba.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Reinier Jiménez Borges, conceptualización, curación de datos, investigación, supervisión, redacción-revisión y edición; Andrés L. Álvarez González, análisis formal, supervisión y redacción-borrador original; y José P. Monteagudo Yanes, curación de datos, análisis formal e investigación.

Recibido: 3 de agosto de 2022

Aceptado: 24 de agosto de 2022

FINCA ESCUELA-PRODUCTIVA CON FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN EL MUNICIPIO DE PALMIRA

Por Dr. C. Enrique Arturo Padrón Padrón*, M. Sc. Gustavo Crespo Sánchez**,
Dr. C. Julio Rafael Gómez Sarduy*** y M. Sc. Roy Reyes Calvo****

Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba.

* E-mail: apadron@ucf.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0001-9644-0788>

** E-mail: gcsanchez@ucf.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0003-0850-197X>

*** E-mail: jgomez@ucf.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0003-3313-6572>

*** E-mail: royrc@ucf.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0002-7382-9878>

Resumen

La finca escuela-productiva tiene como objetivo contribuir a la soberanía alimentaria del municipio mediante tecnologías que emplean fuentes renovables de energía, fomentando una cultura de buenas prácticas agroecológicas sostenibles, educación nutricional y sistemas de riego eficientes. El terreno tiene un organopónico con cubierta de malla para sombra y riego por microaspersión alimentado mediante bombeo solar fotovoltaico; una nave con tarima para la crianza de cabras; un área, de 0,5 hectáreas sembrada de plátanos, con riego por goteo alimentado mediante molino de viento; una nave para la ceba de cerdos; un área para tratamiento de residuales (biogás, tanque de compensación, fosa de sedimentación y tanque para fertirriego); una construcción civil de mampostería y cubierta ligera, de una sola agua, con inclinación de 17° que permite colocar paneles solares fotovoltaicos para alimentar el sistema de riego del organopónico. Los sistemas de riego y las fuentes de abasto fueron cuidadosamente diseñados, resultando una metodología a impartirse en cursos. El área techada contará con un aula docente rústica, sin paredes, con jardinería alta alrededor; área de lavado y selección de vegetales; expendedor; área inocua para la elaboración de quesos; almacén para los aperos de labranza y un baño. Considerando los ingresos en la parte productiva, la inversión se recupera en tres años.

Palabras clave: fuentes renovables de energía, sistemas de riego.

SCHOOL-PRODUCTIVE FARM WITH RENEWABLE ENERGY SOURCES IN PALMIRA MUNICIPALITY

Abstract

The productive school farm aims to contribute to food sovereignty in the municipality through technologies that use renewable energy sources, promoting a culture of good sustainable agroecological practices, nutritional education and efficient irrigation systems. The land has an organoponic with a mesh cover for shade and micro-sprinkler irrigation fed by photovoltaic solar

pumping; a shed with a pallet for raising goats; an area of 0.5 hectares planted with bananas, with drip irrigation fed by a windmill; a shed for fattening pigs; an area for waste treatment (biogas); an area for wastewater treatment (biogas); an area for the treatment of wastewater (biogas); and an area for the treatment of wastewater (biogas); an area for waste treatment (biogas, compensation tank, sedimentation pit and fertigation tank); a civil construction of masonry and light, single-water roof, with a 17° slope that allows for the installation of photovoltaic solar panels to power the organoponic irrigation system. The irrigation systems and water sources were carefully designed, resulting in a methodology to be taught in courses. The roofed area will have a rustic classroom, without walls, with high landscaping around it; a vegetable washing and selection area; a vending machine; a safe area for cheese production; a storage area for farm implements; and a restroom. Considering the income in the productive part, the investment is recovered in three years. and an electricity generation capacity of 118.66 kWh per day. The economic evaluation has a long Investment Recovery Period (IRP), close to 15 years out of a useful life of 25 years, and a low Net Present Value (NPV) given that Resolution No. 435/2017 establishes the cost of the KWh, sold by

Keywords: *renewable energy sources, irrigation systems.*

I. Introducción

El estudio propone el uso de la finca como laboratorio adjunto al Centro Universitario Municipal (CUM) donde su aula docente e instalaciones sirvan de escenario para talleres, entrenamientos, círculos de interés y trabajos de carácter científico con el objetivo de:

- Fomentar una cultura energética ambiental y sostenible en la comunidad.
- Generar conocimientos para perfeccionar los sistemas de producción, que contribuyan a la seguridad alimentaria y a la mitigación y adaptación al cambio climático, con un enfoque interdisciplinario, sobre la base de los principios de la agroecología.
- Fortalecer las capacidades de los talentos humanos internos y externos para mejorar la gestión institucional y de los actores relevantes del entorno.
- Fortalecer los vínculos con el sector agrario y otros sectores clave, para contribuir a la diseminación de los resultados de la ciencia y la innovación que potencien el desarrollo sostenible.
- Realizar asesorías energéticas en donde esten emplazados sistemas de riego estatales y privados del sector agrario.

El propósito planteado tributa a 17 de los 55 objetivos estratégicos del municipio, responde a varias líneas prioritarias para el desarrollo territorial de la provincia y el país, así como a la resolución 71/313 de la Asamblea General de la ONU, de julio del 2017, en relación a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Objetivos:

1. Desarrollar la producción de alimentos de ciclo corto, contribuyendo a la soberanía alimentaria saludable y ecológica de los pobladores del entorno.
2. Construir una finca escuela-productiva que sirva como medio de enseñanza de buenas prácticas agroecológicas sostenibles.

3. Implementar sistemas de riego eficientes y sostenibles, adecuados a cada tipo de cultivo.
4. Utilizar tecnologías para el uso eficiente de las fuentes renovables de energía.
5. Potenciar la crianza de cabras en tarima con base, permitiendo un adecuado manejo animal y depósito de residuales del organopónico.
6. Capacitar a los diferentes actores de las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) y a estudiantes de todas las enseñanzas del municipio Palmira, en temas relacionados con la agroecología, el medioambiente, las fuentes renovables de energía, la alimentación sana y la preservación del agua y los suelos.

II. Materiales y métodos

En la Figura 1 se presenta una vista panorámica del área tomada como polígono de enseñanza, mostrándose la ubicación de cada objeto de obra.



Fig. 1. Ubicación de los diferentes objetos de obra.

Tecnologías constructivas:

Organopónico

- **Cerca perimetral ecológica:** De 284 m de dimensión, construida con alambre y púas, revestida con plantas

de buganvilla (protege del vandalismo y embellece el entorno suburbano donde se encuentra).

- Canteros: Dimensiones de 30 m de largo por 1,20 de ancho, con separación de 50 cm entre canteros, y una entrada central de 4 m para permitir la circulación de vehículos pesados.
- Área semitapada: Área con malla sombra a 60 %, dimensiones de 30 m de largo por 6 de ancho, monofilamento de alta densidad y suspendida con horcones de madera entrelazados con alambazón, de 5 mm de diámetro a una altura de 2,5 m, lo que permite sembrar semilleros de hortalizas y vegetales en distintos meses del año.
- Sistema de riego: Con microaspersores o difusores de un radio de alcance de 0,6 m a una presión de (1÷2) bar, conectados en serie en cada cantero que estarán separados a 90 cm, cada cantero necesita 34 difusores, los que serán alimentados desde una manguera central de 3/4", la que puede estar sobre el cantero o levantada, en dependencia del tipo de cultivo sembrado, una válvula de paso 3/4" gobernará la irrigación de cada cantero. Una línea central con manguera de 63 mm alimenta todas las entradas de los canteros, 32 collarines con salidas de 19 mm (3/4"). La Figura 2 presenta un esquema de la instalación del sistema de riego en el organopónico.

Pozo artesiano

Con una dimensión de 6" de diámetro y 12 m de profundidad, estará colocado en el centro izquierdo del organopónico para facilitar la distribución del agua, disminuyendo las pérdidas sin entorpecer el tránsito.

Sistema fotovoltaico para el bombeo de agua

Los paneles fotovoltaicos estarán colocados sobre la construcción civil, de cubierta ligera de una sola agua, con una inclinación de 17°, orientados hacia el sur, en ubicación centrada y donde no se recibe sombra a ninguna hora del día. Dieciséis paneles de 280 Wp cada uno, para una potencia total instalada de 4,48 kWp, sobre un área de 10,4 m² de los 56 m² que tiene el techo.

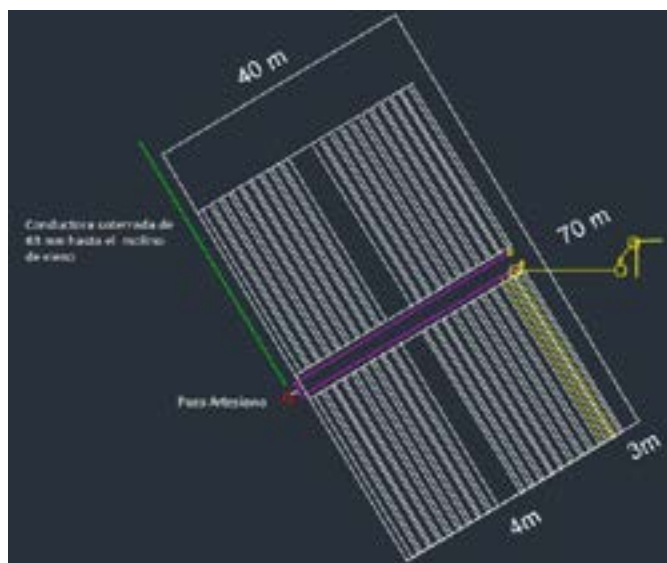


Fig. 2. Diseño del sistema de riego por microaspersores para el organopónico.

En el mercado existe una amplia gama de microaspersores y difusores, los utilizados en los organopónicos son de bajo flujo (20 ÷ 40 L/h). Para los cálculos de la bomba se utilizaron microaspersores de un flujo de 25,2 L/h, a una presión de 1 bar, resultado de las mediciones realizadas en el organopónico T-15, de referencia en la provincia.

Atendiendo a los requerimientos anteriores, calculando las pérdidas de presión en el sistema, teniendo en cuenta que el espejo de agua dinámico en el pozo está a una profundidad de 10 m y dividiendo el riego en dos secciones; la bomba sumergible para abastecer el organopónico debe operar con carga (H) 40 m y flujo (Q) de 14 m³/h, para realizar un riego promedio de tres horas por día, de acuerdo con la irradiación solar de la zona.

$$Q = (25,2 \text{ L/h} \times 34 \text{ microaspersores/cantero} \times 32 \text{ canteros}) / 2 \text{ áreas}$$

La bomba sumergible, Lorentz PS2-4000 C-SJ17-4 (Hmax-45m; Qmax-26 m³/h) con una potencia de 2,5 kW, cumple con los requerimientos de operación. Se observan las características de salida en la Figura 3.

Construcción civil de cubierta ligera

Cubierta de zinc y paredes de mampostería, de una sola agua, con inclinación de 17°, donde se ubicarán el aula docente rústica, sin paredes con jardinería alta alrededor; el área de lavado y selección de vegetales, expendedor, área inocua para la elaboración de quesos, almacén para los aperos de labranza y baño (Figura 4). Sobre el techo ligero se colocarán los paneles solares fotovoltaicos y el calentador de agua de 90 L.

Nave para la crianza de cabras en tarima

Se acondicionará una nave de 120 m², con tarimas, comederos, área de ordeño y la parte superior de la cerca que limitan los cuartos. Las tarimas serán de madera, con tablas de 10 cm separadas a 2 cm entre ellas y a una altura de 80 cm del piso de cemento, que actualmente tiene la nave, permitiendo la limpieza con los instrumentos apropiados.

Los bebederos de los cuartos son alimentados desde un tanque elevado de 2 000 L con flotantes para regular los niveles. El agua para la nave es suministrada desde un molino a viento y como respaldo actúa el bombeo fotovoltaico.

Nave para la crianza y ceba de cerdos

Es una construcción civil, fabricada hace 14 años, con condiciones para la crianza y ceba de 60 cerdos. La infraestructura incluye tanques para almacenamiento de comida líquida, fogón de leña eficiente y 0,45 ha para la siembra de comida animal (maíz y yuca).

Sistema de riego por goteo con molino a viento

- Sistema de riego: Área de 0,5 ha sembrada de plátanos. Las dimensiones son 125 m por 40, sembrados en disposición extradenso, dos surcos a 2 m y luego una calle de 3 m, en el narigón cada planta separada entre 1 y 1,25 m, una manguera de 12 mm, como lateral por cada surco, con goteros a 0,6 metros de distancia (goteros Dripnet PC 12 mm en hilera, de 1,6 L/h, 0,60 m) formando una franja húmeda (Carbonell, 2017).

- Una manguera maestra, de 63 mm y longitud de 125 m, alimenta a todos los laterales divididos en dos secciones de riego. Para los cálculos del sistema de riego, se analizaron las necesidades hídricas del plátano (Criollo, 2021) y las características del suelo.
- Molino a viento: A partir de los requerimientos del sistema de riego por goteo en 0,5 ha de plátano, se seleccionó el molino de viento modelo Brisas de la Marca Fiasa, con los datos técnicos siguientes: Rotor 10 pies, flujo 3 150 L/h a la velocidad del viento de 4,5 m/s y trabajando en promedio de 11 h al día; lo cual en periodo de sequía es plenamente factible (Figura 4) y dará un promedio de 10 L por día de agua para cada planta. El émbolo tiene un diámetro de 4" y la torre 10 m de altura.

La metodología empleada para los cálculos del sistema de riego por goteo, así como para la selección del molino de viento adecuado son contenidos a impartir en los cursos para los decisores del sector agropecuario.

Conductora soterrada

Cuenta con 150 m de longitud, manguera de polietileno, de 63 mm, soterrada a una profundidad de 60 cm entre el punto de abasto de agua y el sistema de riego del organopónico. El punto de abasto de agua del sistema de riego por goteo en el área de plátanos, permite complementar las dos fuentes renovables de energía, la solar y la eólica. De esta forma se atenúa en gran medida el efecto aleatorio que presentan cada una de ellas.

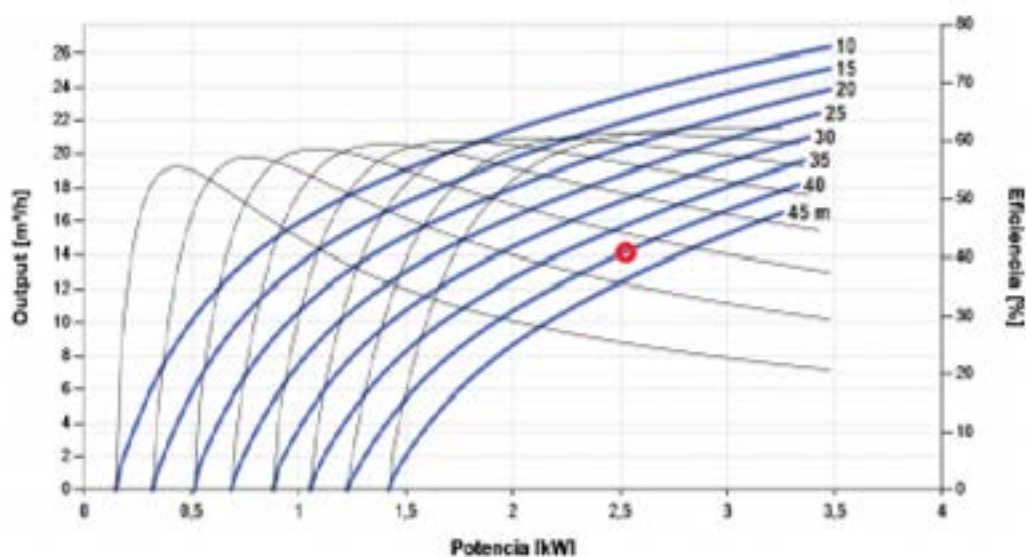


Fig. 3. Característica de salida Bomba sumergible Lorentz PS2-4000 C-SJ17-4 (Hmax-45m; Qmax-26 m³/h).

Fuente: Catálogo del fabricante Lorentz.



Fig. 4. Construcción civil multipropósito.

Biogás y tratamiento de residuales

El diseño del biogás es del tipo cúpula fija, con alimentación continua, donde el tanque de compensación descarga por rebozo en una fosa de sedimentación y esta a su vez, en un tanque para fertirriego. Con la nave de cabras a plena capacidad y la de cerdos al 33% se pueden generar 12 m³ por día de biogás.

III. Resultados y discusión

Entre los objetivos fundamentales del proyecto está fomentar una cultura de buenas prácticas agroecológicas sostenibles, fuentes renovables de energía, eficiencia energética y uso racional del agua, por lo tanto, es de suma importancia que toda el agua del riego esté sobre canteros sembrados, cero salideros y que los microaspersores tengan un radio de alcance 0,6 m para cubrir el ancho exacto del cantero (1,2 m). Puede ser un difusor de franja, que transversalmente cubra 1,2 m y longitudinalmente varios metros, en tal caso, cada cantero llevaría menos difusores o microaspersores.

El sistema de riego por goteo, empleado en el área con siembra de plátano extradenso, es alimentado con energía eólica a través de un molino de viento multipala y cuenta con un reservorio de 2 000 L a una altura de 9 m, para garantizar el suministro de los laterales de 40 m de longitud.

Está en proyecto construir una nave de madera, sin paredes y con cubierta de guano, para la producción de humus de lombriz y compost, con el objetivo de aportar bioabono para el organopónico.

IV. Conclusiones

Los seis objetos de obras son viables ecológicamente por no generar emisiones a la atmósfera ni verter residuales, la propuesta es encadenar todos los residuales de tal forma que cierren un ciclo (Figura 5).

A pesar de ser la inversión, que concierne a la parte educativa, considerable y sin entrada financiera, los demás objetos de obra compensan económicamente el proyecto (Figura 6), comportándose el periodo de amortización como muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Periodo de amortización

Objetos de obra	Periodo de recuperación (meses)	TIR (%)
Organopónico	41	20
Plátano con riego por goteo con molino de viento	25	27
Crianza de cabras en tarima	62	12
Crianza y ceba de cerdos	39	22
Biogás	25	39
Total del proyecto	41	21

Se dejan de emitir a la atmósfera 8,18 t al año de CO₂, al ahorrar 4 895 kWh al año de energía eléctrica a partir de la sustitución de un sistema ineficiente de irrigación por aniego a través de bombeo SFV, y por la cocción con biogás en tres viviendas.

Se producirán 12 480 kg de hortalizas y vegetales frescos de primera calidad.

A partir del tercer año de explotación, la nave con cabras en tarima producirá anualmente 7 300 L de leche, 365 kg de queso y 1 000 kg de carne ovina.

En el área de riego por goteo, considerando modestos rendimientos, se obtendrán anualmente 12,9 t de plátano vianda, 13,5 t de plátano fruta y 17,2 t de plátano burro.

Con la excreta de 100 cabras y 20 cerdos, se producen 12 m³ por día y 51 100 kg al año de abono orgánico.

Con el proyecto se generan seis nuevos puestos de trabajo bien remunerados, dos mujeres, dos jóvenes y dos jubilados reconstruados con experiencia en la agricultura.

Las actividades educativas para afiliados de las CCS y estudiantes de los diferentes niveles de enseñanza del municipio, fomentarán una cultura sobre tecnologías para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, uso eficiente del agua, eficiencia energética, buenas prácticas agroecológicas sostenibles y educación nutricional.

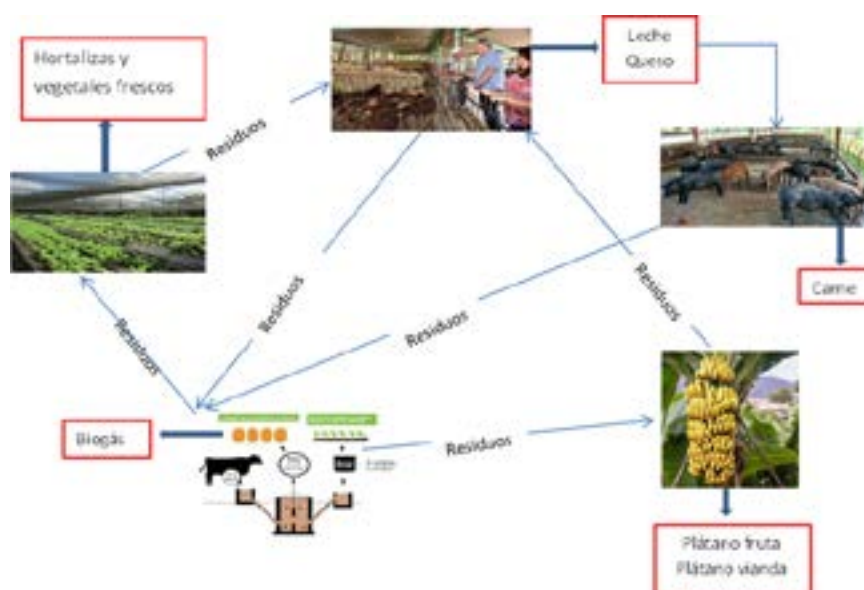


Fig. 5. Economía circular. Aprovechamiento de 100 % de los residuos.

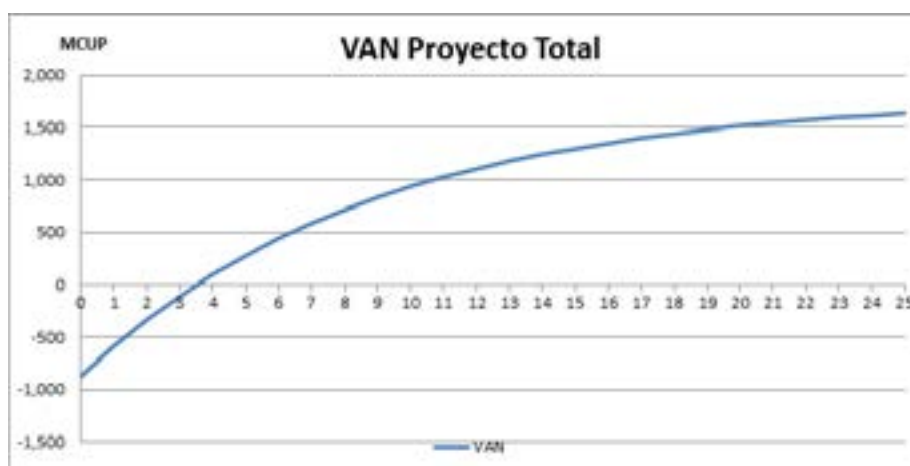


Fig. 6. Comportamiento del VAN en el proyecto.

V. Referencias bibliográficas

- Barbero, A. J., (2012). Energía Eólica-UCLM. https://previa.uclm.es/profesorado/ajbarbero/FAA/EEOLICA_Febrero2012_Gg.pdf (no existe el link)
- Carbonell Saavedra, E. (2017). *Evaluación del sistema de riego por goteo en tomate (Solanum lycopersicum L.) en casas de cultivos*. [Tesis de Doctorado, Universidad Universidad Central de Las Villas]. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Villa Clara.
- HF Altos caudales. *Electrobombas centrífugas* [Manual] (consultado: 12 de marzo de 2021). http://www.pedrollo.com/public/allegati/HF%20Medie%20oportate_ES_60Hz.pdf
- Cengel, C., y Mecánica, D. (2006). *Mecánica de Fluidos fundamentos y aplicaciones*. (Fuente)
- Crespo, C. M. (2002). *Mecánica de los fluidos*. Universidad Politécnica de Madrid, Servicio de Publicaciones.
- Criollo Tupiza, L. F. (2021). *Diseño del sistema de riego por aspersión y sistema de drenaje de la cancha principal de la Liga Parroquial Zámbez, cantón Quito, provincia de Pichincha* [Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, Universidad Central de Ecuador]. Repositorio Institucional – Universidad Central de Ecuador, Quito.
- De las Heras, S. (2019). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politécnica. (Fuente)
- Escuela de Posgrado - Universidad Nacional Agraria La Molina (Epg-UNALM) (2009). *Mecanismos para el aprovechamiento eólico: las máquinas eólicas*. <https://www.monografias.com/trabajos-pdf2/mecanismos-aprovechamiento-eolico-maquinas/mecanismos-aprovechamiento-eolico-maquinas2.shtml>
- Gálvez Román, R. (2005). *Diseño y cálculo preliminar de la torre de un aerogenerador* [Tesis de pregrado, Universidad Carlos III de Madrid]. <https://docplayer.es/17943741-Diseno-y-calculo-preliminar-de-la-torre-de-un-aerogenerador.html>
- García Marín, E. (2019). Tema 01 Energías Renovables. En: Studocu. <https://www.studocu.com/es/document/universitat-de-valencia/gestion-energetica-energias-renovables/apuntes/tema-01-energias-renovables/2444836/view>
- Lodoño, A. (2019). *Diseño de un sistema de riego en la granja Tarapacá ubicada en la ciudad de Santiago de Cali* [Tesis de di-
- ploma, Universidad Autónoma de Occidente]. Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali.
- Mendoza Balderrama, J. C., y Bermúdez Valdez, J. M. (2015). *Diseño, implementación y evaluación de un sistema de riego por microaspersión en café (Coffea Arábica L.) en la ESPAM MFL* [Tesis de pregrado, ESPAM]. ESPAM, Manabí.
- Mendoza Vera, M. I., y Rodríguez Zambrano, W. (2012). *Evaluación post-implementación de un sistema de riego por aspersión en el cultivo de cacao (theobroma cacao L.) en la ESPAM-MFL* [Tesis de pregrado, ESPAM]. ESPAM, Manabí.
- Modon, A. (2017). *Teoría de mecánica de los fluidos apuntes*. Universidad Nacional de Cuyo. <http://ingenieria.uncuyo.edu.ar/catedras/apuntes-teoricos-de-mecanica-delos-fluidos-rev9-doc-prot.pdf>.
- Tarjuelo J. M. (2002). *Agronomía del riego. La aplicación del agua con el riego y su evaluación*. Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria. Universidad de Castilla – La Mancha. Ediciones Mundi – Prensa, Madrid, España.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Enrique Arturo Padrón Padrón, conceptualización, curación de datos, investigación y supervisión; Gustavo Crespo Sánchez, análisis formal, supervisión y redacción-borrador original; Julio Rafael Gómez Sarduy, curación de datos, análisis formal e investigación; y Roy Reyes Calvo, redacción-revisión, edición. .

Recibido: 1 de agosto de 2022

Aceptado: 25 de agosto de 2022

TURISMO AGROECOLÓGICO EN CUBA PARA EL FORTALECIMIENTO DE SISTEMAS ALIMENTARIOS LOCALES Y SOSTENIBLES

Por Dra. C. Leidy Casimiro Rodríguez*

*Universidad de Sancti Spíritus, Sancti Spíritus, Cuba.
<https://orcid.org/0000-0002-0530-3786>
E-mail: leidy7580@gmail.com

Resumen

El estudio propone una iniciativa de turismo agroecológico en Cuba y el fortalecimiento de esta cultura a través de la construcción de conocimientos y valores éticos, normas de relación entre los seres humanos y la naturaleza, desde la transición agroecológica, y una red articulada en fincas familiares y comunidades rurales. Se exponen además, un diagnóstico sobre los sistemas alimentarios, los posibles impactos en la oferta de turismo y nuevos productos en el mercado local que dependen de recursos endógenos, la necesidad de introducir alternativas creativas como el turismo agroecológico, elevar los índices de eficiencia, mejorar la calidad de vida de los beneficiarios directos e indirectos (incluye a turistas) y contextualizar prácticas para el mejoramiento del medioambiente. La investigación es coherente con las políticas de agroecología y turismo rural que se desarrollan en el Minag y el Mintur. De igual forma, planifica incorporar acciones colectivas para brindar experiencias vivenciales que posibiliten, por una parte, la creación de oportunidades e incentivos para la incorporación de jóvenes y familias campesinas al campo, en modos de vida sostenible, y por otra, brindar al turista el disfrute de bienes culturales y socioproductivos, desde el fomento al respeto de la diversidad ecológica y cultural de los territorios.

Palabras clave: turismo agroecológico, agroecología, turismo rural, fincas familiares, comunidades rurales.

AGROECOLOGICAL TOURISM IN CUBA TO STRENGTHEN LOCAL AND SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS

Abstract

The study proposes an agroecological tourism initiative in Cuba and the strengthening of this culture through the construction of knowledge and ethical values, norms of relationship between human beings and nature, from the agroecological transition, and an articulated network in family farms and rural communities. It also presents a diagnosis of the food systems, the possible impacts on the supply of tourism and new products in the local market that depend on endogenous resources, the need to introduce creative alternatives such as agroecological tourism, raise efficiency indexes, improve the quality of life of direct and indirect beneficiaries (including tourists) and contextualize practices for environmental improvement. The research is consistent with the agroecology and rural tourism policies developed by Minag and Mintur. Likewise, it plans to incorporate collective actions to provide experiential experiences that make it possible, on the one hand, to create opportunities and

incentives for the incorporation of young people and rural families to the countryside, in sustainable ways of life, and on the other hand, to provide tourists with the enjoyment of cultural and socio-productive goods, while promoting respect for the ecological and cultural diversity of the territories.

Keywords: *agroecological tourism, agroecology, rural tourism, family farms, rural communities.*

I. Introducción

El problema bioclimático global y los impactos asociados a la pandemia de Covid-19, ratifican la urgencia de un cambio sistémico y multinivel hacia modos de vida sostenibles y resilientes para abordar estas crisis multidimensionales desde la transición hacia sistemas alimentarios locales con enfoque agroecológico (FAO, 2020).

Cuba, como isla del Caribe, está amenazada constantemente por el cambio climático y fuertes eventos meteorológicos. En los últimos 15 años, Cuba perdió casi 30 mil millones de dólares como consecuencia de los impactos de huracanes y sequías; especialmente en el sector agroalimentario.

La agricultura cubana también es afectada por malas prácticas en este sector, provocando la desactivación de espacios agrícolas (alrededor de medio millón de tierras estatales declaradas ociosas), la degradación de más de 76 % de las tierras, una alta dependencia de insumos externos y una producción que apenas supe 40 % del consumo nacional (Casimiro Rodríguez y Casimiro, 2018; IPCC, 2020; García *et al.*, 2014; Martín, 2019; Minag, 2020; Minag, 2019).

Las importaciones de alimentos, dedicadas fundamentalmente al consumo de la población, ascienden cada año a más de 2 mil millones de dólares, situación alarmante que puede significar una mayor inversión en importaciones, si se tiene en cuenta el incremento del índice de precios de los alimentos que en el mes de octubre alcanzó su nivel más alto desde julio de 2011 (ONU, 2021).

Además, se estima que en el país, alrededor de 30% de los alimentos que se producen son desperdiciados debido a mecanismos ineficientes de almacenamiento, distribución y comercialización, lo que supone malgasto de recursos como agua, energía, suelo, semillas y otros insumos utilizados en la producción.

La migración es otro aspecto relevante, pues afecta fundamentalmente a las zonas rurales que cada vez cuentan con menos potencial para las labores agrícolas, lo que influye en la pérdida de oficios y cultura campesina. Según datos oficiales, solo 22,8 % de la población cubana es rural, menos de 3 % son jóvenes campesinos (entre 15 y 24 años de edad); de la población rural activa, son mujeres 25 %, lo que demuestra el poco incentivo para trabajar y vivir en el campo (Minag, 2020).

En este sentido, los aportes de las mujeres han sido históricamente invisibilizados por el modelo agroalimentario y la masculinización de la agricultura cubana, que subvalora y margina el trabajo reproductivo y sobrevalora el trabajo productivo, atribuido principalmente a los hombres. En el caso del trabajo productivo de las mujeres rurales, que alternan con el doméstico, en muchos contextos se desestima y hace que su contribución económica sea relegada (Casimiro Rodríguez, 2021).

El Plan de Seguridad, Soberanía y Educación Nutricional en Cuba declara que los estereotipos de género reproducen la tradicional división sexual del trabajo, limitan el empoderamiento de las mujeres en la producción de alimentos y provocan el desperdicio del potencial de su aporte económico-productivo. La estrategia de género del Sistema de la Agricultura indica que los sectores agropecuario, tabacalero y forestal son mayoritariamente masculinos, tanto por el predominio de hombres, como por la cultura machista que les caracteriza (SAN, 2020).

Todo ello, unido a los efectos del cambio climático, la recesión económica por la pandemia y el recrudecimiento del bloqueo, exige soluciones rápidas y eficientes, entre las cuales puede favorecer el desarrollo del turismo agroecológico, como actividad complementaria que incentive a nuevas familias y comunidades al quehacer rural y a la producción de alimentos con valor agregado, integrada a sistemas alimentarios locales, sostenibles y resilientes.

Esta modalidad de turismo no existe en el país, se centra principalmente en turismo de naturaleza, sol y playa, de ciudad y vida nocturna e histórico y cultural, sin una articulación directa con los sistemas alimentarios locales (SAL) y dependiendo de un importante volumen de importaciones para las ofertas alimentarias a los turistas.

Por tanto, se desaprovechan iniciativas de integración con el entorno rural y comunitario, que desde el enfoque agroecológico podrían promover alternativas viables para la mejora de la calidad de vida en la agricultura familiar y el desarrollo de prácticas sostenibles.

El turismo, más allá de obtener beneficios a través del entorno natural, que muchas veces provoca comportamientos poco sensibilizados con el medioambiente, debe incorporar acciones colectivas para brindar experiencias vivenciales que posibiliten, por una parte, la creación de oportunidades e incentivos para la incorporación de jóvenes y familias campesinas al campo en modos de vida sostenible, y por otra, brindar al turista el disfrute de bienes culturales y socioproductivos, desde el fomento al respeto de la diversidad ecológica y cultural de los territorios.

El sector turístico, a nivel internacional y en Cuba, ha sido uno de los más afectados por la pandemia, sin embargo, según Zurab Pololikashvili, secretario general de la Organización Mundial del Turismo, «esta crisis nos da la oportunidad de replantearnos cómo ha de ser el sector turístico y su aportación a las personas y al planeta; la oportunidad de que, al reconstruirlo, el sector sea mejor, mas sostenible, inclusivo y resiliente, y que los beneficios del turismo se repartan extensamente y de manera justa».

El sector turístico cubano es uno de los sectores identificados dentro del eje estratégico *Transformación Productiva e Inserción internacional*, que tiene como objetivos generales: lograr un alto y sostenido crecimiento de la economía que

asegure el desarrollo; fomentar una estructura productiva diversificada, eficiente, eficaz y sostenible; impulsar la participación dinámica, eficiente y diversificada en los mercados internacionales; lograr una mayor integración, entre los actores económicos del país, que dé respuesta oportuna a las demandas del mercado interno, tanto del sector productivo como de la población, y generar empleos suficientes y productivos. Su objetivo específico número ocho indica fortalecer la competitividad, diversificación y sostenibilidad del sector del turismo con el propósito de incrementar los ingresos por exportaciones de servicios, su capacidad de crear fuentes de empleo, promover la cultura nacional e incrementar su encadenamiento con los mercados internos y producciones nacionales.

Como parte del Programa Nacional de Desarrollo Económico y Social 2030 (PNDES), se ha considerado conveniente la diversificación del producto turístico. La promoción del turismo agroecológico debe ser una de ellas. La práctica de esta modalidad ha estado presente en el país en diversos territorios, en general de forma empírica y sin una formalización oficial y coherente con las prácticas desarrolladas.

En este sentido, es favorable que dentro de las sesenta y tres nuevas medidas para potenciar la producción de alimentos en Cuba esté «desarrollar en las empresas estatales, cooperativas y productores agropecuarios, el diseño y gestión de productos de turismo de naturaleza y rural, en áreas agropecuarias y forestales, bajo modalidad de proyectos de desarrollo local que se autofinancien, aporten a los presupuestos locales, contribuyan a la conservación del medioambiente y al incremento y diversificación de producciones agropecuarias».

En marzo de 2021, se presentó al grupo de trabajo para el impulso a la ciencia y la innovación la Política pública de agroecología para Cuba, que refleja la necesidad de estimular el turismo agroecológico como vía para diversificar los ingresos en el entorno rural, como actividad complementaria, y para difundir las buenas prácticas en el desarrollo de una agricultura sostenible.

La Política define al turismo agroecológico como «una forma de turismo alternativo cuya esencia se aprecia en el conjunto de actividades organizadas por familias campesinas y su comunidad, como actividad complementaria a la producción de alimentos. La familia y su comunidad son las organizadoras y vinculan a los turistas en su propio quehacer agroecológico, en diferentes actividades y en el valor de prácticas culturales, reconociendo cada actividad económica y cultural como parte de la forma de vida de la comunidad y finca campesina. Estrategia que permite obtener nuevos ingresos, mayores oportunidades de empleo, preservar y valorizar tradiciones y a la vez sensibilizar a los visitantes con los valores relacionados con la agroecología, que se convierten en elementos patrimoniales de interés turístico».

II. Estrategias territoriales para la promoción del turismo agroecológico

La acción en los territorios considera fortalecer la sinergia entre actores locales y gobiernos municipales, en tanto los municipios se han posicionado como un actor decisivo en los esfuerzos en pos del desarrollo del país. Al respecto, la Política para Impulsar el Desarrollo Territorial incentiva «el desarrollo de los territorios a partir de la estrategia del país,

de modo que se fortalezcan los municipios como instancia fundamental, con la autonomía necesaria, sustentable, con una sólida base económico-productiva, y se reduzcan las principales desproporciones entre estos, aprovechando sus potencialidades» lo cual se encuentra correspondencia con el artículo 168 de la Constitución, que reconoce al municipio como «la unidad política-administrativa primaria y fundamental de la organización nacional».

Se entiende que esta acción puede influenciar la participación de mujeres y jóvenes en el sector agropecuario, contribuyendo a la transformación de patrones socioculturales y sexistas que persisten en la sociedad cubana, disminuyendo inequidades (tanto en el acceso a recursos y oportunidades, como en la distribución de los cuidados) y facilitando el empoderamiento de las mujeres, su aporte al desarrollo económico-productivo y resiliencia de las comunidades. De igual forma, permitirá elevar la escasa atracción que ejerce la agricultura sobre los jóvenes, convirtiéndola en una oportunidad de trabajo preferente que les permita mejorar sus condiciones de vida.

La acción se centra en el abordaje territorial del turismo. Contribuirá a la diversificación del producto turístico nacional y local, así como a la implementación del Plan de Soberanía y Seguridad Alimentaria (Plan SAN), del Plan Tarea Vida (estrategias 3 y 4) a nivel local y la transformación de los sistemas alimentarios locales sobre bases agroecológicas. Su vínculo con el Plan SAN permitirá generar una oferta de alimentos autóctonos, sanos, inocuos y con identidad; la protección del medioambiente y la resiliencia como condición *sine qua non* para la sostenibilidad del turismo agroecológico; el fortalecimiento de los mercados locales, del sector no estatal y de la intercooperación en el marco de las cadenas logísticas; la participación de mujeres y jóvenes como actores claves en la transformación y desarrollo del turismo local; la creación de empleos atractivos y verdes, así como el empoderamiento de las comunidades sobre la base de principios éticos en el cuidado de la naturaleza y las personas.

Avanzar en esta dirección requiere, por una parte, mayores competencias y autonomía local para el desempeño de funciones administrativas, financieras y gubernamentales, y por otra, un cambio de paradigmas, de formas de trabajo, relacionamiento y acción por parte de las instituciones de gobierno, actores locales y población que permitan sortear, de manera integradora, los desafíos que plantea la evolución del sector turístico postpandemia, la problemática alimentaria, el desarrollo territorial sostenible y resiliente a las actuales crisis multidimensionales.

Objetivos

Objetivo general: Contribuir a la transformación hacia sistemas alimentarios locales sostenibles y resilientes con enfoque agroecológico.

Objetivo específico: Implementar iniciativas de turismo agroecológico como actividad complementaria que contribuyan al desarrollo de sistemas alimentarios locales, sostenibles y resilientes.

Resultados esperados

Resultado 1: Sistematizado y consolidado un modelo de gestión de productores pioneros del turismo agroecológico en 20 fincas.

Resultado 2: Creada una red local y nacional de turismo agroecológico con una cifra mínima que oscile entre 80 y 100 fincas familiares.

Resultado 3: Reconocido y fomentado el turismo agroecológico, a nivel nacional y regional, desde la comunicación y el intercambio Sur-Sur.

Estrategias

De forma general, se tienen presentes los elementos siguientes:

- Integrar iniciativas de turismo agroecológico en una red local y nacional que fomente la transición de los sistemas alimentarios locales sobre bases agroecológicas, de economía circular, kilómetro cero, construcción de la felicidad de comunidades rurales y la sostenibilidad de sus modos de vida.
- Aprovechar la oportunidad de créditos verdes para potenciar iniciativas privadas que contribuyan a fortalecer la red nacional de turismo agroecológico.
- Proponer la manera en la que se promoverá el producto turístico agroecológico y cómo se realizará su tutorización, cuál de las agencias existentes, o creada para tal efecto, se encargará de articular la red y la manera en que se insertará este nuevo producto en el mercado turístico nacional e internacional.
- Se intencionará la participación de jóvenes y familias campesinas (potenciales o en potencia) en tierras en propiedad y bajo la modalidad de usufructo.
- Se facilitará la participación comunitaria para enriquecer su capacidad de emprender la actividad de turismo agroecológico. La comunidad debe ser capaz de organizarse y empoderarse para controlar y administrar la actividad turística en su territorio.
- El liderazgo comunitario es clave para el desarrollo de una propuesta de turismo agroecológico. El enfoque se basa en la articulación de líderes en la comunidad que sean capaces de movilizar y generar propuestas para su desarrollo y contribución al fomento de SAL sostenibles y resilientes.
- Promover un mayor desarrollo de las TIC en las regiones, zonas y comunidades con potencialidades para liderar esta modalidad turística. La conectividad es un pilar para el desarrollo de la modalidad.
- Generar en los municipios seleccionados, alianzas público-privado de gestión que aceleren el desarrollo local sostenible con enfoque de género y de generación.
- Conectar con la ciencia e innovación a través de convenios con universidades, institutos, asociaciones, que permitan aprender, experimentar e innovar.
- Promover la posibilidad de inversión nacional e internacional en las regiones, zonas y comunidades rurales para una mayor potenciación de esta modalidad de turismo.
- Contemplar en la estrategia de implementación y comunicación la promoción en el territorio nacional e internacional del trabajo y los resultados de esta modalidad para ir creando una cultura nacional sobre el turismo agroecológico y lo estratégico de su inserción en otras modalidades turísticas.

Vinculadas al Resultado 1

A partir de las experiencias en fincas exitosas y emblemáticas de la agroecología (identificadas en el Concurso de agroecología lanzado por la FAO en 2019) y otras reconocidas por actores municipales y proyectos de colaboración, seleccionar las de mayor potencial en turismo agroecológico para posicionarlas a nivel local y nacional, a partir de lo cual se realizará:

- 1.1 La identificación, selección y sistematización de las experiencias pioneras, así como recomendación de estas fincas a decisores y actores locales.
- 1.2 La consolidación de las experiencias a partir de un plan de desarrollo que permita capacitar y conectar actores, desarrollar una nueva actividad o escalar una existente y crear empleos, incluyendo empleos verdes, en particular para mujeres y jóvenes. El plan de desarrollo de la finca en turismo agroecológico incluye factibilidad económica y perfeccionamiento del modelo de gestión (mencionado anteriormente como parte del primer resultado esperado).
- 1.3 La movilización de los actores y gobiernos locales, a partir de las experiencias de agroecología en las fincas, para desarrollar la política de agroecología en los territorios (desde la política nacional) enfatizando en el turismo agroecológico.

Vinculadas al Resultado 2

Se escalará el modelo de gestión de las fincas sobre la base de principios éticos y de diseño comunes. Al concluir el proyecto, cada municipio seleccionado contará con cuatro o más experiencias (que se conectarán con una plataforma digital) y acciones de intercambios en la red nacional de turismo agroecológico. A partir de lo cual se realizará:

- 2.1 Asesoría técnica y metodológica como componente del turismo agroecológico en la elaboración e implementación de la Estrategia Municipal de Desarrollo Local (EMDL).
- 2.2 Creación de espacios específicos para el empoderamiento de mujeres y jóvenes, en vínculo con la componente de turismo agroecológico de la EMDL.
- 2.3 Elaboración e implementación de un programa de capacitación para las personas que participan.
- 2.4 Adquisición de equipamientos, insumos, materiales para fortalecer las fincas y su entorno (entidades estatales o privadas con las cuales se relacionan) en agroecología y turismo sostenible local.
- 2.5 Elaboración e implementación de un programa de capacitación de los futuros productores y emprendedores, con énfasis en mujeres y jóvenes.
- 2.6 Acompañamiento técnico y legal.
- 2.7 Conexión de experiencias a través de los servicios que ofrece la plataforma digital.

Vinculadas al Resultado 3

Difusión y comprensión del nuevo modelo de gestión para el turismo agroecológico con participación de los Centros Universitarios Municipales (CUM), el Ministerio de Turismo (Mintur), la Federación de Mujeres Cubanas (FMC) y otras organizaciones de masa.

Sistematizar las buenas prácticas del proyecto que contribuyan a difundir y fomentar el turismo agroecológico como alternativa que favorece la transformación de los SAL hacia sistemas sostenibles y resilientes.

3.3 Organizar pasantías e intercambios de experiencias sobre turismo agroecológico y desarrollo local entre fincas, comunidades y actores de la región.

3.4 Organizar un encuentro internacional.

III. Conclusiones

La acción estratégica en los territorios plantea aprovechar las experiencias más relevantes y exitosas, fomentando la institucionalización de esta modalidad y haciendo extensible dichas prácticas hacia otros actores en alianza con los gobiernos municipales. Lo anterior puede favorecer que el turismo agroecológico sea uno de los ejes estratégicos de desarrollo municipal y contribuya positivamente a la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas alimentarios locales.

El proyecto pretende fomentar el turismo agroecológico en Cuba, de proximidad, restableciendo o reforzando el vínculo rural-urbano, respetuoso de la naturaleza y rescatando la gastronomía y cultura rural cubana, ofreciendo incentivos para la incorporación de jóvenes, la recampesinización de tierras ociosas, las entradas en divisas y el fortalecimiento de sistemas alimentarios locales y sostenibles con enfoque de género y generacional.

Además, responde a la exigencia, cada vez mayor, del mercado del turismo que aspira a servicios de alta calidad, en particular en el rubro alimentario (alimentos orgánicos y agroecológicos, gastronomía saludable y auténtica), con gran diversidad y trazabilidad, curiosidad y atracción por los alimentos que tienen una historia, una identidad cultural, un valor medioambiental y para la salud.

IV. Referencias bibliográficas

- Casimiro Rodríguez, L. (2016). *Bases metodológicas para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba* [Tesis de Doctorado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional – Universidad de Antioquia.
- Casimiro Rodríguez, L. y Casimiro, J. A. (2018). *How to make prosperous and sustainable family farming in Cuba a reality*. Elementa: Science of the Anthropocene, 6: 77. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.324>
- Casimiro Rodríguez, L. (14 de septiembre de 2021). *Transición agroecológica, una oportunidad para las mujeres cubanas*. IPS Inter Press Service en Cuba. <https://www.ipscuba.net/genero/transicion-agroecologica-una-oportunidad-para-las-mujeres-cubanas/>

García, A., Nova A. y Cruz B. A. (2014). Despegue del sector agropecuario: condición necesaria para el desarrollo de la economía cubana. En CEEC (Ed.), *Economía Cubana: transformaciones y desafíos* (pp. 197-260). Ciencias Sociales.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2020). *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Summary for policymakers*. <https://www.ipcc.ch/srccl/>

Martín, G. J. (12-13 de marzo de 2019). *EEPFH Institución que promueve los Sistemas Agroenergéticos Sustentables y Resilientes para contribuir al desarrollo territorial*. X Taller de Desarrollo Local. Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (2019). *Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social al 2030. Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos. Eje estratégico: Recursos naturales y medioambiente*. <https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/2.1plan-nacional-2030-citma.pdf>

Ministerio de la Agricultura (Minag) (2020). *Balance de Uso y Tenencia de la tierra, 2018-2019*. Dirección de Organización, Planificación e Información del Minag. 27pp.

Ministerio de la Agricultura (Minag) (2019). *Información del Ministerio de la Agricultura a los participantes en el Seminario Internacional Sostenibilidad de los Sistemas Agroalimentarios Locales*. Dirección de Organización, Planificación e Información del Minag.

Organización de las Naciones Unidas (ONU) (4 de noviembre de 2021). *El precio de los alimentos sube a niveles no vistos desde hace una década*. En: Asuntos económicos, Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2021/11/1499522>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2017). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Aprovechar los sistemas alimentarios para lograr una transformación rural inclusiva*. <https://www.fao.org/3/I7658S/I7658S.pdf>

Plan Nacional de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional [Plan SAN] (2020). 22 de julio de 2020 (Cuba).

Conflicto de intereses: La autora declara que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Investigación, conceptualización, metodología, supervisión, redacción-borrador original, redacción-revisión.

Recibido: 1 de agosto de 2022

Aceptado: 25 de agosto de 2022

DISEÑO METODOLÓGICO PARA LA CATEGORIZACIÓN DE PATIOS SLOW CUBANOS CON ENFOQUE AGROECOLÓGICO

Por M. Sc. **Madelaine Vázquez Gálvez***, Dra. C. **Geraldine Ezquerra Quintana****,
Dra. C. **Leidy Casimiro Rodríguez*****, M. Sc. **Nilia Ana Dalmendray Gómez******,
Ing. **Aurelia Castellanos Quintero******* y Est. **Vida Estefany Peña Quintana*******

* Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental,
Cubasolar, La Habana, Cuba.

E-mail: madelaine@cubasolar.cu

<https://orcid.org/0000-0002-9267-3514>

** Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.

E-mail: geraldineezquerra@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9329-1892>

*** Universidad de Sancti Spíritus. Sancti Spíritus, Cuba.

E-mail: leidy7580@gmail.com

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

**** Ministerio de la Industria Alimentaria, La Habana, Cuba.

E-mail: ndalmendray@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4641-1676>

***** Asociación Cubana de Producción Animal (Acpa), Filial La Habana, La Habana, Cuba

E-mail: aurelia.cuba.2015@gmail.com

***** Estudiante de 3.er año de Licenciatura en Ciencias Alimentarias, Universidad de La Habana,
La Habana, Cuba.

E-mail: vidaestefanipeña7@gmail.com

Resumen

El trabajo expone los basamentos para la concepción y aplicación de la metodología de nominación de *Patios Slow* en Cuba, a partir de la evaluación de diferentes indicadores de diseño y manejo. Los patios familiares en el país han configurado una red de espacios productivos que se caracterizan por el autoabastecimiento, el mercado local y la integración comunitaria. Sus basamentos metodológicos se han inspirado en la experiencias sobre la nominación de Fincas Slow, el proyecto de Oxfam «Producciones agroecológicas y educación nutricional en comunidades habaneras ante impactos de la Covid-19», la red de Huertos de Slow Food Internacional y su documento «Un llamado para la Acción colectiva», así como en la metodología de categorización participativa aplicada por la Slow Food Coffee Coalition al café orgánico del oriente cubano.

El trabajo está liderado por el Movimiento de Alimentación Sostenible (MAS), grupo de trabajo de la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía (Cubasolar) y Slow Food en Cuba. La propuesta metodológica se basa en la observancia y experiencia de expertos sobre la pertinencia de esta red, de carácter integral, que ha permitido la determinación de 35 indicadores agrupados en tres ejes generales y un eje de carácter opcional, con la identificación de más de 50 espacios que pudieran convertirse en una red cuando se aplique la metodología, con incidencia local, nacional e internacional. Es un instrumento que contribuirá a categorizar, mejorar y replicar estos espacios para bien del país, el medioambiente, la familia y la comunidad.

Palabras clave: *metodología, patios, huertos, agroecología, comunidad y sostenibilidad..*

METHODOLOGICAL DESIGN FOR THE CATEGORISATION OF CUBAN SLOW PATIOS WITH AN AGRO-ECOLOGICAL APPROACH

Abstract

The paper presents the basis for the conception and application of the methodology for the nomination of Slow Patios in Cuba, based on the evaluation of different design and management indicators. Family courtyards in the country have formed a network of productive spaces characterised by self-sufficiency, local markets and community integration. Its methodological foundations have been inspired by the experiences of the Slow Farms nomination, the Oxfam project "Agroecological production and nutritional education in Havana communities in the face of the impacts of Covid-19", the Slow Food International network of gardens and its document "A Call for Collective Action", as well as the participatory categorisation methodology applied by the Slow Food Coffee Coalition to organic coffee in eastern Cuba. The work is led by the Sustainable Food Movement (MAS), a working group of the Cuban Society for the Promotion of Renewable Energy Sources (Cubasolar) and Slow Food in Cuba. The methodological proposal is based on the observation and experience of experts on the relevance of this comprehensive network, which has allowed the determination of 35 indicators grouped into three general axes and an optional axis, with the identification of more than 50 spaces that could become a network when the methodology is applied, with local, national and international impact. It is an instrument that will contribute to categorising, improving and replicating these spaces for the good of the country, the environment, the family and the community.

Keywords: *methodology, courtyards, gardens, agroecology, community and sustainability.*

I. Introducción

Cubasolar asume como uno de sus objetivos fundamentales coadyuvar en el establecimiento de nexos entre los conceptos de agua, alimentación y energía, mediante proyectos de sostenibilidad energética enfocados a la producción de alimentos. Es por ello que en su Junta Directiva Nacional, de noviembre de 2018, se aprueba el Movimiento de Alimentación Sostenible (MAS), como forma de viabilizar acciones relacionadas con la obtención de producciones alimentarias eficientes y de calidad, con las menores afectaciones al suelo y al medioambiente general. El MAS es un grupo de trabajo cuyos miembros promueven la integración de los procesos de producción y consumo de alimentos, considerando fundamentos como la agroecología y la permacultura, el uso de las fuentes renovables de energía (FRE) y la elaboración y conservación de alimentos, sobre bases culturales, socioeducativas y de la defensa del medioambiente para la consecución del desarrollo sostenible (Vázquez, 2019).

La desaparición del campo socialista condujo a reconsiderar el modelo agrícola cubano en tanto fuente de abasto de alimentos, sesgado además por los cánones de una agricultura altamente convencional. La implementación de programas nutricionales para la seguridad alimentaria, el desarrollo de la agricultura urbana y periurbana y la transición hacia una agricultura sostenible, con predominio de la innovación tecnológica y la sustitución de importaciones, fueron los ejes de las acciones que se desarrollaron en el período posterior a la desaparición del campo socialista.

Los basamentos de la agricultura urbana y periurbana, han definido que: «En la red de parcelas y patios familiares de la agricultura urbana se encuentra una parte importante del «genio» de la agricultura cubana, enriquecido por la participación de productores de alimentos de muy disímiles procedencias, ampliando a niveles importantes el nivel de cultura general de productores de la agricultura urbana» (Companioni, Rodríguez-Nodals y Sardiñas, 2018: 97).

Es por ello que desde hace más de treinta años, muchos integrantes del MAS han desarrollado acciones relacionadas con procesos de soberanía alimentaria y energética, desde diversos campos de actuación e instituciones, en aras de mostrar la rica diversidad alimentaria del país y las vías para lograr vías eficientes de producción y consumo de alimentos.

Desde su fundación, el MAS ha trabajado con estrechos vínculos con la fundación Slow Food Internacional (SFI), un movimiento fundado en 1989 con el fin de promover la diversidad ecológica y cultural de los territorios, el respeto por la calidad organoléptica, patrimonial y ecológica de los alimentos, y la justicia social, tanto desde el punto de vista del productor como del consumidor. Se contrapone al *fast food* (comida rápida) y a la homologación del gusto en la comida. Carlo Petrini, su Presidente de Honor, ha expresado: «El productivismo actual busca maximizar la eficiencia en animales y vegetales para maximizar el rendimiento. La comida hoy perdió su valor: es mercancía que atenta directamente contra la biodiversidad. Nuestro sistema alimentario es criminal porque destruye el medioambiente, la civilidad

campesina y la economía de los pequeños productores» (Petrini, 2014).

Slow Food representa en la actualidad un movimiento global que implica a miles de personas y proyectos en más de 160 países; participando en diferentes eventos, programas y acciones que reconocen las fuertes relaciones existentes entre los alimentos, el planeta, las personas, la política y la cultura.

En el Terra Madre 2018 de Slow Food Internacional se abordó la iniciativa de Fincas Slow, la que se ha extendido a diversos países de Latinoamérica y el Caribe. Desde Cuba se elaboró y aplicó una metodología de gran valor para la catalogación de estas fincas. En 2020 el Movimiento de Alimentación Sostenible (MAS) estuvo involucrado en el proyecto de «Producciones agroecológicas y educación nutricional en comunidades habaneras ante impactos de la Covid-19». Uno de los objetivos clave de ese proyecto fue el trabajo con la Red de patios solidarios de Los Pocitos, Marianao, el cual contribuyó a la creación de capacidades productivas de siete patios familiares-comunitarios y dos fincas familiares lideradas por mujeres, con base en la agroecología, la gestión sostenible del agua y la energía. El proyecto también potenció redes y ciclos cortos de comercialización, que tributaron al consumo local de alimentos sanos. El país dispone de miles de espacios con estas características, que mucho han aportado en el ámbito local.

Ese proyecto contó con la colaboración del Dr. C. Luis Vázquez, la Dra. C. Leidy Casimiro Rodríguez y la ingeniera Aurelia Castellanos Quintero, los cuales refirieron que: «El patio o huerto familiar es una pequeña superficie de terreno ubicada con cierta proximidad a la vivienda, que la familia utiliza de diferentes formas, entre ellas para mantener plantas y animales afectivos o acompañantes, que les ofrezcan placer al cuidarlos y observarlos; que les ofrezcan sombra, fresco y purifiquen el aire; también para cultivar plantas y criar animales como alimento, e incluso para compartir con familiares, amigos y vecinos, con fines de intercambio, donativos o comercialización» (Vázquez Moreno *et al.* 2021).

Estos autores identificaron las influencias externas e internas de estos espacios, así como sus actividades más recurrentes. Muchos de sus propietarios tienen experiencias anteriores sobre la agricultura o proceden de zonas rurales donde se trabaja la agricultura, la ganadería o la reforestería. Estas familias por lo general emplean el patio para su autoabastecimiento o con otros propósitos económicos. Con significativo énfasis desarrollaron el enfoque del Patio, como sistema socioecológico, la educación, la agroecología y el bienestar animal (Vázquez Moreno *et al.* 2021). Vale destacar la diferencia entre los conceptos de huertos urbanos orgánicos, que generalmente tienen un campo de mayor amplitud, referido a espacios de mayor acceso comunitario.

Por tanto, la investigación que sirvió de base a este artículo, tuvo como objetivo general diseñar una metodología para la catalogación de *Patios Slow* que, constituidos como red, tribute al consumo de alimentos sanos, a la soberanía alimentaria en el ámbito local y a la educación nutricional bajo los principios de Slow Food en cuanto a la producción y consumo de alimentos buenos, limpios y justos.

II. Materiales y métodos

En el contexto actual, un equipo de trabajo de MAS y Slow Food en Cuba ha identificado al Patio como un espacio productivo vital para el autoabastecimiento familiar y la soberanía alimentaria local. Por su conexión con SFI se le denomina Patio Slow. Los autores del trabajo asumen para la denominación de Patios Slow, lo referido por Vázquez Moreno y col., enfatizando en los espacios productivos que constituyen parte de la propiedad de la vivienda, cuyos propietarios son los principales actores de todo el proceso de autoabastecimiento e intercambios familiar y sociocomunitario, sobre la base del alimento bueno, limpio y justo. Con relación a la denominación general dada por SFI, constituyen un subsistema de la red de Huertos Slow. Vale destacar, que al momento de redacción de este artículo, se realizan coordinaciones con la red de Huertos de SFI, para su valoración dentro de esta red. El Huerto Slow presenta características comunes con esta propuesta e incluye huertos escolares, laborales y comunitarios, entre otros, con fines didácticos y de suministro sostenible de alimentos.

La metodología tiene como basamento los principios o valores, los requisitos y otros aspectos organizativos. Para la evaluación se diseñó una Hoja de Chequeo (Anexo 1) con tres dimensiones que contienen indicadores que calificarán al patio seleccionado. Estas tres dimensiones se inspiran en los tres pilares de Slow Food, expuestos en el documento «Un llamado para la acción colectiva», que son: Biodiversidad, Educación y Políticas Públicas; y se adecuan al escenario concreto. También se han previsto otros indicadores opcionales (SFI, 2020).

Paralelamente, se ha creado una comisión compuesta por siete expertos, los cuales definirán, en conjunto con las familias implicadas, las estrategias para la catalogación y desarrollo de los Patios Slow y realizarán las visitas de campo; también analizarán los resultados documentales para la certificación. Una vez realizado esto, se informará a Slow Food Internacional (SFI) sobre los resultados obtenidos, que coadyuvarán al incremento de la Red mundial de Huertos Slow.

En la metodología utilizada para la investigación, de tipo cualitativa, se tomó como punto de partida la experiencia profesional de las autoras. Tuvo como primera fase la revisión documental siguiendo los descriptores siguientes: agricultura urbana, patios y fincas familiares, agroecología y Slow Food.

La revisión documental fue seguida de la aplicación del análisis de contenido a los documentos siguientes:

- Metodología para la nominación de *Fincas Slow* en Cuba (Casimiro *et al.*, 2021).
- Hoja de chequeo de la Slow Food Coffee Coalition (SFCC, 2022).
- Un llamado para la Acción colectiva (SFI, 2020).
- Co-innovación agroecológica en red de patios y fincas familiares manejadas por mujeres (Vázquez Moreno *et al.* 2021).

También fue sometida a análisis de contenido la información referida al desempeño de los patios de referencia preliminarmente identificados, que son:

- Red de patios Los Pocitos, Marianao, La Habana.
- Red de patios de Vieja Linda, Arroyo Naranjo, La Habana.

- Patio El Triunfo, Regla, La Habana.
- Patio La Luz, Perico, Matanzas.
- Patio de la familia Rivero, La Lisa, La Habana.

Concluidas estas dos acciones, se procedió a la triangulación metodológica, la que permitió contrastar la información proveniente de la revisión documental y el análisis de contenido.

Para la definición de las dimensiones analizadas, se asumió lo siguiente (SFI, 2020):

1. Biodiversidad: Se refiere a la biodiversidad de plantas y animales y a la relación entre las personas y la naturaleza, así como a la salvaguarda de los conocimientos tradicionales que han dado lugar a miles de técnicas para transformar las materias primas en panes, quesos, embutidos, dulces, etc. Incluye la protección de la diversidad cultural y la defensa del patrimonio alimentarios y de los ecosistemas.
2. Educación: Se trata de un proceso de enseñanza-aprendizaje de carácter horizontal, en el que se promueven las mejores prácticas para la preservación de la salud humana y planetaria. Como herramienta transformadora debe ser capaz de propiciar cambios positivos en las personas, referidos a la producción y consumo de los alimentos, así como en la distribución, comercialización y gestión de los residuos.
3. Políticas públicas: Tiene como objetivo clave influir en las instituciones públicas y en el sector privado a todos los niveles para crear políticas y modelos que apoyen sistemas de producción justos y regenerativos, así como una gestión eficiente en la distribución, comercialización, consumo y gestión de la pérdida de alimentos. Ser defensores de la transición necesaria hacia políticas justas y sostenibles; y crear alianzas con otros que luchan por objetivos similares.

III. Resultados y discusión

Durante la investigación se pudo definir al Patio Slow, como «un espacio o parcela productiva, colindante con la vivienda familiar que sirve como soporte paisajístico, alimentario y de bienestar familiar y comunitario, con una extensión preferiblemente menor de una hectárea, en el que se practica la agroecología y (o) la permacultura». Por sus nexos con la filosofía de Slow Food Internacional pretende ser parte de la red global de Huertos Slow.

La propuesta metodológica se describe a partir de las tres dimensiones siguientes y una de carácter opcional, cada una con cuatro niveles de calificación (Anexo 2):

Biodiversidad

Indicadores:

1. Variedad de hortalizas
2. Frutales

3. Plantas aromáticas o condimentarias (ajo de montaña, cebollino, apio, perejil, jengibre...)
4. Plantas medicinales
5. 5. Plantas ornamentales
6. 6. Cría de animales (ganado menor, y gallináceas).
7. 7. Bienestar animal
8. 8. Aplicación de la Agroecología y (o) Permacultura
9. 9. Fertilización
10. Control de plagas y enfermedades
11. Aporte de las mujeres a la sociobiodiversidad
12. Estudio, conservación y manejo del suelo
13. Producción y conservación de semillas y pie de crías
14. 14. Reciclar, reutilizar y reducir

Educación

Indicadores:

1. Alimentación saludable
2. Conservación de alimentos a partir de los productos del Patio
3. Realización de actividades educativas propias del Patio
4. Acceso de los miembros del Patio a programas de formación e información en temas ambientales, productivos y de nutrición
5. Conexiones básicas entre los cultivos que se eligen y las necesidades nutricionales y prácticas dietéticas de la familia
6. Patrimonio gastronómico. Transmisión de tradiciones
7. Prevención y reducción de la pérdida y desperdicio de alimentos en todas las fases del ciclo productivo y de consumo
8. Planificación del cultivo de alimentos

Políticas públicas

Indicadores:

1. Intercambio solidario con la comunidad y otros objetos sociales
2. Precios justos
3. Relaciones con decisores y otros actores del territorio

Opcionales

Indicadores:

1. Aplicación de las energías renovables
2. Cultivo de plantas forrajeras
3. Comercialización
4. Ingresos familiares tras la adhesión a Red de Patios
5. Compartir medios de producción
6. Juventud (menores de 40 años de edad)
7. Organización de actividades culturales y recreativas
8. Planificación estratégica del Patio
9. Apicultura
10. Reducción y optimización del uso del agua

Sistema de evaluación

Se establecen cuatro categorías; el total se refiere a la media de la puntuación total dividida entre el número de indicadores.

	De 0 a 1: Insuficiente (no clasifica).
	De 1,1 a 2: Suficiente, pero justo (es necesaria una segunda visita).
	Del 2,1 al 3: Óptimo (nominación oficial).

Puntuación	
	Ningún caracol: Cero puntos.
	Un caracol: Un punto.
	Dos caracoles: Dos puntos.
	Tres caracoles: Tres puntos.

Requisitos de los Patios Slow

La categorización de Patios Slow en Cuba se aprobará para los que obtengan una puntuación entre 2,1 a 3, incluyendo los cuatro indicadores libres a elegir. Las escalas para otorgar la puntuación en cada indicador están definidas en el Sistema de evaluación, antes expuesto, y se proponen cuatro calificaciones a escoger la adecuada. Serán otorgadas a partir del intercambio entre los que realizan la visita de chequeo y los propietarios del Patio. Para su aprobación se necesita el aval de la comisión creada de antemano (Anexo 3). De no lograrse la puntuación deseada, se puede realizar una futura visita en un plazo previamente convenido por las partes. Los actores o miembros vinculados a los Patios Slow deben tener un activismo o membresía demostrados con SFI.

Funcionamiento de la Comisión

Para la catalogación de los Patios se creará una Comisión compuesta por cinco hasta nueve integrantes, liderada por un coordinador general. Se prevé la participación de activistas.

Tendrá como funciones las siguientes:

- Promocionar las bases para pertenecer a la red de Patios Slow.
- Identificar los patios posibles y aplicar la metodología para la categorización, previo intercambio con sus propietarios o administradores y visita al lugar.
- Evaluar, de conjunto con los propietarios, si se cumplen los requisitos establecidos.

- Aprobar los Patios que cumplen con los requisitos.
- Informar a la Oficina de SFI para su promoción en una plataforma común: Huertos Slow.
- Realizar inspecciones parciales para el monitoreo; extender dicha nominación cada tres años.
- Actualizar el protocolo de forma anual o cuando las condiciones lo requieran.
- Disponer de un expediente consultable con todos los datos de los Patios. Firmar por sus integrantes la Hoja de chequeo.

Identificación de Patios. Perspectivas

Para la identificación de Patios Slow, factibles a integrarse en red, se han seleccionado preliminarmente un grupo de parcelas que poseen características específicas, en las cuales se combinan la aplicación de técnicas tradicionales, comunión familiar, defensa de la biodiversidad, protección de los ecosistemas, variedad de cultivos y de crías de animales, autoabastecimiento familiar, resiliencia socioecológica, justicia social, intercambio comunitario y factibilidad en el uso de fuentes renovables de energía y de tecnologías apropiadas, entre otras, que sin dudas son referencias para la red en particular y para el movimiento de Slow Food en general.

La metodología contribuye a la determinación también de puntos críticos y a la propuesta de estrategias que posibiliten la mejora de los resultados a partir de espacios de reflexión y construcción colectiva.

El conjunto de aspectos que se evalúan y proponen como requisitos para considerar un Patio Slow, contribuye a la construcción de una red a nivel local e internacional que puede traer los beneficios siguientes:

- Visibilizar las buenas prácticas y lograr intercambios de experiencias.
- Garantizar la inserción de estas fincas en redes y proyectos internacionales con objetivos afines.
- Promover visitas de agroturismo.
- Participar en talleres y eventos nacionales e internacionales.
- Categorizar el quehacer de Patios que promueven un sistema de cultivación diversificado y abordan aspectos tecnológicos, educativos, culturales y ambientales.
- Recibir apoyo financiero para el desempeño de sus funciones sobre bases de sostenibilidad.
- Potenciar el factor humano, mediante intercambios culturales, educación agroalimentaria, comunión familiar y rescate patrimonial, entre otros, que tengan como base la centralidad del alimento.
- Favorecer la equidad de género y el empleo local.
- Promover y fortalecer la identidad local.

Las actividades a desarrollar pueden ser:

- Talleres de intercambio
- Ferias
- Visitas guiadas
- Eventos
- Docencia e investigación
- Categorización de productos para el Arca del Gusto

Promoción, apoyo y realización de actividades propias de SFI (campañas, Terra Madre Day, Terra Madre, Disco Sopas, entre otras).

Se identifica en la metodología la defensa de los principios o valores comunes siguientes:

- Promoción de sistemas de cultivo diversificados, con un quehacer que aborda aspectos tecnológicos, educativos, culturales y ambientales.
- Compromiso con la sustentabilidad ambiental y la inclusión social.
- Autonomía de los territorios en la definición de sus modelos productivos.
- Promoción de la equidad de género y el trabajo intergeneracional.
- Pleno protagonismo de sus actores en todos los niveles de desarrollo del programa.
- Integración familiar y comunitaria.
- Fortalecimiento de la identidad local; consumo de alimentos acordes con las tradiciones locales.
- El manejo agroecológico de sistemas de cultivo y de ganadería menor.
- Añadidura de valores agregados a las producciones.
- Articulación con los programas y campañas de Slow Food (Arca del Gusto, Mercados de la Tierra, Huertos y Alianza de Cocineros, entre otros).
- Reducción y optimización del uso del agua.
- Uso de energías renovables y técnicas ancestrales (apicultura, tracción animal, entre otros).
- Fomento de alianzas y articulaciones con otros sectores de la sociedad civil (academias, organizaciones no gubernamentales, grupos de consumidores o coproductores).
- Búsqueda de la incidencia global por la defensa y fortalecimiento de los patios familiares.
- El patio como sistema de resiliencia socioagroecológica.
- Promoción de colaboraciones entre países.
- Rescate y conservación de variedades y razas tradicionales (Casimiro *et al.*, 2021).

IV. Conclusiones

La conformación de una metodología cubana para aplicar en patios familiares en el marco del SFI, posibilitará la creación de redes de patios agroecológicos que cumplan parámetros integradores como base para la sustentabilidad alimentaria. Su aplicación permite incentivar y desarrollar valores socioprodutivos de gran vigencia en el contexto actual, en el que la agricultura cubana busca las vías para el logro de la soberanía alimentaria, sobre todo en el ámbito local. La diversidad de indicadores que la conforman favorece una visión holística que contribuya al bienestar comunitario y familiar, sin menoscabo del medioambiente.

La inclusión de conceptos como agroecología, productos de proximidad, empleo de prácticas agroecológicas, género, equidad, educación alimentaria y nutricional, conservación de recursos naturales, entre otros, contribuirá a la realización de acciones transformadoras afines a la Ley de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional de la República de

Cuba. A su vez permitirá la inclusión estructurada en la red de Huertos Slow en proceso de afianzamiento y desarrollo a nivel global.

V. Recomendaciones

Continuar profundizando en los presupuestos metodológicos de la red de Patios Slow, y su relación con el sistema de Huertos Slow.

Evaluar la conexión de la metodología propuesta con los Sistemas Participativos de Garantía, para su fortalecimiento como herramienta metodológica.

Agradecimientos especiales

A Mildrey Soca Pérez, Natalia Caridad Quintero López, Berta Rivero Robaina y Virginia Creach Galán, por ser líderes de patios de referencia a nivel nacional e internacional, los cuales promueven la amplia diversidad botánica del patio familiar cubano, emplean fuentes renovables de energía y han sistematizado espacios para el aprendizaje y el intercambio solidario. Al Arq. Olesky Fabre del Castillo por sus aportes del proyecto En Paralelo.

VI. Referencias bibliográficas

- Casimiro Rodríguez, L., Vázquez Moreno, L., Castellanos Quintero, A. y Vázquez Gálvez, M. (2021). Metodología para la nominación de fincas Slow en Cuba. *Revista Eco Solar*, 77.
- Companioni, N., Rodríguez Nodals A., y Sardiñas, J. (2018). Avances de la agricultura urbana, suburbana y familiar. *Agroecología*, 12(1), 91–98. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/330401>.
- Díaz Vázquez, B. Y. (2018). Patios Productivos como Estrategia para la Consolidación de la Educación Ambiental. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, UPEL, Barinas, Venezuela. *Revista Científica*: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/article/view/264/372
- FAO, Rikolto and RUAF (2022). Urban and peri-urban agriculture sourcebook– From production to food systems. Rome, FAO and Rikolto (consultado el 12 de septiembre de 2022). <https://doi.org/10.4060/cb9722en>
- Mendieta, N. y col. (2017). Protocolo del programa de fincas Slow Food para América Latina y el Caribe (consultado en noviembre 2018). <https://www.slowfood.com/es/nuestra-red/fincas-slow/>
- Petrini, C. (15 de abril de 2014). Nuestro sistema alimentario es criminal. *Agronomía informa* (consultado el 24 de agosto de 2022). <https://www.agro.uba.ar>
- Slow Food Coffee Coalition, SFCC (2022). Guía: Cómo interpretar la Hoja de garantía para la producción de café (consultado en junio 2022). <https://coffeecoalition.slowfood.com/wp-content/uploads/2022/>
- Slow Food Internacional, SFI (febrero de 2020). Call to action (consultado: 20 de agosto 2022). https://www.slowfood.com/wp-content/uploads/2020/02/EN_Call_to_action_CI2020.pdf
- Torralba Pita, C. y Rojas Barbosa, A. M. (2021). Patios productivos familiares agroecológicos como dinamizadores de la economía local y afianzadores de la identidad territorial de la Comunidad Indígena Pijao, Municipio de Natagaima–Tolima (consultado el 5 de agosto de 2022). <http://hdl.handle.net/11349/26669>

- Vázquez Gálvez, M. y Casimiro Rodríguez, L. (2019). Cultura alimentaria en fincas familiares beneficiadas por el proyecto Biomás Fase III. Revista Eco Solar, 67.
- Vázquez Gálvez, M. (2019). Basamentos de la alimentación sostenible. Estudio de caso: Movimiento de Alimentación Sostenible de Cubasolar. Revista Eco Solar, 68.
- Vázquez Moreno, L.L. y Martínez, H. (2015). Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica. Agroecología, 2015, 10 (1): 33-47.
- Vázquez Moreno, L.L., Castellanos Quintero, A., Casimiro Rodríguez, L. y Vázquez Gálvez, M. (2021). Co-innovación agroecológica en red de patios y fincas familiares manejadas por mujeres. Folleto producido por Oxfam, abril 2021. La Habana, Cuba. 56 p.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Madelaine Vázquez Gálvez, conceptualización, curación de datos, investigación y supervisión; Geraldine Ezquerra Quintana, análisis formal, supervisión y redacción-borrador original; Leidy Casimiro Rodríguez, curación de datos, análisis formal e investigación; Nilia Ana Dalmendray Gómez y Aurelia Castellanos Quintero, redacción-revisión y edición; y Vida Estefany Peña Quintana, análisis formal e investigación.

Recibido: 18 de agosto de 2022.

Aceptado: 5 de octubre de 2022.

Anexo 1. Hoja de Chequeo

HOJA DE CHEQUEO	
DATOS GENERALES	DESCRIPCIÓN
Nombres y apellidos del propietario	
Teléfono	
Email/página web	
Dirección, barrio	
Municipio, ciudad	
Extensión (ha)	
Número de miembros en la familia dedicados a las labores en el Patio	Miembros _____, de ellos _____ mujeres, _____ jóvenes
Uso del Patio	Alimentación familiar _____ Venta _____ Fines sociales _____
Sistema productivo	Convencional ___ Agroecológico ___

Anexo 2. Dimensiones de la propuesta metodológica

I. BIODIVERSIDAD					
INDICADOR					TOTAL
1. Variedad de hortalizas	No se cultivan hortalizas	Solo se cultivan las variedades convencionales (lechuga, tomate, ajíes...) en pequeña escala.	Se cultivan las variedades convencionales en mediana y mayor escala, que cubren las necesidades de la familia.	Se cultivan además otras hortalizas, como brócoli, zanahorias, remolachas, rúcula, etc., que cubren todas las necesidades de la familia, con apoyo a la comunidad.	
2. Frutales	No hay presencia de árboles frutales	Existen dos variedades de frutales.	Presencia de tres variedades de frutales	Más de tres variedades	
3. Plantas aromáticas o condimentarias (ajo de montaña, cebollino, apio, perejil, jengibre...)	No se cultivan plantas condimentarias	Existen dos variedades	Existen tres variedades	Más de tres variedades	
4. Plantas medicinales	No se cultivan plantas medicinales	Existen dos variedades	Existen tres variedades y se comparten con la comunidad.	Más de tres variedades y se comparten con la comunidad.	
5. Plantas ornamentales	No se cultivan plantas ornamentales	Existen dos variedades	Existen tres variedades	Más de tres variedades	
6. Cría de animales (ganado menor y gallináceas)	No hay presencia de animales	Presencia de una especie en proceso de desarrollo.	Presencia de especie (s) que cubren el abasto familiar.	Presencia de especie (s) que cubren el abasto familiar y ayudan a la comunidad.	
7. Bienestar animal	Se aprecian condiciones desfavorables para la cría de animales.	Se mejoran las condiciones para la cría de animales.	Las condiciones para la cría de animales son normales y se cumplen la mayoría de las normas establecidas por Salud Pública; presencia de mascotas con el cuidado establecido.	Las condiciones para la cría de animales son óptimas y se cumplen las normas establecidas por Salud Pública; presencia de mascotas con el cuidado establecido; no se aprecian olores desagradables en su habitat; los animales se mueven con libertad dentro del espacio.	
8. Aplicación de la Agroecología y (o) Permacultura	No se aplican técnicas agroecológicas.	Hay interés de aplicar técnicas agroecológicas, pero no hay condiciones todavía.	Se aprecia la aplicación de algunas técnicas agroecológicas y diseños de Permacultura.	Hay conversión significativa en Agroecología y en diseños de Permacultura.	
9. Fertilización	Fertilizantes químicos	Se utilizan regularmente fertilizantes minerales naturales.	Se utilizan fertilizantes minerales naturales cuando es necesario. Integración con la materia orgánica.	El agricultor solo utiliza materia orgánica como fertilizante.	
10. Control de plagas y enfermedades	Se utilizan frecuentemente productos químicos.	Se utilizan productos químicos cuando es necesario.	Se utilizan productos químicos cuando es necesario, así como algunas soluciones orgánicas (uno como mínimo) para el control de plagas y enfermedades); se aplican otras ecotécnicas.	Se utilizan solo productos orgánicos para el control de plagas, y se aplican otras ecotécnicas.	

11. Aporte de las mujeres a la sociobiodiversidad	Las mujeres no lideran los procesos del Patio.	Las mujeres solo acompañan algunos procesos del Patio.	Las mujeres toman decisiones en algunos procesos del Patio.	Las mujeres deciden sobre todos los procesos del Patio.	
12. Estudio, conservación y manejo del suelo	El suelo se encuentra en condiciones muy desfavorables.	Se aplican algunas medidas para la conservación y manejo del suelo.	Se trabaja intensamente para la conservación y manejo del suelo.	Se realizan la rotación de cultivos, integración de abonos verdes, uso de compostaje, laboreo de conservación y se aprecian resultados.	
13. Producción y conservación de semillas y pies de crías	Las semillas y los pies de cría provienen de otros territorios.	Algunas de las semillas y/o pie de cría provienen de una comunidad Slow Food, pero la gran mayoría provienen de otros territorios.	El origen de todas las semillas y pie de cría es conocido, aunque solo 50 % se produce y conserva en el sistema familiar.	Más del 75 % de las semillas y pies de crías son producidos por el propio sistema.	
14. Reciclar, reutilizar y reducir	No se recicla	Existe la intención pero no se han desarrollado acciones.	Se reciclan algunos insumos	Se aprovechan los subproductos y desechos de cosechas; se reciclan envases de vidrio y plástico.	

II. EDUCACIÓN					
INDICADOR					TOTAL
1. Alimentación saludable	No incorporan de manera balanceada, atendiendo y a las necesidades nutricionales específicas, alimentos de todos los grupos.	Solo ocasionalmente, incorporan de manera balanceada y atendiendo a las necesidades nutricionales específicas, alimentos de todos los grupos.	Tres veces por semana, incorporan de manera balanceada y atendiendo a las necesidades nutricionales específicas, alimentos de todos los grupos.	De manera permanente, incorporan de forma balanceada y atendiendo a las necesidades nutricionales específicas, alimentos de todos los grupos. Planifican la alimentación a partir de la combinación de los alimentos producidos en el Patio y los obtenidos en el mercado local.	
2. Conservación de alimentos a partir de los productos del Patio	No se conservan los alimentos	Ocasionalmente se realizan conservas	Las conservas se destinan para consumo familiar.	Se realizan varias conservas de productos del Patio, como forma de prolongar la vida de los alimentos; se cubren las demandas del grupo familiar y algunas se destinan a la comercialización.	
3. Realización de actividades educativas propias del Patio	No se ofrece formación	No se ofrece formación, pero existe interés.	Se coordina al menos una actividad anual con la comunidad y otras entidades (Adulto Mayor, ANAP, otras ONG).	Se coordinan varios cursos de desarrollo de capacidades en el año (Adulto Mayor, MAS, Slow Food, ANAP, otras ONG).	
4. Acceso de los miembros del Patio a programas de formación e información en temas ambientales, productivos y de nutrición	No reciben formación	El acceso a la información es de carácter autodidacta, mediante grupos de Whats App y otras redes sociales.	Reciben formación al menos una vez en el año e intercambian esos saberes con la comunidad.	Reciben formación más de una vez en el año e intercambian esos saberes con la comunidad.	
5. Conexiones básicas entre los cultivos que se eligen, las necesidades nutricionales y prácticas dietéticas de la familia	No se aprecia relación cultivo-necesidades nutricionales.	Se dan los primeros pasos para desarrollar relación cultivo-necesidades nutricionales.	Manejan conocimientos básicos sobre nutrientes que les permiten planificar la producción en el Patio.	Notable dominio de conocimientos sobre nutrientes que les permiten planificar la producción en el Patio para cubrir las necesidades dietéticas de la familia.	
6. Patrimonio gastronómico. Transmisión de tradiciones	No hay salvaguarda de tradiciones	Existe la voluntad de rescatar algunos cultivos y alimentos propios de la localidad.	Se rescatan algunos productos propios de la localidad.	Se rescatan algunos productos propios de la localidad y se trabaja con algunos productos del Arca del Gusto. Elaboran menús saludables que incorporan la tradición familiar y local. Se desarrollan acciones comunitarias para la transmisión de tradiciones.	

7. Prevención y reducción de la pérdida y desperdicio de alimentos en todas las fases del ciclo productivo y de consumo	Se aprecian pérdidas superiores a 50 %	Se aprecian pérdidas y se toman medidas para su disminución en algunas fases del proceso de producción y consumo.	Se han identificado las pérdidas y se toman medidas para su disminución en todas las fases del proceso de producción y consumo.	Prácticamente no se aprecian pérdidas	
8. Planificación del cultivo de alimentos	No se planifican los cultivos	No se planifican los cultivos, pero existe la voluntad.	Se planifica la producción acorde a la estacionalidad.	Se planifica la producción acorde a la estacionalidad y se desarrollan acciones (almacenamiento, conservación) para el período de no cosecha.	

III. POLÍTICAS PÚBLICAS (ENTORNO SOCIOCOMUNITARIO)					
INDICADOR					TOTAL
1. Intercambio solidario con la comunidad y otros objetos sociales	No hay participación	Encuentros con la comunidad	Encuentros sistemáticos con la comunidad y otras entidades.	Encuentros sistemáticos con la comunidad y otras entidades nacionales e internacionales. Se establecen nexos de colaboración con la comunidad, restaurantes, centros educativos y asistenciales, entre otros.	
2. Precios justos	La familia no comercializa sus productos.	Los productos del Patio se venden a precios asequibles al consumidor y generan modestas ganancias a la familia.	Los productos del Patio se venden a precios asequibles y generan ingresos satisfactorios a la familia; en ocasiones se ofrecen de forma gratuita a los grupos más vulnerables.	Los productos del Patio se venden a precios asequibles, generan suficientes ingresos; se ofrecen de forma gratuita a los grupos más vulnerables. Se logran alianzas con cooperativas y actores que favorezcan el comercio justo.	
3. Relaciones con decisores y otros actores del territorio		Se desarrollan relaciones formales		Se desarrollan relaciones estrechas con decisores y actores del territorio, lo que ha influido en políticas locales.	

IV. INDICADORES OPCIONALES (ELEGIR 4)					
INDICADOR					TOTAL
1. Aplicación de las energías renovables	No hay interés en reducir el gasto de energía de combustibles fósiles.	Hay interés, pero aún no ha habido la posibilidad de hacerlo.	Se han introducido algunas tecnologías renovables como el secado solar.	Se reduce el uso de energía y se mejora la eficiencia energética. Se maximiza el uso de energías renovables (por ejemplo, secadores solares, calentadores, biodigestores, bombeo fotovoltaico).	
2. Cultivo de plantas forrajeras	No se cultivan las plantas forrajeras	No se cultivan las plantas forrajeras, pero se prevé su cultivo futuro.	Se cultivan plantas forrajeras, que cubren parte de las necesidades del alimento animal.	Se cultivan plantas forrajeras, que cubren completamente las necesidades del alimento animal.	
3. Comercialización	No se comercializan los productos	Ocasionalmente	Mejora localmente	Mejora localmente y más allá de las fronteras regionales. Se desarrollan Ferias o Mercados de la Tierra.	
4. Ingresos familiares tras la adhesión a la Red de Patios	Los ingresos de este año están por debajo de años anteriores.	Los ingresos de este año en el mismo nivel de años anteriores y los ingresos no están diversificados.	Los ingresos de este año son superiores a años anteriores y los ingresos no están diversificados.	Los ingresos de este año son muy superiores a años anteriores y los ingresos están diversificados.	
5. Compartir medios de producción	No se comparten	Hay intención de hacerlo, pero no se hace frecuentemente.	Se compran medios de producción, considerando los otros productores y se intercambian con frecuencia.	Los medios se comparten completamente, hay espacio común para el almacenaje, se compran medios conjuntamente como red.	
6. Juventud (menores de 40 años de edad)	No hay jóvenes	Hay jóvenes trabajando que ayudan en las labores del Patio.	Hay trabajadores jóvenes que toman parte en el proceso de decisiones.	El propietario o uno de los propietarios es joven.	
7. Organización de actividades culturales y recreativas	No realizan actividades culturales y recreativas.	Participan como invitados a las actividades del barrio.	Participan como invitados a las actividades del barrio, pero contribuyen a su organización.	Desarrollan intercambios culturales con la comunidad, con acercamiento a los medios de comunicación local o nacional. Propician la celebración de actividades locales y otras como Mercado de la Tierra, Terra Madre Day, Disco Sopa, etc.	

Diseño metodológico para la categorización de Patios Slow cubanos con enfoque agroecológico

8. Planificación estratégica del Patio				Existencia de un mapa/plano del Patio que ubique las diferentes áreas de trabajo. Existencia de un plan de mejoras para cada área del Patio.	
9. Apicultura	No hay actividad apícola	No hay actividad apícola, pero se prevé a futuro.	Desarrollo incipiente de la producción apícola (meliponas principalmente) fundamentalmente para la polinización.	Desarrollo de la producción apícola (meliponas principalmente) fundamentalmente para la polinización.	
10. Reducción y optimización del uso del agua	Existen graves dificultades con el acceso y manejo del agua.	El abasto de agua es normal; se aprecian problemas de optimización del recurso.	El abasto de agua es normal; se aplican medidas para la optimización del recurso.	Se aplican tecnologías apropiadas; existe acceso a diferentes fuentes de abasto (seguridad, estabilidad), buena capacidad de almacenamiento, eficiencia en la distribución (conducción), utilización óptima (sistema de riego FV, otros), capacidad de retención en el sistema suelo-cultivo; se recolecta el agua de lluvia.	

LEYENDA	
TOTAL (Media de la puntuación total dividida entre el número de indicadores):	
	De 0 a 1: Insuficiente (no clasifica).
	De 1,1 a 2: Suficiente, pero justo (es necesaria una segunda visita).
	Del 2,1 al 3: Óptimo (nominación oficial).

Anexo 3: Modelo para la nominación oficial de Patio Slow

La Comisión decide otorgar la categoría de Patio Slow a:	
Participantes en la visita de campo	
Nombre y apellidos:	Firmas:
1.	
2.	
3.	
4.	
Fecha:	