



## SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO EN CENTROS PORCINOS COMPUTER SYSTEM FOR THE ENERGY POTENTIAL DETERMINATION IN PIG'S ENTERPRISE

✉ O.G. PÉREZ-ACOSTA\*, ✉ A. MEJÍAS

*Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba*

*\*Email: [osney631@gmail.com](mailto:osney631@gmail.com)*

Se desarrolló un sistema informático para la determinación del potencial energético en centros porcinos con el propósito de poder utilizar las fuentes renovables de energía. Para su diseño, se seleccionó como entorno el IDE NetBeans en su versión 8.1. Se generó un programa denominado FREAL (fuentes renovables de energía, ambiente limpio) para crear sistemas híbridos, en el cual se establece un orden de prioridad respecto al tratamiento de los residuales. En una segunda fase, se hizo una estimación para determinar el potencial de generación de energía eléctrica con otras fuentes. El uso de este sistema permite la explotación al máximo todos los recursos naturales, sin dañar al medio ambiente y es consecuente con el concepto de economía circular. Se concluye que el programa, además de que permite la informatización del uso de fuentes renovables de energía en los centros porcinos, agiliza la toma de decisiones.

**Palabras clave:** *biodigestores, cerdos, eólica, fotovoltaica, solar térmica*

A computer system was developed to determine the energy potential in pig's enterprise with the purpose of using the renewable energy sources. For their design, the IDE NetBeans, version 8.1 was selected as environment. A program named RESCE (renewable energy sources, clean environment) was generated to create hybrid systems, in which a priority order is established respect to the residuals treatment. In a second phase, an estimate was made to determine the potential of electric energy generation with other sources. The use of this system allow the maximum exploitation of all natural resources, without damage the environment and it is consistent with the concept of circular economy. It is concluded that the program, in addition of allowing the computerization of the use of renewable energy sources in pig enterprise, speeds up decisions-making.

**Key words:** *biodigestors, eolian, pigs, photovoltaic, thermal solar*

La generación de energía en las últimas décadas es una de las grandes preocupaciones en el mundo. Para su generación se emplean grandes cantidades de combustibles de origen fósil. Las energías renovables se caracterizan porque, en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil, no se consumen ni se agotan en una escala humana de tiempo (Venegas *et al.* 2017).

Desde el punto de vista energético, el sector agropecuario tiene la capacidad de generar energía eléctrica y térmica mediante la utilización de residuos, algunos muy contaminantes y otras fuentes alternativas, que pueden constituir fuentes renovables de energía (FRE). Esto es: a partir de la biomasa se puede producir biocombustible y biogás, lo que supone importantes ventajas económicas,

sociales y territoriales (Guardado-Chacón y Arencibia 2021). Por estas razones, la agricultura pudiera ser autosustentable energéticamente, ya que crea excedentes suficientes para lograr balances positivos, así como para dejar de emitir gases contaminantes a la atmósfera y evitar la contaminación de cuencas hidrográficas (Casimiro-Rodríguez *et al.* 2019).

Para determinar el potencial energético se necesita de una herramienta informática que agilice el cálculo de las tecnologías a utilizar y que, a la vez, permita la integración de cada una de ellas, así como la selección de la variante óptima para cada escenario. Por ello, el objetivo de este trabajo fue desarrollar un sistema informático para la determinación del potencial energético en centros porcinos, de modo que se puedan utilizar las FRE.

Recibido: 20 de diciembre de 2023

Aceptado: 19 de febrero de 2024

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

**Declaración de contribución de autoría CRediT:** O.G. Pérez-Acosta: **Conceptualización, Investigación, Metodología, Software, Validación, Redacción-borrador original.** A. Mejías: **Curación de datos, Análisis formal, Software.**



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



El sistema informático se desarrolló en el Instituto de Ciencia Animal (ICA) en los departamentos de ingeniería y estadística aplicada. Se realizó la aplicación informática en el entorno de desarrollo integrado libre IDE NetBeans, en su versión 8.2, que brinda soporte a casi todas las novedades del lenguaje de programación Java (Varona 2012). Se programó con una arquitectura dividida en capas. La primera, de interfaz manejada con el UI Swing, donde los componentes y botones se ajustan al tamaño del monitor en que se ejecute el sistema informático. La segunda, que cuenta con un módulo de servicios, se encarga de las funcionalidades de entrada y salida de los datos.

Además, se empleó la metodología Racional Unified Process (RUP), pues se adapta a cualquier proyecto informático. Esta metodología utiliza el lenguaje unificado de modelado (UML, por sus siglas en inglés), que permite realizar ingeniería inversa. A partir del código de un

programa, se puede obtener información sobre su diseño (Schmuller 2009). También se aplicó la herramienta Visual Paradigm para aplicar RUP, la que soporta el ciclo completo del desarrollo del sistema. Esta herramienta permite generar código fuente para diversos lenguajes (Mejías et al. 2021), entre ellos Java.

En la figura 1 se muestra el esquema lógico-estructural del sistema informático donde se detalla su funcionamiento. Se denominó FREAL, cuyas siglas significan: fuente renovable de energía- ambiente limpio. El número del registro facultativo de obras protegidas y de actos y contratos referidos al derecho de autor fue 0072-01-2023.

Se consideró en los datos de entrada la información correspondiente a las condiciones climáticas, geográficas, socioeconómicas, productivas, tecnológicas y ambientales. Se estableció un orden de prioridad respecto al tratamiento de los residuales. Primeramente, se realizó el diseño de los

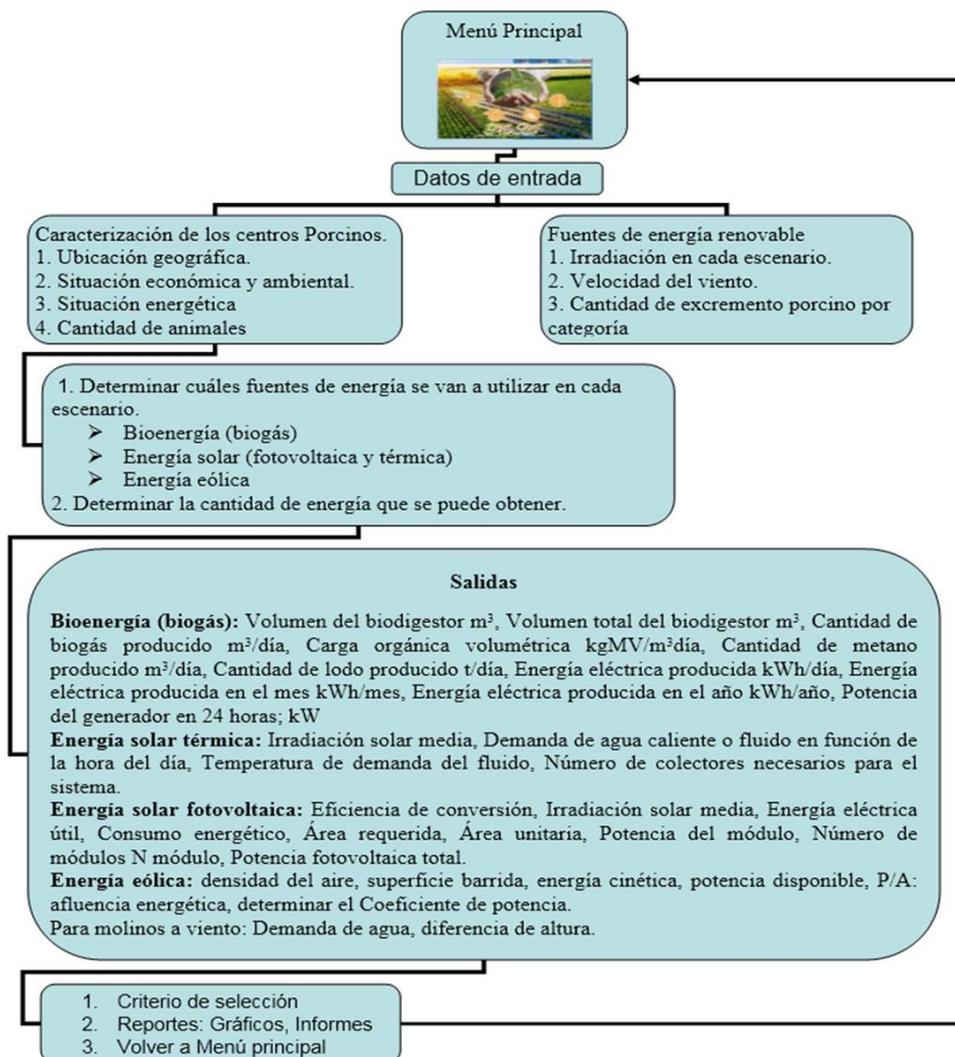


Figura 1. Esquema lógico-estructural del sistema informático FREAL

biodigestores para cada escenario, donde se consideraron las políticas establecidas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en Cuba (CITMA). Para ello, se valoraron las cantidades de biogás y lodo que se obtienen para la producción de energía y fertilizante. En una segunda fase, se hizo una estimación para determinar el potencial de generación de energía eléctrica con otras fuentes renovables: solar fotovoltaica, solar térmica y eólica.

FREAL brinda una apariencia visual agradable y tiene buena calidad funcional. Al iniciar el sistema, se muestra una pantalla de bienvenida, que cuenta con cuatro opciones de análisis (biodigestor, paneles fotovoltaicos, calentadores solares y energía eólica). En la **figura 2** se muestran dos de estas ventanas del programa FREAL.

En los paneles fotovoltaicos (**figura 2a**), al hacer clic en la pantalla de inicio sobre el botón que hace referencia a esta tecnología, se muestra una ventana que tiene a su izquierda los campos de entrada de la información, correspondientes a las condiciones climáticas, demanda energética que se va a suplir y características propias de los paneles que se pretenden montar. A la derecha muestra los campos de salida relativos a eficiencia fotovoltaica, cantidad de paneles y demanda sustituida de energía eléctrica.

Similar a esta ventana es la de los biodigestores, donde se introduce la información correspondiente a las condiciones climáticas, geográficas, socioeconómicas, productivas, tecnológicas y ambientales de la unidad porcina. Al llenar estos datos, el programa determina el potencial de generación de energía eléctrica o térmica que se puede emplear y muestra, en la parte derecha de la ventana, informes de la cantidad de biofertilizantes líquido y sólido y los metros cúbicos de metano que se dejan de emitir a la atmósfera.

La ventana calentadores solares (**figura 2b**) tiene como datos de entrada la irradiación solar, la cantidad de trabajadores y la temperatura, según el tipo de calentador. Esta ventana se diseñó con iguales características a la de energía eólica, que tienen los campos de entrada en la parte

superior y las salidas en la inferior. Por esta razón, difieren de las antes mencionadas.

Como resultados generales, se calculan las toneladas equivalentes de petróleo que se ahorran y las de CO<sub>2</sub> que se dejan de emitir a la atmósfera. Se realiza una valoración económica, al considerar los ingresos que se generan por esta vía y los gastos en los que se dejan de incurrir.

Con el empleo del sistema informático FREAL, se logra la implementación en cada centro porcino de sistemas híbridos de FRE y la explotación al máximo de todos los recursos naturales, sin que se dañe el medio ambiente. La aplicación informática está creada en un ambiente amigable, donde no sólo los profesionales o especialistas en el tema pueden interactuar, también los productores que conocen las potencialidades de sus fincas. Lo anterior permite un acercamiento a la llamada economía circular, ya que se pueden cerrar ciclos en estos sistemas de producción, a partir de la recuperación, el reciclaje y la reutilización de los residuos que se generan. De esta manera, no existen flujos de salida en forma de rechazo, como lo describen **Oliva y Pereda (2022)**.

Se concluye que el programa FREAL permite la determinación del potencial energético en centros porcinos, de modo que se puedan utilizar de manera más eficiente las FRE para la introducción de los sistemas híbridos y contribuir, además, a la toma de decisiones.

## REFERENCIAS

- Casimiro, L., Casimiro-González, J. A., Suárez-Hernández, J., Martín-Martín, G. J. & Rodríguez-Delgado, I. 2019. Índice de aprovechamiento de fuentes renovables de energía, asociadas a tecnologías apropiadas en fincas familiares en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 42 (4): 253-261, ISSN: 2078-8452.
- Guardado-Chacón, J. A. & Arencibia, A. 2021. Una mirada desde el Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB) a la transición energética en Cuba. *Gestión y Ambiente*, 24



**Figura 2.** Ventanas de cálculo: a) paneles fotovoltaicos y b) calentadores solares

- (Supl2): 238-251, ISSN: 2357-5905. <https://doi.org/10.15446/ga.v24nSupl2.92940>.
- Mejías Caba, A., Ponce de León, R. & García Hernández, Y. 2021. CunICA, software for managing rearing processes in rabbit breeding farms. Technical note. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(1): 15-19, ISSN: 2079-3480.
- Oliva-Merencio, D. & Pereda-Reyes, I. 2022. Biogás y Sostenibilidad en Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2): 597-609, ISSN: 2218-3620.
- Schmuller, J. 2009. Aprendiendo UML en 24 horas. Prentice Hall ISBN: 968-444-463-X. Available: <https://www.pdfdrive.com/aprendiendo-uml-en-24-horas-e158831793.html>.
- Varona, K.R. 2012. Aplicación de algoritmos genéticos en la generación automática de horarios docentes en la Facultad Regional de Granma. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 6(4): 37-43, ISSN: 2227-1899.
- Venegas Venegas, J. A., Espejel García, A., Pérez Fernández, A., Castellanos Suárez, J. A. & Sedano Castro, G. 2017. Potencial de energía eléctrica y factibilidad financiera para biodigestor-motogenerador en granjas porcinas de Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(3): 735-740, ISSN: 2007-0934. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i3.47>.