

La gestión energética en la Unidad Empresarial de Base Talleres Agropecuarios Granma

Energy management in the Base Business Unit Agricultural Workshops in Granma Province



CU-ID: 2177/v31n3e03

✉Alain Ariel de la Rosa-Andino^{I*}, ✉Yoandrys Morales-Tamayo^{II}, ✉Peltier Rossi-Lino de Aguiar^{III},
✉Manuel Octávio Isaac-Spinola^{III}, ✉Idalberto Macías-Socarras^{IV}, ✉Yordanka Aguilera-Corrales^I

^IUniversidad de Granma, Bayamo M. N., Provincia Granma, Cuba.

^{II}Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Dpto. Ingeniería Electromecánica, Extensión La Maná, Ecuador.

^{III}Instituto Superior Politécnico de Cuanza Sul, Dpto. de Agronomía, Sumbe, Cuanza Sul, Angola.

^{IV}Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad-Santa Elena, Ecuador.

RESUMEN: El presente trabajo se desarrolló en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Talleres Agropecuarios Granma del municipio Bayamo. El mismo tiene como objetivo evaluar la gestión energética en dicha planta, con el propósito de lograr una mayor eficiencia y competitividad. Para ello se recurre al empleo de la metodología propuesta por el Centro de Estudio y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos para la aplicación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE). Para lograr dicho objetivo se parte de una base, que, , comprendió la toma de los consumos de electricidad, diésel, fuel oil, gasolina, lubricantes y gas licuado, así como los costos para un kW h de electricidad y un L de combustible, respectivamente para los años 2020 y 2021, registrados en los departamentos de economía y energía de la entidad, con la cual se confeccionó una base de datos aplicando el método analítico-matemático de la (TGTEE), apoyándose en el paquete de Microsoft Office (Excel). Los resultados evidencian que los portadores energéticos de mayor peso en la producción de la UEB son la energía eléctrica y el diésel. Descartándose de que la gestión energética es deficiente pues los coeficientes de *determinación* (R^2) para ambos portadores son inferiores al 75%.

Palabras clave: energía, eficiencia energética, portadores energéticos, correlación.

ABSTRACT: The present work was developed in the Base Business Unit (UEB) Granma Agricultural Workshops of Bayamo Municipality. It aims to evaluate the energy management in that plant, with the purpose of achieving greater efficiency and competitiveness. For this, the use of the methodology proposed by the Center for Study and Environment (CEEMA) of Cienfuegos University is used for the application of Total Efficient Energy Management Technology (TGTEE). On that purpose, the consumption of electricity, diesel, fuel oil, gasoline, lubricants and liquefied gas, as well as the costs for one kWh of electricity and one L of fuel, respectively, were registered for the years 2020 and 2021, according to the data in the Departments of Economy and Energy of the entity, with which a database was created applying the analytical-mathematical method of the (TGTEE), based on the Microsoft Office package (Excel). The results show that the energy carriers with the greatest weight in the production of the UEB are electricity and diesel. It is ruled out that the energy management is deficient since the determination coefficients (R^2) for both carriers are less than 75%.

Keywords: Energy, Energetic Efficiency, Power Carriers, Correlation.

*Autor para correspondencia: Alain Ariel de la Rosa Andino, e-mail: arosaa@udg.co.cu

Recibido: 12/11/2021

Aceptado: 24/06/2022

INTRODUCCIÓN

El crecimiento del consumo de energía en el mundo, principalmente en los países en vías de desarrollo, ha intensificado la preocupación por el gran número de problemas asociados a su producción, distribución y utilización. Tanto los combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural) como la energía nuclear, tienen un ciclo de formación de millones de años, lo que implica que si el ritmo de consumo es similar al actual, terminarán por agotarse en un plazo bastante cercano (Romero, 2011).

De cara a la agudización del calentamiento global resulta evidente la necesidad, no solo de disminuir los patrones de consumo energético, sino también de diversificar las fuentes de energía hacia otras "sustentables", lo cual obliga a replantear la gestión y usufructo de los recursos fósiles disponibles, ya que cualquier cambio de paradigma energético forzosamente estará sustentado, al menos en principio, en ese último tipo de energía (Ramos, 2011).

El ahorro de cualquier forma de energía y su uso racional inevitablemente presupone la aplicación y control de un programa planificado para ese fin, pero dicho programa no se elabora de forma empírica, sino a partir de métodos o procedimientos técnicamente fundamentados, es decir, que debe estar sustentado por los diagnósticos energéticos que permitan identificar en cada lugar que se apliquen la eficiencia y la responsabilidad con que es utilizada la energía de cualquier tipo (Almachi et al., 2010).

Los análisis realizados en numerosas empresas ponen de manifiesto la insuficiente gestión energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir los consumos y costos energéticos mediante la creación en las empresas de las capacidades técnico organizativas para administrar eficientemente la energía (Raña et al., 2004; Borroto et al., 2005; Ramos et al., 2010; González et al., 2011; de la Rosa et al., 2014; Macías et al., 2015; Gutierrez et al., 2019).

En los últimos años, la UEB Talleres Agropecuarios Granma ha realizado acciones además del control sistemático con vista a garantizar sus producciones con un consumo racional de sus portadores energéticos, sin embargo, no se ha logrado la eficiencia deseada en el uso y control de los mismos. Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, es factible la ejecución de este trabajo de investigación el cual tiene como objetivo evaluar la gestión energética a partir de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía para lograr una mayor eficiencia en el uso y control de los portadores energéticos en la Unidad de Base Talleres Agropecuarios Granma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló en la UEB de Talleres Agropecuarios Granma la cual se encuentra

ubicada en la carretera central km 3^{1/2}, vía Santiago de Cuba, perteneciente al municipio Bayamo, provincia Granma, es una unidad empresarial de base que se integra al Grupo Empresarial Logístico del Ministerio de la Agricultura (GELMA).

Caracterización energética de la fábrica

La caracterización energética de la fábrica se realizó basada en el método analítico-matemático, según aparece en la Tecnología de Gestión Total de la Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial (TGTEE) planteada por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos (CEEMA, 2002). La misma consiste en un paquete de procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializados, que aplicado de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en una empresa. Y su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar un plan de medidas, sino esencialmente elevar las capacidades técnico-organizativas de la empresa, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética.

La metodología utilizada en esta investigación llegó hasta la prueba del diagnóstico, y para ello fue necesario partir de una base, que en este caso correspondió al período comprendido desde del mes enero del año 2020 hasta el mes de diciembre del año 2021. Tomando los registros de los consumos de los portadores energéticos (electricidad, diésel, fuel-oil, gasolina, lubricante y gas licuado) de los Talleres Agropecuarios Granma, con estos datos se procedió a realizar los estudios estadísticos para realizar la evaluación energética de esta entidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de los indicadores de la gestión energética

Procesados los registros de los consumos de los portadores energéticos aplicando la Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía se observa en la Figura 1 la estructura del consumo energético de la empresa en los años a) 2020 y b) 2021. En la misma se observa que los portadores energéticos que llevan el mayor peso dentro del consumo total de la UEB en ambos años son la energía eléctrica y el diésel respectivamente, pues la suma de ambos representa el 85,18% para el año 2020 y el 83,46% para el año 2021. Siguiendo la Ley de Pareto que para el caso energético plantea que se deben enfocar los esfuerzos en el 20% de los portadores que representen el 80% del consumo de los portadores energéticos, se realizará el análisis para estos dos solamente.

Determinado los portadores energéticos donde se debe centrar la atención, se pasó a la estratificación, con el objetivo de buscar la causa particular del efecto. En la [figura 2](#) se puede apreciar cómo se comportó el consumo de diésel para el periodo analizado, observándose que dentro de las actividades que consumen el 80% de este portador energético se encuentran la producción derivada de la siderurgia y la construcción para inversiones, pues estas dos actividades representan el 20% que generan el 80% del consumo total de diésel de la UEB.

De manera similar se debe proceder con la energía eléctrica. Sin embargo, para este portador energético se hizo imposible ver cuál es la causa particular, para saber cuáles son las actividades que representan el 20% y generan el 80% del consumo de este portador. La causa primordial es que no se cuenta con metros contadores por áreas de resultados claves y de esta

forma conocer el consumo de electricidad por actividad.

Posteriormente, se procesan los registros de la energía eléctrica y diésel para el año 2020, observándose a través de los gráficos de energía y producción en el tiempo ([Figura 3](#)), que existen variaciones entre los portadores energéticos y la producción. Resultado que difiere de lo que plantea la teoría, de que el ajuste de este tipo de variables debe ser lineal.

A pesar de este resultado, para el caso de la energía eléctrica ([Figura 3a](#)) se aprecia una tendencia a la linealidad en los meses de mayo a septiembre. De igual forma al analizar el diésel en el tiempo ([Figura 3b](#)) se aprecia que el mejor comportamiento de este portador en el tiempo fue en el mismo periodo.

De igual forma se muestran en la [Figura 4](#) los consumos de energía eléctrica y diésel en el tiempo

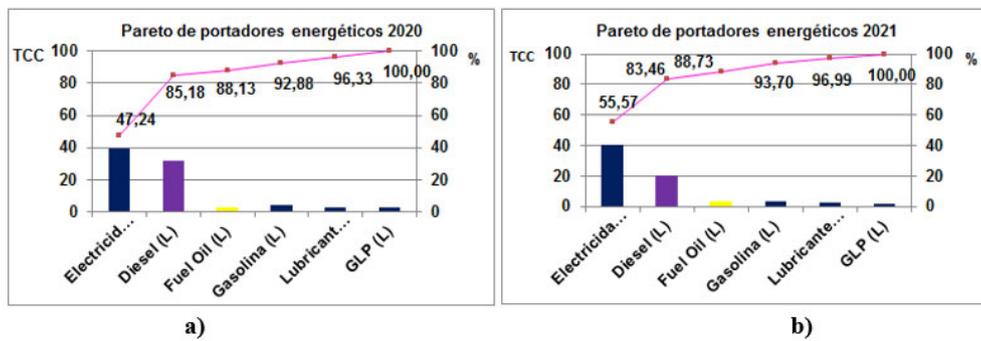


FIGURA 1. Diagrama de Pareto. a) Portadores energéticos 2020 b) Portadores energéticos 2021.

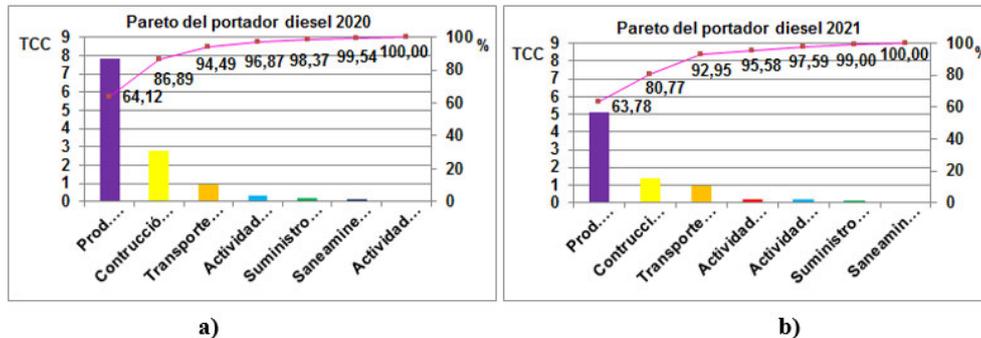


FIGURA 2. Consumo de diésel por actividades en la UEB en los años a) 2020 y b) 2021.

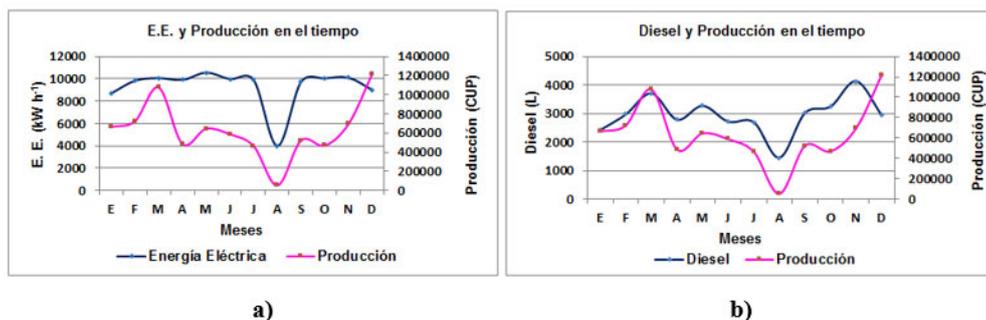


FIGURA 3. Gráficos de energía y producción a) Energía y Producción 2020 b) Diésel y Producción 2020.

para el año 2021. Apreciándose también que en este período existieron variaciones que no conllevaron a un ajuste lineal.

Sin embargo, para el caso de la [Figura 4a](#) (E.E y producción en el tiempo) se aprecia que en los meses de enero a febrero, julio y agosto, así como octubre, noviembre y diciembre el ajuste es lineal. Para el caso de la [Figura 4b](#) (diésel y producción en el tiempo) se muestra una tendencia a la existencia de menos variaciones. Solo en los meses de marzo y abril la tendencia no fue lineal.

Al observar los gráficos de correlación para el año 2020 ([Figura 5](#)) se evidencia que los índices utilizados para esta actividad no son los adecuados.

Avalado esto por los valores que se encontraron al determinar el coeficiente de determinación (R^2) en ambos portadores (0,26 para el caso de la energía eléctrica y

0,34 para el diésel). Magnitudes que se encuentran por debajo de los reportado por [Borrito et al. \(2002\)](#). Investigadores que refieren que para que los índices utilizados en la actividad sean adecuados el valor debe ser mayor igual a 0,75.

Al realizar este mismo análisis para el año 2021 se aprecia también que los índices utilizados para esta actividad no son adecuados ([Figura 6](#)). Pues los resultados de los coeficientes de determinación para el consumo de Energía Eléctrica y Diésel arrojaron valores iguales a $R^2=0,50$ y $R^2=0,42$; respectivamente. Magnitudes que aunque superiores a los obtenidos en el 2020 no igualan, ni superan lo reportado por [Borrito et al. \(2002\)](#).

Por otra parte, en la [Figura 7](#) se muestran los resultados del comportamiento del control del consumo de combustible, donde se observa que para el

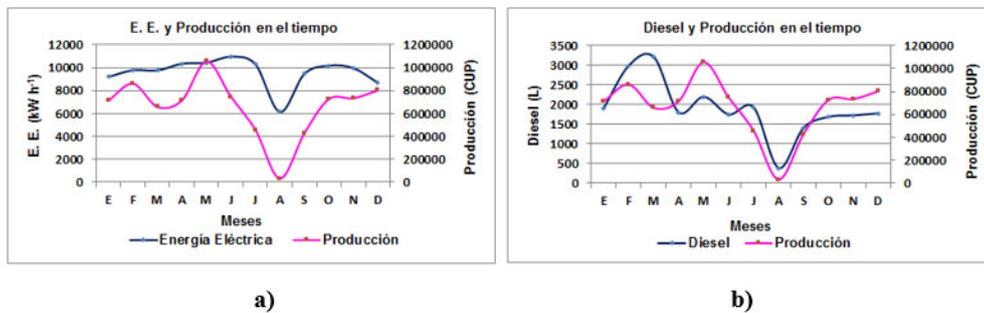


FIGURA 4. Gráficos de energía y producción a) Energía y Producción 2021 b) Diésel y Producción 2021.

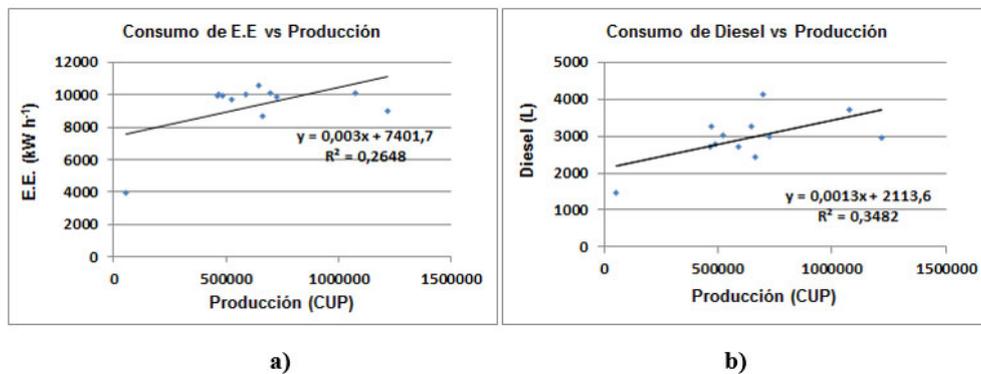


FIGURA 5. Gráficos de consumos. a) Energía Eléctrica vs Producción 2020 b) Diésel vs Producción 2020.

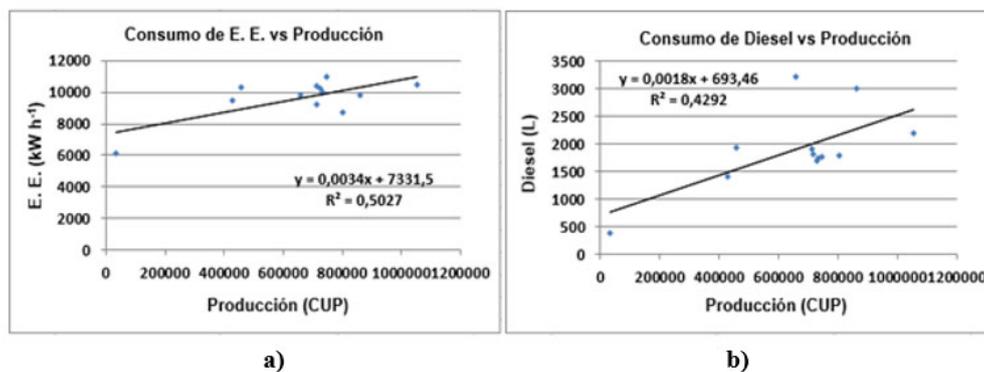


FIGURA 6. Gráficos de consumos. a) Energía Eléctrica vs Producción 2021 b) Diésel vs Producción 2021.



FIGURA 7. Gráfico de Control de consumo de combustible diésel para los años 2020 y 2021.

periodo analizado se encuentra dentro de los límites de control superior (LCS) e inferior (LCI), evidenciando que hay existencia de secuencia y sesgos, ya que hay más de 7 puntos por debajo de la media del consumo, datos que corresponden a los meses de abril hasta diciembre de 2021.

Al analizar el comportamiento de la gestión energética en los dos años analizados se evidencia que los indicadores de eficiencia energética en la UEB Talleres Agropecuarios Granma no son satisfactorios. Resultado que está sujeto a una serie de medidas a tomar tanto a mediano y corto plazo (sin inversión económica y con inversión económica) en la entidad con el objetivo de mejorar la eficiencia energética de la misma.

Los resultados encontrados en esta investigación, concuerdan con los obtenidos por [Martínez \(2007\)](#), [López \(2011\)](#), [Machado et al. \(2013\)](#), [de la Rosa et al. \(2014\)](#) y [Mohamed et al. \(2016\)](#) donde al realizar una caracterización y evaluación energética en otras empresas, encontraron que existían variaciones entre los portadores energéticos analizados y la producción generada, arrojando valores del coeficientes de determinación por debajo de 0,75. Sin embargo, difiere de los presentados por [Verdecia et al. \(2017\)](#) donde al realizar una evaluación de la eficiencia energética en la empresa de transporte de la construcción Granma, encontró resultados que conllevaron a un ajuste lineal con coeficientes de determinación superiores al 75% (97 y 99%) Resultado que indica que en la provincia existen empresas donde no se presta la debida atención al recurso gestión energética. En aras de ser más eficientes y competitivos.

Para poder analizar el costo generado en el período analizado, en cuanto al uso del portador energía eléctrica, se tomará el precio del kW para este tipo de consumidor y se hallará la relación del cargo variable.

En la [Tabla 1](#) se muestran los resultados de los gastos energéticos, teniendo en cuenta el consumo de energía eléctrica no asociado al proceso productivo, en los dos años en estudios. Apreciándose que los gastos fueron un tanto superiores en el año 2020, con 19 CUP de diferencia respecto al 2021. Esto demuestra que el consumo de este portador no es significativo. Pudiéndose ahorrar un total de 3 977,96 pesos en CUP por este concepto.

TABLA 1. Gasto incurrido en el consumo de energía eléctrica no asociado al proceso productivo

Año	kW*h	Precio, CUP	Importe, CUP
2020	7 401,7	0,27	1 998,46
2021	7 331,5	0,27	1 979,50
Total	-	-	3 977,96

De igual forma se procede con el diésel, se tomará el precio de un litro para este tipo de portador y se hallará la relación del cargo variable.

En la [Tabla 2](#) se muestran los resultados de los gastos energéticos, teniendo en cuenta el consumo de diésel no asociado al proceso productivo, en el período analizado.

TABLA 2. Gasto incurrido en el consumo de diésel no asociado al proceso productivo

Año	Litros (l)	Precio, CUP	Importe, CUP
2020	2 113,6	2,00	4 227,20
2021	693,46	2,00	1 386,92
Total	-	-	5 614,12

Apreciándose que en el año 2020 los gastos referidos a este portador son superiores al 2021, con una diferencia de 2 840,28 CUP. Y aunque es evidente que en el año 2021 el comportamiento de este portador fue mejor, aún no se alcanzan índices adecuados respecto a la actividad fundamental. En general se incurrió en un gasto de 5 614,12 CUP los cuales pueden reducirse.

CONCLUSIONES

- Se determinó la estructura de consumo de los portadores energéticos de la UEB, siendo la electricidad y el combustible diésel los portadores de mayor influencia energética debido a que representan el 85,18% para el año 2020 y el 83,46% en el 2021 del consumo de la entidad.
- Se analizó la causa particular de un efecto a estratos más profundos y se obtuvo que la producción derivada de la siderurgia y la construcción para inversiones son las actividades que consumen el 80% de diésel.
- La correlación lineal entre los consumos de energía eléctrica versus producción en el período 2020 y 2021 es débil con valores del coeficiente de determinación R^2 inferiores a 0,75 con magnitudes de 0,26 y 0,50 respectivamente.
- La correlación lineal entre los consumos de diésel versus producción en el período 2020 y 2021 es débil con valores del coeficiente de determinación R^2 inferiores a 0,75 con magnitudes de 0,34 y 0,42 respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMACHI, C.; OLMEDO, H.; VIZUETE, R., LENIN, E.: *Evaluación del nivel de gestión total y eficiente de la energía en la Pasterizadora El Alba*, Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, UTC. Latacunga, 2010.
- BORROTO, B. A. J.; MONTEAGUDO, Y. J.; CAMPOS, A. J. C., FUENTES, V. J. R.: "Gestión Energética Empresarial", *Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos. Cuba. Editorial Universidad de Cienfuegos*: 98, 2002.
- BORROTO, N. A.; LAPIDO, R. M.; MONTEAGUDO, Y. J.; ARMAS, T. M. A.; MONTESINOS, P. M.; DELGADO, C. J.; PADRÓN, A.; VIEGO, F. P., GONZÁLEZ, P. F.: "La gestión energética: una alternativa eficaz para mejorar la competitividad empresarial", *Energética. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.*, (33): 65-69, 2005.
- CEEMA: "Gestión energética empresarial.", *Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos. Cuba. Editorial Universidad de Cienfuegos*: 2002.
- DE LA ROSA, A. A. A.; BENÍTEZ, L. L. V.; CARRILLO, T. W., CHICAIZA, L. D. S.: "Evaluación energética de la fábrica de conservas de frutas y vegetales del municipio Yara de la provincia Granma", *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(2): 49-59, 2014.
- GONZÁLEZ, O. F.; GARCÍA, R. L. M.; RIVERO, G. J.; DÍAZ, C. L. L., RAMÍREZ, D. A. I.: "Disminución del consumo de agua durante el proceso productivo en el combinado de cítricos de Pinar del Río", *Revista Científica Avances*, 13(1): 2011.
- GUTIERREZ, R. E.; GUERRA, K. B.; HARO, C. P., ECHECARRÍA, M. M.: "Mejora de la eficiencia energética en el proceso productivo de una empresa de tableros contrachapados", *Revista Espacios*, 40(28): 1-15, 2019.
- LÓPEZ, R. J.: *Evaluación energética de la pasterizadora del municipio Media Luna*, 64pp., Departamento de Ciencias Técnicas, Universidad de Granma, Bayamo. Granma, 2011.
- MACHADO, R. O.; MEDINA, Á. B. F.; RODRÍGUEZ, M. L., PÉREZ, B. R.: "Implementación de un sistema de gestión energética y ambiental en la fábrica de alimentos balanceados "Chichí Padrón" de Villa Clara", *Revista Centro Azúcar*, 40: 46-51, 2013.
- MACÍAS, S. I.; GASKIN, E. B. G.; DE LA ROSA, A. A. A.; RAMOS, Z. J. L., PACHECO, G. R. F.: "Análisis del consumo energético en camiones cisternas pertenecientes a la empresa comercializadora de combustibles Granma", *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(1): 34-38, 2015.
- MARTÍNEZ, E. Y.: *Caracterización energética en el pasterizador de Manzanillo*, 48pp., Departamento de Mecanización Agrícola, Universidad de Granma, Bayamo, Granma, 2007.
- MOHAMED, A. A.; MÁRQUEZ, M. F., ELISA, H. J. F.: "La gestión energética en la Unidad Empresarial de Base de la Empresa de Hidroenergía", *Revista Avances*, 18(3): 269-278, 2016.
- RAMOS, D. C. G.: *Cambio climático y pobreza, restos de las ciudades periféricas a principios del siglo XXI*, La Habana, 2011.
- RAMOS, G. A.; ESPINOSA, C. E., MÁRQUEZ, M. F.: "Implementación de la Tecnología de la Gestión Total Eficiente de la Energía en las entidades más consumidoras de energía eléctrica de la provincia Pinar del Río", *Revista Avances*, 12(1): 1-9, 2010.
- RAÑA, G. L. D. A.; CASTILLO, A. O., RODRÍGUEZ, R. P.: "Cómo elevar la eficiencia en la selección de vehículos", *Ingeniería Mecánica*, 1(1): 37-43, 2004.
- ROMERO, A.: "La eficiencia energética como instrumento de ahorro", *Revista Real Academia de Ciencias Exactas, Física y Naturaleza*, 105(1): 151-162, 2011.
- VERDECIA, T. D.; DE LA ROSA, A. A. A.; PACHECO, G. R. F.; SÁNCHEZ, G. E., GASKIN, E. B.: "Evaluación de la eficiencia energética en la empresa de transporte de la construcción de Granma", *Revista Ingeniería Agrícola*, 7(2): 51-60, 2017.

Alain Ariel de la Rosa-Andino, Prof. Titular, Universidad de Granma, Facultad de Ciencias Técnicas, Dpto. de Ingeniería Mecánica, Carretera a Manzanillo km 17 ½, Peralejo-Apartado 21- Bayamo, M. N. Código Postal: 85149. Provincia Granma, Cuba, e-mail: arosaa@udg.co.cu .

Yoandrys Morales-Tamayo, Prof. Universidad Técnica de Cotopaxi. Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas. Dpto. Ingeniería Electromecánica. Extensión La Maná, Ecuador, e-mail: arosaa@udg.co.cu .

Manuel Octávio Isaac Spinola, Prof. Instituto Superior Politécnico de Cuanza Sul. Sumbe Dpto. de Agronomía.. Cuanza Sul. Angola, e-mail: octaviospinola@gmail.com

Peltier Rossi Lino de Aguiar, Prof. Instituto Superior Politécnico de Cuanza Sul. Dpto. de Agronomía. Sumbe. Cuanza Sul. Angola, e-mail: peltieraguiar@gmail.com

Idalberto Macías-Socarrás, Prof., Universidad Estatal Península de Santa Elena, Avenida Principal La Libertad-Santa Elena, La Libertad, Ecuador, imacias@upse.edu.ec

Yordanka Aguilera-Corrales, Prof. Asistente. Universidad de Granma. Facultad de Humanidades. Manzanillo, Granma. Cuba, e-mail: arosaa@udg.co.cu

AUTHOR CONTRIBUTIONS: **Conceptualization:** de la Rosa. A. A .A. **Data curation:** e la Rosa. A. A .A, Isaac, S. M. O., Macias, S. I. **Investigation:** de la Rosa. A. A .A., Morales, T. Y., Isaac, S. M. O., Rossi, L. P., Macias, S. I. **Formal Analysis:** de la Rosa. A. A .A., Morales, T. Y., Isaac, S. M. O., Rossi, L. P., Macias, S. I. **Methodology:** de la Rosa. A. A .A., Morales, T. Y., Isaac, S. M. O., Rossi, L. P., Macias, S. I., Aguilera, C. Y. **Supervision:** de la Rosa. A. A .A., Morales, T. Y., Isaac, S. M. O., Rossi, L. P., Macias, S. I., Aguilera, C. Y. **Writing - original draft:** de la Rosa. A. A .A **Writing - review & editing:** de la Rosa. A. A .A., Morales, T. Y., Isaac, S. M. O., Rossi, L. P., Macias, S. I., Aguilera, C. Y.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.