

ENERGÍA

ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluación energética de la fábrica de conservas de frutas y vegetales del municipio Yara de la provincia de Granma

Energetics evaluation of the fruits and vegetables canning factory of the Yara municipality of Granma province

Ing. Alain Ariel de la Rosa Andino, Ing. Lázaro Ventura Benítez Leyva¹, Ing. Wilfredo Carrillo Torres¹¹,
Ing. Diego Sebastián Chicaiza Lagla¹

¹ Universidad de Granma, Dpto. de Ciencias Técnicas, Granma, Cuba.

¹¹ Fábrica de Conservas de Frutas Yara. Granma, Cuba.

RESUMEN. El presente trabajo se efectuó en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales, Yara, perteneciente a la Empresa de Conserva de Frutas y Vegetales de la Industria Alimentaria de la provincia Granma, Cuba. El mismo tiene como objetivo evaluar el nivel de gestión energética de la fábrica, 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 cumplimentar dicho objetivo se parte de la toma de los consumos de electricidad, combustibles diésel (transporte y tecnológico), fuel-oil y agua, así como los costos para 1 kWh y 1 L de electricidad y fuel oil, respectivamente; para el año 2011 y los primeros cinco meses del 2012. 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 fábrica son el fuel-oil y la energía eléctrica. Se concluye que en el año 2011 no existió correlación entre los consumos de los portadores energéticos y la producción. Sin embargo, en el año 2012 si existió correlación, con un coeficiente de determinación de 0,78 y 0,77 respectivamente.

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

ABSTRACT. The present work took place in the Fruits and Vegetables Canning Factory, Yara which belongs to the Fruits and Vegetables Canning Company of the nutritional industry of the Granma province, Cuba. It has as objective to evaluate the energetics management level of the factory, in order to obtain a greater efficiency and competitiveness. To this end, we resorted to the use of the methodology proposed by the Training center and Environment (CEEMA) of the University of Cienfuegos for the application of the Technology of Efficient Total Management of Energy (TGTEE). In order to compliment this objective we began by taking electricity consumptions, fuels diesel (technological transport and), fuel oil and water, as well as the costs for 1 kWh and 1 L of electricity and fuel oil, respectively; for year 2011 and the first five months of the 2012. They were registered in the departments of economy and energy of the organization, with which a data base was made applying the analytical-mathematician of the TGTEE method, leaning in the package of Microsoft Office (Excel). The results demonstrate that the greater weight power carriers in the production of the factory are the fuel-oil and the electrical energy. One concludes that in 2011 correlation between the consumptions of the power carriers and the production did not exist. Nevertheless, in 2012 there was correlation, with a determination coefficient of 0,78 and 0,77 respectively.

Keywords: energy, efficiency energetic, power carriers, correlation, management energetic.

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos que han de abordar los países en los próximos años, en función de las actuales tendencias de una sociedad más sostenible, lo constituyen las grandes transforma-

ciones que se experimentan en el ámbito energético y ambiental. Hasta los días de hoy y desafortunadamente, de un futuro no tan cercano, el 80% de las necesidades energéticas de nuestro

planeta son satisfechas con la utilización de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón). Todos ellos extinguidos, fuertemente contaminantes y utilizados en forma ineficiente, por el interés predominante de la producción de energía sobre el de sus efectos ecológicos. La importancia de reducir el consumo de estas fuentes primarias se ha transformado de un problema económico a un problema vital, y de un problema vital del futuro a unos de los mayores accidentes que ya padecemos en el desarrollo de la humanidad. Hasta el momento, el problema de explotar el recurso eficiencia energética se ha visto de una forma muy limitada, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos energéticos para detectar las fuentes y niveles de pérdidas, y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro, para la conservación energética. Esta vía, además de obviar parte de las causas que provocan baja eficiencia energética en las empresas, generalmente tiene reducida efectividad por realizarse muchas veces sin la integralidad, los procedimientos y el equipamiento requerido; todo ello por limitaciones financieras para aplicar los proyectos, pero sobre todo, por no contar por parte de la empresa con la cultura, ni con las capacidades técnico-administrativas necesarias para realizar el seguimiento, control y lograr un adecuado nivel de consolidación de las medidas aplicadas. Por lo que es necesario que en las empresas se introduzcan cambios con el fin de tener un buen control energético aumentando con esto la eficiencia y la competitividad (Borroto, 1997; Arratría, 2002; ADEME, 2004; Rodríguez y Vázquez, 2004; Borroto *et al.*, 2005; Monteagudo y Gaitan, 2005; Villalobos, 2010; González *et al.*, 2011; Pichs, 2011; Montesinos, 2012; Pérez, 2012).

Se estima que en Cuba, en la industria, las actividades con mayor potencial son: el níquel, el cemento, el acero, la generación eléctrica y la refinación de petróleo y, en menor medida, la de la industria alimentaria y del papel. En todas ellas las medidas fundamentales se dirigen a elevar la disciplina tecnológica, mejora técnica y técnico-organizativa, adición de equipos recuperadores de energía, aprovechamiento del calor residual, sustitución por combustibles económicamente más ventajosos, mejoras en la combustión, automatización en los controles y otras. Lo más importante para lograr la eficiencia energética de una empresa, no es solo que se tenga un plan de ahorro de energía, sino que exista un sistema de gestión energética que garantice que ese plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos para generar

y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de producción y consumo en función de la eficiencia, que consolide los hábitos de control y autocontrol, y en general que integre las acciones del proceso productivo o de servicios que se realiza (Organización Latinoamericana de Energía, 2000a,b).

La provincia Granma es una de las más limitadas en los recursos financieros, con baja capacidad de inversión. Es por esto que es necesario garantizar las producciones venideras con un consumo mínimo de portadores energéticos así como establecer la eficiencia energética como una vía para el crecimiento de la economía del territorio. La fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales de Yara es una entidad agroindustrial que tiene como misión elaborar y comercializar productos en conservas de frutas, vegetales, legumbres y viandas mediante la transformación y utilización de materias primas que generalmente provienen de la agricultura. Y estas producciones están encaminadas a satisfacer el mercado nacional y de divisas, con variedad en los surtidos, calidad y eficiencia. Sin embargo, en los últimos años se ha visto la necesidad de garantizar sus producciones con un consumo racional de portadores energéticos, debido a que en los últimos años la producción no ha estado acorde con los consumos de portadores energéticos. Teniendo en cuenta la importancia que presenta el ahorro de los portadores energéticos en la industria alimenticia postcosecha, se decidió desarrollar el presente trabajo que tiene como objetivo evaluar el nivel de gestión energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, provincia Granma.

MÉTODOS

La ejecución de la investigación tuvo lugar en la Empresa de Conservas de Frutas y Vegetales, Fábrica Yara de la provincia Granma, Cuba. La misma se encuentra situada en la carretera Bayamo–Manzanillo km 47.

Descripción de la labor y del flujo productivo de fábrica

La fábrica está compuesta por cuatro líneas productivas para la producción y de estas líneas, tres son las que juegan un papel determinante en la elaboración de los productos. Las mismas se muestran en la Tabla 1. La materia prima fundamental la constituyen las frutas naturales y los vegetales elaborándose a base de los mismos y con la adición de algunas sustancias químicas tales como preservantes, una gama de productos de gran aceptación entre la población y el mercado interno en divisas.

TABLA 1. Líneas de producción de la fábrica de conservas y vegetales Yara

No.	Líneas de producción	Capacidad	Índice de Consumo
1	Línea de jugos y néctares	Entre 20–30 (t día ⁻¹)	2,3 MW d ⁻¹
2	Línea Tomate (Conc. tom. s ⁻¹)	115 t día ⁻¹	32,2 MW d ⁻¹
3	Línea Aséptica	2,5–3 t h ⁻¹	0,84 MW h ⁻¹
4	Línea de Vegetales	1 t h ⁻¹	0,22 MW h ⁻¹

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 este caso correspondió al período comprendido desde del mes enero del año 2011, hasta el mes de mayo del año 2012. Tomando los registros de los consumos de los portadores energéticos (fuel-oil, electricidad, diésel para el transporte, diésel tecnológico y agua) de la fábrica de conservas de frutas y

vegetales Yara, 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

Una vez procesados los registros de los consumos de los portadores energéticos, se puede apreciar en la Figura 1 los diagramas de Pareto correspondientes a los años 2011 y 2012, que aquellos que llevan el mayor peso dentro del consumo de la fábrica son el fuel-oil y la energía eléctrica, sumados ambos representan el 96 y 88% del consumo total de los energéticos de dicha entidad. 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% de los consumos de los energéticos, por esta razón, se centra el análisis en estos dos portadores energéticos solamente. Aunque se valoraron también el diésel para el transporte, diésel tecnológico y el agua en aras de conocer su comportamiento.

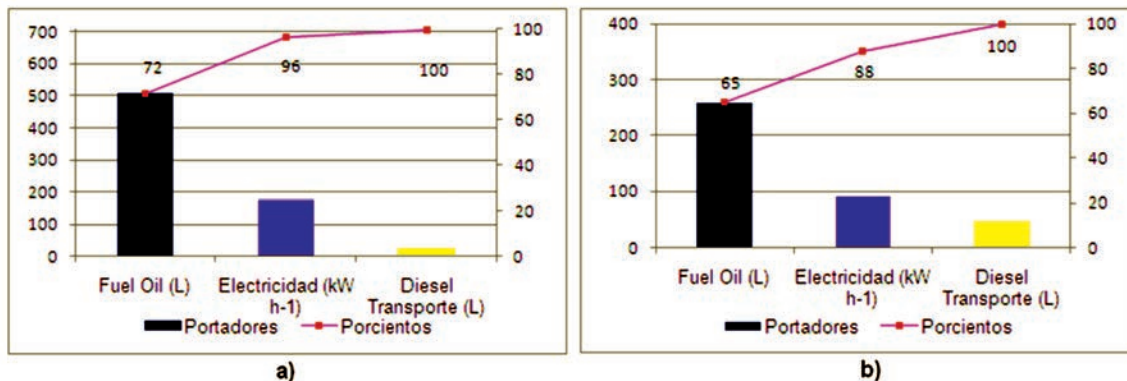


FIGURA 1. Diagrama de Pareto. a) Portadores energéticos 2011 b) Portadores energéticos 2012.

Determinados los portadores energéticos donde se debe centrar la atención, se procesan los registros de los portadores energéticos (fuel-oil y energía eléctrica) del año 2011, observándose a través de los gráficos de energía y producción en el tiempo (Figura 2), 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 de ser lineal. Aunque se aprecia que en los meses de enero, febrero, marzo y abril hubo correspondencia entre el consumo de energía eléctrica y producción (Figura 2a), resultado que evidencia que en el cuatrimestre existió un ajuste lineal. De igual forma, al analizar este mismo período (Figura 2b), se observa que existe un ajuste lineal. Sin embargo, el consumo de fuel-oil se comportó ligeramente por encima de la producción generada.

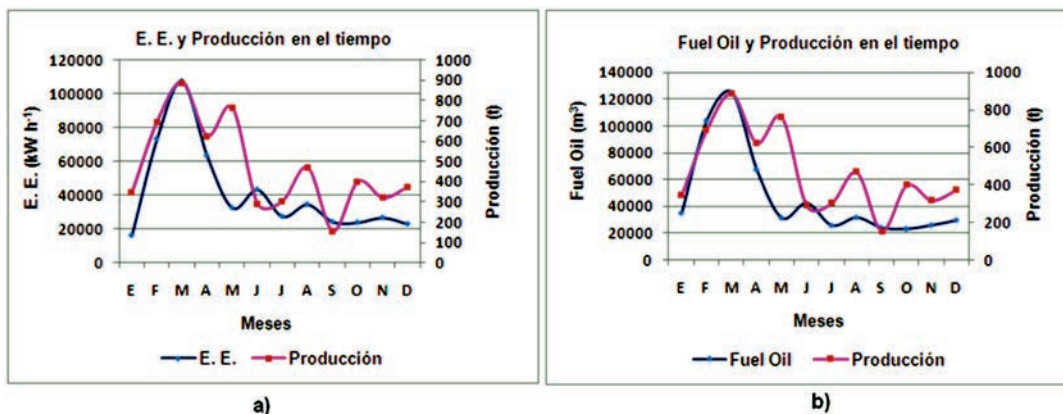


FIGURA 2. Gráficos de energía y producción 2011. a) Energía eléctrica vs producción b) Fuel-oil vs producción.

En general los resultados manifiestan que no existe correlación entre los consumos de la energía eléctrica y el fuel-oil versus producción obtenida, indicando que los índices utilizados para esta actividad no son los adecuados. Observándose (Figura 3) que los coeficientes de determinación para el consumo de energía eléctrica y fuel-oil arrojaron coeficientes de determinación iguales $R^2=0,60$ y $R^2=0,58$; respectivamente. Ambos valores indican que la correlación entre los portadores energéticos y la producción es débil, debido a que son menores que $R^2=0,75$.

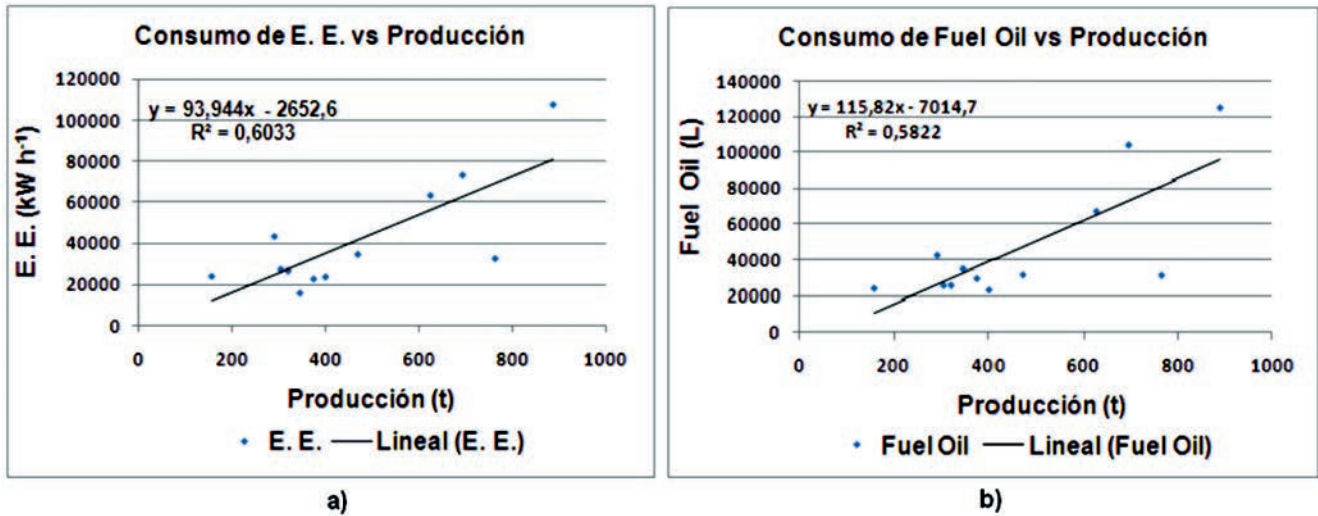


FIGURA 3. Gráficos de consumos año 2011. a) Energía eléctrica vs producción b) Fuel oil vs producción.

Resultados similares se obtuvieron al interpretar los gráficos de energía y producción en el tiempo de los portadores diésel para el transporte, diésel tecnológico y agua. Evidenciándose variaciones que no conllevan a un ajuste lineal, por lo que se obtienen coeficientes de determinación por debajo de $R^2=0,75$.

En el año 2012 y hasta período analizado, se aprecia que existe un ajuste lineal entre los consumos de energía eléctrica, fuel-oil y producción (Figura 4). Sin embargo, a pesar de que existe ajuste entre los portadores y la producción, en los meses de febrero, marzo

y mediados de abril el consumo de los mismos estuvo ligeramente por encima de los valores de producción generada.

Al analizar los resultados brindados de los gráficos de consumos se evidencia la existencia de una correlación entre los consumos de los portadores energéticos y la producción, donde el coeficiente de determinación es de $R^2=0,78$ para la energía eléctrica y $R^2=0,77$ para el fuel-oil (Figura 5). Resultados que según Borroto *et al.*, (2002) son aceptables, puesto a que los mismos están por encima de 0,75.

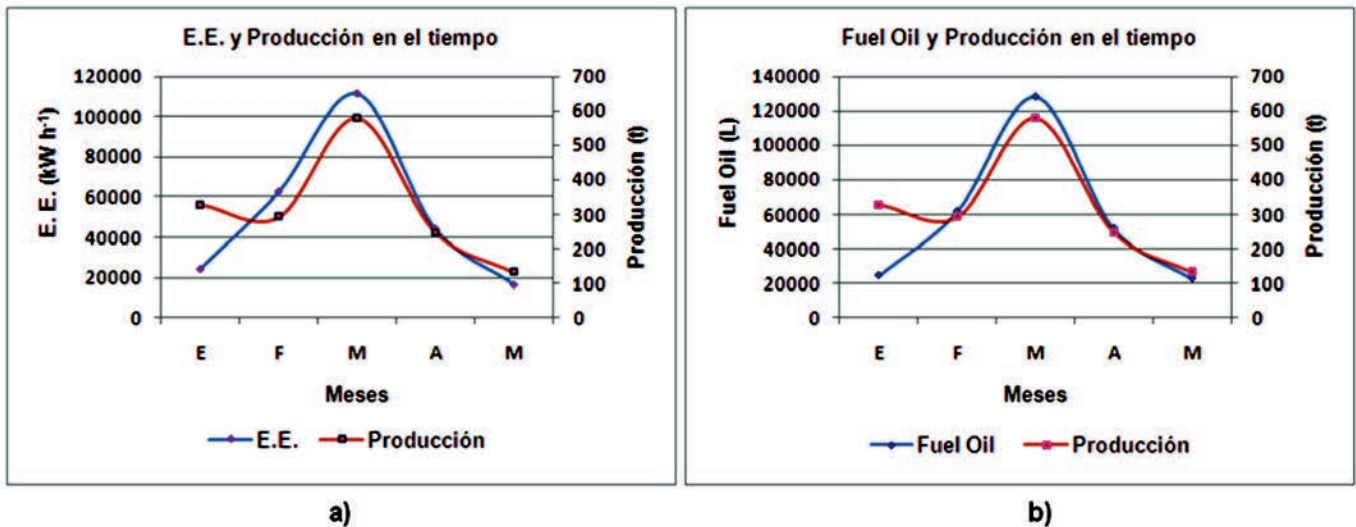


FIGURA 4. Gráficos de energía y producción 2012. a) Energía eléctrica vs producción b) Fuel oil vs producción.

Para complementar lo anteriormente explicado se confeccionan los diagramas de Índice de consumo vs producción. Los mismos se muestran en la (Figura 6), apreciándose como los índices reales de los meses analizados se encuentran por debajo de la curva del índice del consumo teórico, mediante lo cual se puede afirmar que este parámetro pudiera ser mejor. La causa fundamental de este valor, se le atribuye a que la puesta en marcha de la fábrica se efectúa para pequeños valores de producción, cuando lo recomendado es que la misma trabaje a régimen nominal.

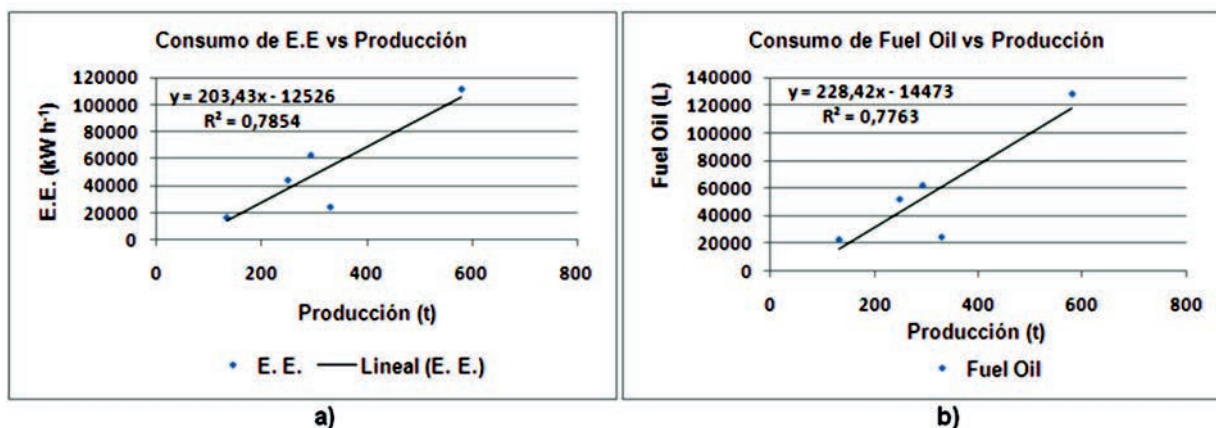


FIGURA 5. Gráficos de consumos año 2012. a) Energía eléctrica vs producción b) Fuel-oil vs producción.

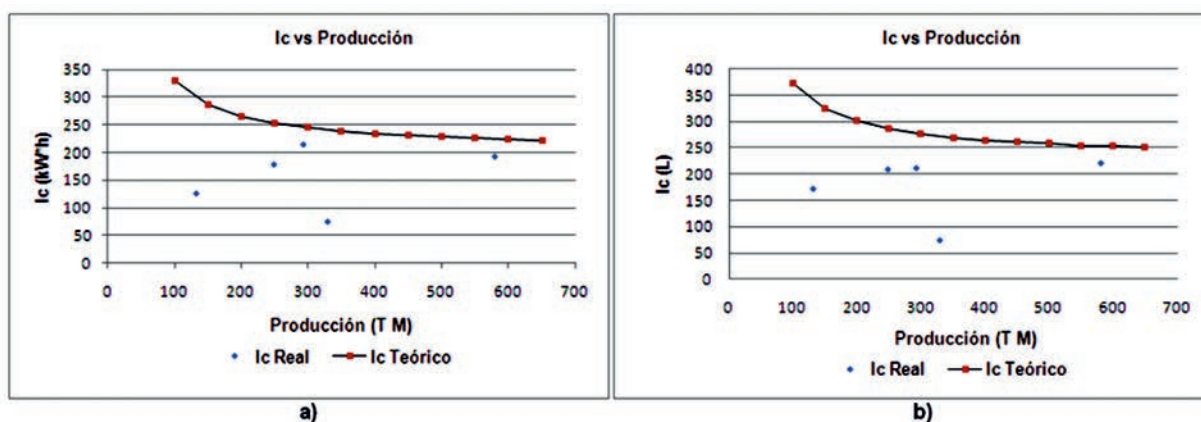


FIGURA 6. Gráficos de Índice de Consumo. a) Ic Energía eléctrica vs producción b) Ic Fuel-oil vs producción.

Para el resto de los portadores energéticos (diésel para el transporte, diésel tecnológico y agua). Se aprecia que existen variaciones entre el consumo de los portadores y la producción, que no tributan a un ajuste lineal. Obteniéndose coeficientes de determinación por debajo de 0,75.

Al comparar el año 2011 con el período analizado en el 2012 se evidencia que la gestión energética en la fábrica de conserva de frutas y vegetales es mejor en este último período. Resultado que está sujeto a una serie de medidas implantadas a mediano y corto plazo (con y sin inversión económica) en la entidad con el objetivo de mejorar la eficiencia energética de la misma.

Los resultados encontrados en esta investigación para en el año 2011 (en cuanto a la correlación portador energético producción), concuerdan con los obtenidos por Martínez (2007) y López (2011), donde al realizar una caracterización y evaluación energética de los pasteurizadores de los municipios Manzanillo y Media Luna, 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, los resultados del año 2012 difieren de los encontrados por los referidos autores, demostrándose que si existe correlación entre los portadores energéticos y la producción.

Desde el punto de vista de los autores esta situación puede verse desde dos ángulos, uno en el cual para la elaboración y utilización de todas las herramientas de la gestión

se necesita de una estadística confiable la cual apunte los resultados obtenidos, y otro ángulo donde los indicadores no están acorde a la actividad analizada, esto cabe perfectamente en los referente a los índices para los portadores relativos al transporte. La fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales de Yara se dedica a la producción de pulpas, jugos, néctares, etc. y no a transportar dicha producción solamente, por lo tanto, es conveniente que se separen estas dos actividades para poder buscar indicadores adecuados a cada una de ellas mientras esto continúe nunca se podrán tener indicadores confiables, estas pueden ser las causas principales de los resultados obtenidos.

En cuanto a los aspectos económicos se centra la atención en la energía eléctrica consumida para producción cero ó energía eléctrica consumida que no está asociada al proceso productivo para cada año. Cuba invierte en generar 1kW h de electricidad 0,25857 CUP y 0,21050 CUP en obtener 1L de fuel-oil. La fábrica consumió 2 652,6 kWh en el año 2011 y 12 526 kW h en el año 2012 que no estuvieron asociados al proceso productivo, lo que representa un gasto para Cuba de (Figura 7a); 685,88 y 3 238,84 CUP respectivamente. Para el caso de fuel-oil la fábrica consumió 7 014,7 L en el 2011 y 1 4473 L en el 2012 que no estuvieron asociados al proceso productivo, representando un monto de 213,60 CUP y 3 046,56 CUP respectivamente (Figura 7b). Gastos que se pueden disminuir si en la fábrica se prestará más atención al recurso gestión energética.

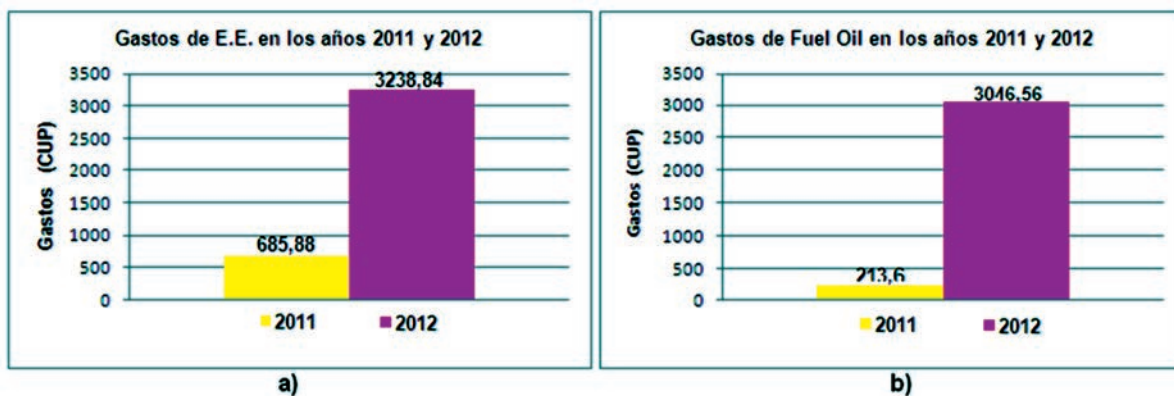


FIGURA 7. Gráficos de Índice de Consumo. a) Ic Energía eléctrica vs producción b) Ic Fuel oil vs producción.

CONCLUSIONES

- Los portadores energéticos de mayor peso en la producción de la fábrica son el fuel-oil y la energía eléctrica.
- En el año 2011 no existió correlación entre el consumo de los portadores energéticos y la producción con un coeficiente de determinación de $R^2=0,60$ para la energía eléctrica y $R^2=0,58$ para el fuel oil.
- En el año 2012 existe correlación entre el consumo de los portadores energéticos y la producción con un coeficiente de determinación de $R^2=0,78$ para la energía eléctrica y $R^2=0,77$ para el fuel oil.
- La gestión energética en el 2012 se cataloga de aceptable.
- Los resultados obtenidos en año 2011 en esta investigación concuerdan con los encontrados por otros investigadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEME: *Eficiencia Energética: Estudio Mundial. Memorias de Indicadores, Políticas, Evaluación*, Informe del Consejo Mundial de la Energía en colaboración con ADEME, 2004, pp. 250, Ed. United Kingdom. World Energy Consul, United Kingdom, 2004.
- ARRATRÍA, Á. M. A.: *Ahorro de energía y respecto ambiental*, Ed. Editorial Política, La Habana, 2002.
- BORROTO, B. A. J.: *Planificación Energética en Asentamientos Rurales*, Ed. Editorial Guardalajara, Guardalajara. Mexico, 1997.
- BORROTO, B. A. J.; Y. J. MONTEAGUDO; A. J. C. CAMPOS y V. J. R. FUENTES: *Gestión Energética Empresarial*, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, Universidad de Cienfuegos, Editorial Universidad de Cienfuegos, 98, Cienfuegos, Cuba, 2002.
- BORROTO, N. A.; R. M. LAPIDO; Y. J. MONTEAGUDO; T. M. ARMAS; P. M. MONTESINOS; C. J. DELGADO; A. PADRÓN; F. V. VIEGO y P. F. GONZALEZ: "La gestión energética: una alternativa eficaz para mejorar la competitividad empresarial", Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia, *Energética, Revista del instituto de energía*, 33 (1): 65-69, 2005.
- CEEMA: *Gestión energética empresarial*, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, Editorial Universidad de Cienfuegos, Universidad de Cienfuegos, Cuba, 2002.
- GONZÁLEZ, O. F.; R. L. M. GARCÍA; G. J. RIVERO; C. L. L. DÍAZ y D. A. I. RAMIREZ: "Disminución del consumo de agua durante el proceso productivo en el combinado de cítricos de Pinar del Río", *Revista Científica Avances*, 13 (1): 2011.
- LÓPEZ, R. J.: *Evaluación energética de la pasterizadora del municipio Media Luna*, 64pp., Ed. Departamento de Ciencias Técnicas, Universidad de Granma, Bayamo. Granma, 2011.
- MARTÍNEZ, E. Y.: *Caracterización energética en el pasteurizador de Manzanillo*, 48pp., Ed. Departamento de Mecanización Agropecuaria, Universidad de Granma, Bayamo, Granma, 2007.
- MONTEAGUDO, Y. J. P. y R. O. G. GAITAN: "Herramientas para la gestión energética empresarial", *Scientia et Technica*, XI (29): 169-174, 2005.
- MONTESINOS, A.: "El terruño nuestro de cada día", *Energía y tú*, 60 (1): 2-3, 2012.
- ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA: "Evaluación del sector energético de América Latina y el Caribe", *Revista Energética*, 24 (1): 2-7, 2000a.
- ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA: "La eficiencia energética con la reestructuración del sector en América Latina y el Caribe", *Revista Energética*, 24 (2): 4-9, 2000b.
- PÉREZ, D.: "Los sistemas de gestión energética impulsarán el competitividad de la industria colombiana", *Revista Colombiana*, 87 (1): 1-3, 2012.
- PICHS, M. R.: "Cambio climático: enfoques desde el sur, La Habana. Cuba", *RUTH casa*: La Habana, Cuba, 2011.
- RODRIGUEZ, N. y M. VÁZQUEZ: "Estudio energético en la resecadora de tabaco de San Antonio de los Baños", *Energética*, 24 (2): 36-38, 2004.
- VILLALOBOS, C. J.: "Eficiencia energética de carga en el transporte de carga por carretera", *FAL*, 281 (01): 8, 2010.

Recibido: 17 de febrero de 2013.

Aprobado: 20 de marzo de 2014.

Alain Ariel de la Rosa Andino, Prof. Asistente, Universidad de Granma, Dpto. de Ciencias Técnicas, Granma, Cuba, CP 85100, Correo electrónico: arosaa@udg.co.cu