

Evaluación energética a fábrica de piensos "Rómulo Padrón" a partir del consumo general de la planta



<https://cu-id.com/2177/v32n1e09>

Energy Evaluation of "Rómulo Padrón" Feed Factory Based on the General Consumption of the Plant

✉Annia García Pereira*, ✉Javier León Martínez, ✉Gemma Domínguez Calvo, ✉Pedro Paneque Rondón

Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Laja, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN: La producción de alimentos concentrados con elevados indicadores de eficiencia energética constituye un reto en Cuba actualmente. Por lo que en la presente investigación tiene como objetivo, realizar una evaluación energética a la UEB Fábrica de Piensos "Rómulo Padrón" a partir del consumo general de la planta. Para ello se realiza un diagnóstico de la fábrica, se determinan las principales herramientas que evalúan la eficiencia energética en este tipo de industria y se presenta un plan de mejoras. Los resultados muestran valores mensuales promedio de producción, energía consumida y el índice de consumo de 4589,4 t; 35117 kWh y 7,56 kWh/t, y diarios del mes de marzo de 108,13 t; 802,93 kWh y de 7,42 kWh/t, respectivamente. Además, un comportamiento inestable de la energía consumida en función de la producción (mensual y diaria), con valores de coeficiente de correlación de 0,88 y 0,81, respectivamente.

Palabras clave: alimento concentrado, diagnóstico, eficiencia, índice de consumo, producción.

ABSTRACT: The production of concentrated foods with high-energy efficiency indicators is currently a challenge in Cuba. Therefore, in this research, the objective is to carry out an energy evaluation of "Rómulo Padrón" Feed Factory based on the general consumption of the plant. For this, a diagnosis of the factory is carried out, the main tools that evaluate energy efficiency in this type of industry are determined and an improvement plan is presented. The results show average monthly values of production, energy consumed and the consumption index of 4589.4 t; 35,117 kWh and 7.56 kWh/t, and 108.13 t daily for the month of March; 802.93 kWh and 7.42 kWh/t, respectively. In addition, it was determined an unstable behavior of the energy consumed based on production (monthly and daily), with correlation coefficient values of 0.88 and 0.81, respectively.

Keywords: Concentrated Food, Diagnosis, Efficiency, Consumption Index, Production.

INTRODUCCIÓN

Los problemas energéticos tienen cada vez más importancia en el mundo, fundamentado por el desarrollo acelerado de algunos países lo que ha propiciado una competencia intensa por el control de las reservas de petróleo. La eficiencia energética es una de las principales áreas de oportunidad para reducir costos, proteger el medio ambiente e incrementar la competitividad de las industrias ([Monteagudo-Yanes, 2004](#); [Monteagudo-Yanes y Gaitan, 2005](#)). Persigue lograr un uso más eficiente de la energía sin reducir los niveles de producción, sin disminuir la calidad del producto o servicio, ni afectar la seguridad o los estándares ambientales, caracteriza la habilidad de lograr objetivos productivos,

empleando la menor cantidad de energía posible, es lograr un nivel de producción, con los requisitos de calidad establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético, y la menor contaminación ambiental asociada ([Borroto-Nordelo et al., 2005](#); [Borroto-Nordelo, 2009](#); [Bustos-Burgos y Chiquito-Sánchez, 2017](#); [Ruiz y Hall-Mitre, 2017](#)). La gestión energética beneficia a la industria, contribuyendo a garantizar la calidad de los productos, reduciendo costos de producción y elevando su competitividad; al país, aplazando los requerimientos de financiamiento para la infraestructura energética, promoviendo nuevas tecnologías y la modernización del sector industrial, y reduciendo la importación de bienes de capital para el desarrollo energético; a la

Author for correspondence: Annia García Pereira, e-mail: annia@unah.edu.cu

Recibido: 10/07/2022

Aceptado: 09/12/2022

sociedad, conservando recursos para las futuras generaciones, disminuir las emisiones contaminantes al medio ambiente y contribuyendo a la formación de una cultura energética y ambiental ([Boroto-Nordelo et al., 2005](#); [2006](#); [Boroto-Nordelo y Aldersey-Williams, 2006](#); [Bravo-Hidalgo y Martínez-Perez, 2016](#)).

Por otro lado, en el desarrollo industrial se han ampliado los conocimientos en base a mejorar la nutrición animal, alcanzando altos niveles de desarrollo ya que los progresos en genética y sanidad han influido parcialmente en una mejoría de los resultados productivos logrando con solo cambiar la formulación de los alimentos, un incremento en los volúmenes de producción.

El alimento balanceado constituye una necesidad no solo para el animal sino también para el productor, porque permite el almacenamiento por largos periodos, aprovisionamiento en épocas de escasez, ahorro de tiempo en preparación y facilidad del manejo al alimentar los animales ([BPFA-ICA, 2020](#)). Los mismos (piensos) desempeñan un papel líder en la industria global de alimentos, al permitir la producción económica de productos de origen animal en todo el mundo ([Cartaya, 2017](#)).

La producción comercial o la venta de piensos fabricados se realizan en más de 140 países y más de 30000 fábricas de piensos, esta producción mundial ha ascendido un 14 % en los últimos 5 años. La cantidad total mundial producida de piensos compuestos en 2016 se sitúa ligeramente por encima de 1 032 000 t, lo que representa un aumento del 3,7 % respecto al año pasado, a pesar de la disminución del número de fábricas en un 7 % ([BPFA-ICA, 2020](#)).

Los piensos fabricados en plantas industriales se utilizan para desarrollar y mantener animales destinados a alimento para consumo humano, animales que producen carne, leche, huevos, lana y cuero, y de otros productos bajo una amplia gama de condiciones de producción. Los alimentos concentrados no son más que mezclas de alimentos que proporcionan nutrientes primarios, los cuales contienen menos del 18 % de fibra cruda y es alto en energía, se fabrican a partir de recetas previamente elaboradas y científicamente calificadas ([Cartaya, 2017](#)).

El proceso tecnológico para la obtención de los alimentos concentrados está constituido por 3 etapas fundamentales (Recepción de la Materia Prima, Producción y Comercialización) dentro de las cuales existen diferentes labores que deben ser controladas según el AC que se desee obtener con la calidad requerida. El proceso productivo de las industrias dedicadas a la elaboración de alimentos concentrados genera un consumo energético elevado, independientemente de las características con las que

lleguen las materias primas, los molinos y las mezcladoras demandan una mayor cantidad de energía por lo que reciben el nombre de puestos claves, por esto es la necesidad de realizar una evaluación energética a las plantas agroindustriales. De ahí que la presente investigación tenga como objetivo evaluar energéticamente a la UEB Fábrica de Piensos "Rómulo Padrón" a partir del consumo general de la planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación energética de la fábrica se crea un grupo de trabajo conformado por especialistas que formen parte del proyecto de investigación, para la evaluación integral de la misma; concebido por cuatro profesores, el energético y cinco estudiantes. Durante la selección del grupo de trabajo se han tenido en cuenta la edad, sexo, los años de trabajo relacionados con la temática, el nivel educacional y en caso de ser graduados universitarios la especialidad en que se formaron.

Determinación de la información necesaria para el diagnóstico

La información necesaria para el diagnóstico en este tipo de investigación es determinada a partir de los fundamentos teóricos, donde se va a caracterizar la fábrica, con énfasis en su infraestructura eléctrica, y todas las fuentes de consumo energético, sus principales actividades, las asociadas o no a la producción, así como será necesario contar con los reportes diario, mensual y anual los valores del consumo energético y la producción. En el trabajo se analizan los datos más recientes correspondientes al primer cuatrimestre del año 2019, con el objetivo de obtener la relación entre energía, producción y el índice de consumo de la planta.

Selección de las áreas y equipos a diagnosticar

Una vez realizada la caracterización de la planta y sus principales áreas de consumo energético, así como diagnosticadas las condiciones de las instalaciones eléctricas que influyen en las pérdidas, es que se realiza una selección de las áreas y equipos a diagnosticar. En este caso debido al control periódico que lleva la Unión Nacional Eléctrica (UNE), los reportes de información diaria, mensual y anual que debe entregar la fábrica y la conciliación periódica que debe hacer la agroindustria con dicha entidad para establecer los planes de consumo, es que se propone realizar una evaluación de la planta como un todo, buscando en este caso la relación que se establece entre el consumo y la producción de alimento concentrado.

Recopilación de la información cuantitativa y cualitativa necesaria

Para la recopilación de la información necesaria, se empleará como métodos: la observación, la fotografía (cámara digital, Cannon Powershot 348, 7.2 megapixels) y la entrevista. Por otro lado, se utilizará la base de datos con que cuenta el energético de la fábrica donde aparece el consumo diario de la fábrica desde enero de 2019 según registro del reloj metro contador, equipo establecido en Cuba para el monitoreo del consumo energético en toda la infraestructura del país tanto estatal como privada, también aparece el plan de consumo asignado por la UNE según los volúmenes de producción esperados. Además, se contará con los datos de los valores de producción diaria de la fábrica durante el cuatrimestre analizado (enero-abril) obtenidos del departamento de producción de la entidad en el mismo formato que los anteriores.

Los valores de la energía total consumida son obtenidos a través de la sumatoria de los valores diarios de la lectura que nos ofrece el metro contador:

$$E_m = \sum_{i=1}^n E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_i; kWh \quad (1)$$

donde:

E_m = energía consumida mensual;

E_1, E_2, E_3, E_i = energía consumida diaria;

Igualmente, el valor de producción diaria se registra para la obtención de una producción mensual total como se muestra:

$$P_m = \sum_{i=1}^n P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_i; t \quad (2)$$

siendo:

P_m = producción mensual;

P_1, P_2, P_3, P_i = producción diaria.

Realización de mediciones en campo, recopilación y filtrado de datos

Los datos obtenidos fueron revisados y filtrados empleando la herramienta Microsoft Excel 2010 que más tarde además se empleó para analizar estadísticamente la dependencia que se establece entre el consumo energético y el índice de consumo vs la producción a partir de la obtención del coeficiente de determinación, así como para la obtención de los modelos que corresponden con dicho comportamiento. En esta etapa se realizarán las siguientes acciones:

- Se registran los valores de consumo energético (E) y de producción (P) asociada a los mismos en

períodos de tiempo (T) (día, mes, año, etc.) y se obtiene el gráfico E-P en función del T.

- El análisis anterior permite comparar las tendencias de variación de la producción en cada período (de un día a otro, de un mes a otro, etc.) con las tendencias de variación del consumo y se identifican los períodos donde ocurren variaciones anormales.
- Utilizando el método de regresión lineal se determina el coeficiente de determinación entre E y P, se traza la recta que más ajuste a los puntos situados en el diagrama o línea de tendencia y se obtiene el modelo de mayor ajuste.
- Se determina el índice de consumo de la fábrica $IC=f(P)$ a partir de la expresión $E=f(P)$. Se determinan los datos reales (E/P, P) de los registros de datos de E y P utilizados para realizar el diagrama E vs P, y se obtiene el diagrama IC vs P y el de IC vs T.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la evaluación energética de la planta

La UEB “Rómulo Padrón” con tecnología española, se construyó en 1961, se encuentra ubicada en el municipio Jaruco en la provincia Mayabeque entre los 23° de latitud norte y los 82° de longitud oeste subordinada a la Empresa de piensos Occidente perteneciente al Ministerio de Agricultura. La UEB constructivamente tiene la capacidad de producir 19,2 t (9,6 por cada línea) de piensos por hora, teniendo en cuenta que cada línea de trabajo muele 2,4 t por cada 15 min y posee dos líneas de producción. Al cierre del año 2019 de un plan de 67000 t, se logró producir un real de 60655,67 t para un incumplimiento de 6344,33 t, para un 90,5%. En la [Tabla 1](#) se muestran los valores promedio de producción (4589,4 t), energía consumida (35117 kWh) y el índice de consumo (7,56 kWh/t) durante los meses analizados.

En la [Figura 1](#) se corresponde con el gráfico E-P vs T, que muestra la variación simultánea del consumo energético de la sección de molinado de la línea dos con la producción realizada en el tiempo y se puede apreciar una tendencia a la inestabilidad en los dos primeros meses del año y luego al incremento en los meses de marzo y abril que como elemento positivo exhibe valores de producción por encima de los de consumo. El comportamiento anormal de la variación

TABLA 1. Producción mensual, consumo energético e índice de consumo

Parámetros	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Producción (t)	4229,0	4204,7	4944,9	4978,9	4589,4
Energía Consumida (kWh)	34650	31320	36708	37790	35117
Índice de Consumo (kWh/t)	8,19	7,45	7,42	7,59	7,56

del consumo energético respecto a la variación de la producción en los meses de enero y febrero se debe a que existe energía consumida que no está directamente relacionada con la producción. Las causas fundamentales según las entrevistas realizadas estuvieron relacionadas con la falta de materia prima, roturas en el sistema de pesaje y una rotura en uno de los dos molinos, también en el mes de febrero hubo afectaciones en el fluido eléctrico de aproximadamente 35 h. Pudo constatarse además que en los días laborables en los que no hubo producción debido a las causas anteriores, se mantuvo el trabajo de las oficinas, del taller de reparaciones y el alumbrado público nocturno al cual por razones de seguridad se le dedica un consumo diario aproximado en 12 h de 48 kWh (16 lámparas de mercurio, consumo 250 Wh).

Durante el análisis de la linealidad entre la energía consumida y la producción promedio para el periodo analizado de enero-abril (Figura 2), se obtuvo un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,77$, mientras que la dependencia entre ambas variables se obtuvo a través del coeficiente de correlación $r = 0,88$ que demuestra una relación fuerte directa entre ambas variables y que los valores de energía consumida corresponden en 88 % con la producción realizada, valor que se considera como adecuado para este tipo de análisis según [Borrito-Nordelo y Monteagudo-Yanes \(2002\)](#), ($r \geq 80$ % adecuado, aunque mientras más cercano a 100% mejor) teniendo en cuenta que todas las agroindustria además del consumo energético que se emplea directamente para cumplir con el objeto social de la misma, lleva gastos colaterales producidos por todos los procesos de apoyo

Para representar la cantidad de la energía consumida por cada tonelada (kW/t), en la Figura 3 es calculado el índice de consumo, en el caso específico de este parámetro se recomienda que tanto menor sea, más eficiente energéticamente es la entidad. Según el estudio realizado, la “UEB Rómulo Padrón” fue más eficiente en el mes de marzo en correspondencia con lo que describen [Borrito-Nordelo y Monteagudo-Yanes \(2002\)](#) y [Chacón-Cordero \(2015\)](#), también teniendo en cuenta las características mecánicas de la fábrica y la naturaleza del proceso tecnológico se trate de mantener valores de producción y gasto energético que garanticen un índice de consumo que no exceda los 7,42 kWh/t.

Al analizar la linealidad entre los parámetros de índice de consumo (IC) y producción (P) promedio para cada mes (Figura 4), se obtuvo un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,22$ mientras que la dependencia entre ambas variables se obtuvo a través del coeficiente de correlación $r = -0,48$ que demuestra una relación débil inversa entre ambas variables y que los valores de índice de consumo se corresponden en 48% con la producción realizada en cada mes, este

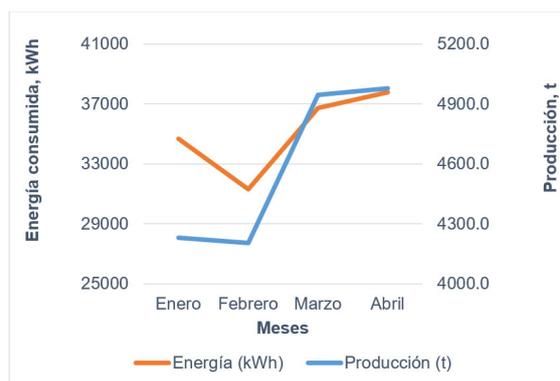


FIGURA 1. Gráfico Energía Consumida - Producción vs Tiempo.

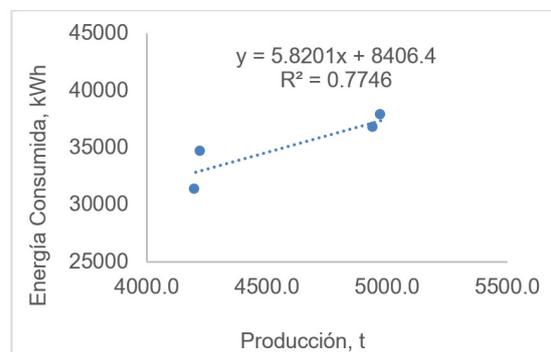


FIGURA 2. Diagrama de dispersión obtenido del análisis estadístico de Energía Consumida vs Producción.

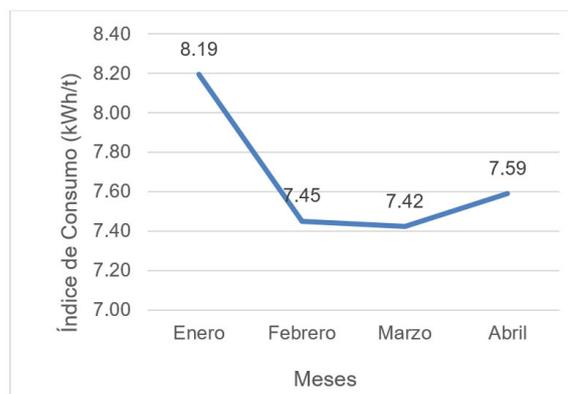


FIGURA 3. Diagrama Índice de Consumo vs Meses.

resultado obviamente está dado por los valores energía (E) y producción (P) tan deficientes obtenidos en el mes de enero y las irregularidades que se mencionaron anteriormente en el mes de febrero y están en correspondencia con los resultados en la Figura 4.

Al analizar el comportamiento del diagrama de E-P vs días de trabajo en el mes de marzo, (Figura 5) se aprecia cierta inestabilidad durante el transcurso de los días, sin embargo, también es posible apreciar correspondencia entre ambos parámetros analizados. Sobresale el valor de producción igual a cero del día 9, que se corresponde con una falla en el sistema de

pesaje y bajos valores de producción los días 6, 12 y 14 motivados por interrupción en el fluido eléctrico. De igual manera es posible constatar que cuando la fábrica trabaja a plena capacidad ejemplo los días 16, 26 y 30, puede llegar a ser eficiente en el uso de la energía. El gráfico además muestra mayor inestabilidad en los valores de producción que en el consumo energético, por ello se precisa revisar problemas organizativos que pudieran estar influyendo en este comportamiento.

Durante el análisis de la linealidad entre la energía consumida y la producción promedio para cada día del mes de marzo (Figura 6), se obtuvo un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,66$, mientras que la dependencia entre ambas variables se obtuvo a través del coeficiente de correlación $r = 0,81$ que demuestra una relación ligeramente fuerte directa entre ambas variables y que los valores de energía consumida corresponden en 81% con la producción realizada, valor que se considera como adecuado para este tipo de análisis según [Borrito-Nordelo y Monteagudo-Yanes \(2002\)](#) ($r \geq 80\%$ adecuado, aunque mientras más cercano a 100% mejor) teniendo en cuenta que todas las agroindustria además del consumo energético que se emplea directamente para cumplir con el objeto social de la misma, lleva gastos colaterales producidos por todos los procesos de apoyo.

En la Figura 7 se muestra el índice de consumo kWh/t durante el mes de marzo, en el mismo también se aprecia un comportamiento inestable caracterizado por picos y depresiones que se corresponden con las causas descritas en la Figura 5.

Durante el análisis de la linealidad entre el índice de consumo y la producción promedio para cada día del mes de marzo (Figura 8), se obtuvo un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,39$, mientras que la dependencia entre ambas variables se obtuvo a través del coeficiente de correlación $r = -0,62$ que demuestra una relación inversa entre ambas variables y que los valores de índice de consumo se corresponden en 62% con la producción realizada en cada mes.

Los resultados obtenidos ratifican el cumplimiento parcial de la hipótesis planteada en la cual se presupuso que la relación Energía Consumida-Producción respecto a los meses y los días del mes de marzo analizados mostrarían un comportamiento estable con fuerte dependencia entre ellos dado por coeficientes de correlación superiores a 0,85. El comportamiento tanto por meses como para los días fue inestable pero mostró una fuerte correlación entre ambos parámetros cuando se analiza el comportamiento mensual, descrita por coeficiente $r = 0,88$, sin embargo, al analizar la relación entre ambos parámetros en los días del mes de marzo se alcanza una correlación entre ellos ligeramente fuerte dada por un valor de $r = 0,81$ inferior al previsto de 0,85.

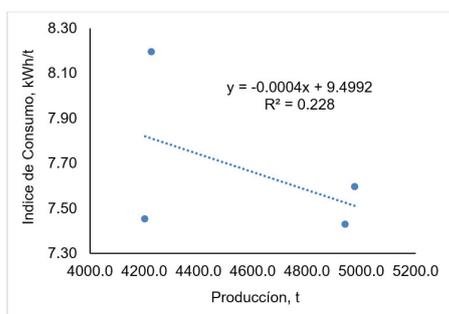


FIGURA 4. Diagrama de dispersión obtenido del análisis estadístico del Índice de Consumo vs Producción de los meses evaluados.

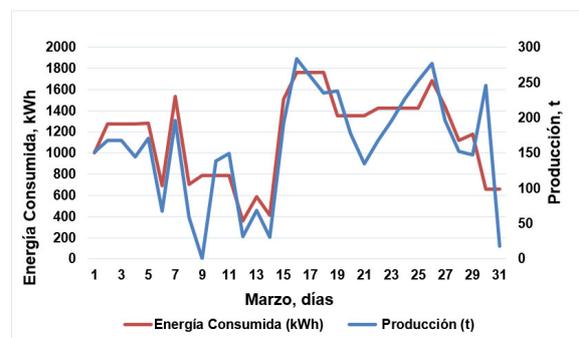


FIGURA 5. Gráfico Energía Consumida-Producción vs Tiempo en el mes de marzo.

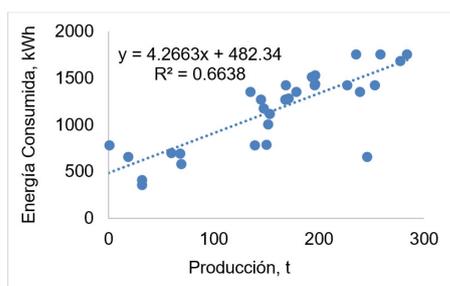


FIGURA 6. Diagrama de dispersión obtenido del análisis estadístico de Energía Consumida vs Producción.

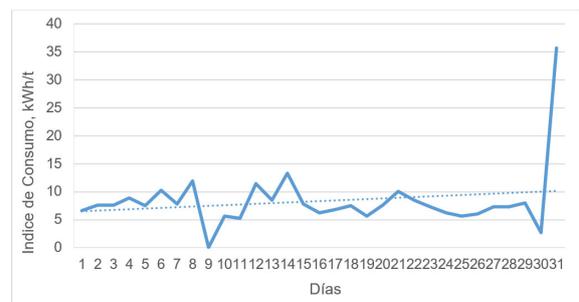


FIGURA 7. Diagrama Índice de Consumo vs Días del mes de marzo.

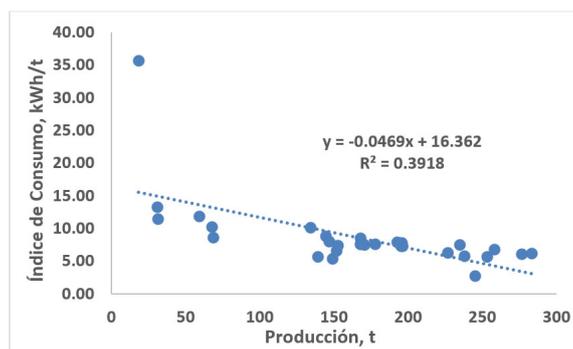


FIGURA 8. Diagrama de dispersión obtenido del análisis estadístico del Índice de Consumo vs Producción.

TABLA 2. Plan de medidas para mejorar la eficiencia energética de la “UEB Rómulo Padrón”

Clases	Medida	Responsable	Fecha
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> Solicitar la preparación de un proyecto de inversión para la reparación capital de la fábrica; Colocar la protección plástica de los conectivos y empalmes 	<ul style="list-style-type: none"> Administración Personal de Mtto. y electricistas. 	<ul style="list-style-type: none"> Septiembre de 2018 - aprobarlo en 2019 Según disponibilidad de insumos
Técnico y tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de motores eléctricos por unos de menor potencia nominal; Evaluar el resto de los motores de la fábrica; Monitorear el consumo eléctrico en horario nocturno y cuando la fábrica no está produciendo; Determinar las causas que conllevan a la existencia de un consumo energético considerable que no está asociado directamente a la producción 	<ul style="list-style-type: none"> Administración y el personal técnico encargado de la actividad 	<ul style="list-style-type: none"> Según inversión Periodo sept 2018 a marzo 2019 Según cronograma mensual trimestralmente
Organización	<ul style="list-style-type: none"> Capacitar al personal técnico en términos energético Señalar adecuadamente todo lo referido a instalaciones eléctricas y diseñar nuevamente los planos en caso de que no existan Proteger y limpiar periódicamente los lugares donde están los conductores eléctricos y las fuentes energéticas hasta que se reparen 	<ul style="list-style-type: none"> Admón. de la UEB y la UNAH; Administración y el personal técnico encargado de la actividad; Administración y personal capacitado para ello. 	<ul style="list-style-type: none"> Segundo semestre de 2018; Segundo semestre de 2018; Mensual.

Plan de medidas propuesto

A partir de los resultados obtenidos del diagnóstico, la evaluación energética y el análisis del funcionamiento de los motores se derivan un grupo de recomendaciones que quedaran recogidas tal y como establece la metodología aplicada para la evaluación energética de la fábrica, en el plan de mejoras que a continuación se propone, (Tabla 2).

CONCLUSIONES

- El diagnóstico realizado permitió identificar 9 problemáticas que inciden sobre la eficiencia energética de la fábrica, se definió de ellas las causas que la provocan y el efecto que producen.
- Los valores mensuales promedio de producción, energía consumida y el índice de consumo alcanzaron valores de 4589,4 t; 35117 kWh y 7,56 kWh/t, mientras que los diarios del mes de

marzo fueron de 108,13 t; 802,93 kWh y 7,42 kWh/t, respectivamente.

- La relación Energía Consumida-Producción respecto a los meses y los días del mes de marzo muestran un comportamiento inestable con una fuerte correlación entre ambos parámetros cuando se analiza el comportamiento mensual, descrita por coeficiente $r = 0,88$, mientras que la relación entre ambos parámetros en los días del mes de marzo se considera ligeramente fuerte dada por un valor de $r = 0,81$.
- Dentro de las principales causas del comportamiento inestable de la relación E-P en el tiempo, tanto en los meses como diario, se identifican: falta de materia prima, roturas en el sistema de pesaje, una rotura en uno de los dos molinos y afectaciones en el fluido eléctrico, entre otros factores.
- Correlación inversa y débil entre el IC y la P con valores de coeficiente r respecto a los meses y los días de $-0,48$ y $-0,62$, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORROTO-NORDELO, A.; ALDERSEY-WILLIAMS, J.: *Gestión y economía energética*, no. 104, Ed. Editorial Universidad de Cienfuegos, vol. 1, Cienfuegos, Cuba, 2006.
- BORROTO-NORDELO, A.; MONTEAGUDO-YANES, J.P.: *Al Ahorro de Energía en Sistemas Termodinámicos*, Ed. Editorial U.C. Unión Eléctrica. Ministerio de la Industria Básica, 1ra. ed., La Habana, Cuba, CEEMA. Universidad de Cienfuegos. Editorial U.C. Unión Eléctrica. Ministerio de la Industria Básica, 2002, ISBN: 959-257-045-0.
- BORROTO-NORDELO, A.; MONTEAGUDO-YANES, J.P.: *Gestión y economía energética*, Ed. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, Universidad de Cienfuegos, Cuba, 2006.
- BORROTO-NORDELO, A.E.: *Tecnología de gestión total eficiente de la energía*, Ed. Editorial Universo Sur, Cienfuegos, Cuba, 2009.
- BORROTO-NORDELO, B.A.; LAPIDO-RODRÍGUEZ, M.; MONTEAGUDO-YANE, J.P.; DE ARMAS-TEYRA, M.A.; MONTESINOS-PÉREZ, M.; DELGADO-CASTILLO, J.; PADRON, A.; PERCY-VIEGO, F.; GONZÁLEZ-PÉREZ, F.: “La gestión energética: una alternativa eficaz para mejorar la competitividad empresarial”, *Energética*, (33): 65-69, 2005, ISSN: 0120-9833.
- BPFA-ICA: *Buenas prácticas en la fabricación de alimentos para animales en Colombia*, Inst. Instituto Colombiano Agropecuario, Grupo De Regulación Y Control De Alimentos Para Animales., Bogotá D.C., Colombia, publisher: Instituto Colombiano Agropecuario, Grupo de Regulación Y Control de..., 2020.
- BRAVO-HIDALGO, D.; MARTÍNEZ-PÉREZ, Y.: “Eficiencia energética, competitividad empresarial y economía verde.”, *Revista Publicando*, 3(9): 447-466, 2016, ISSN: 1390-9304.
- BUSTOS-BURGOS, M.J.; CHIQUITO-SÁNCHEZ, D.D.: *Sistema de Gestión de Eficiencia Energética basado en la NORMA ISO 50001 en la en la FIQUUG en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil*, Inst. Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, Publisher: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química., 2017.
- CARTAYA, Y.: *Evaluación de la sección de molinado en la línea 1 de producción en la UEB fábrica de piensos “Rómulo Padrón” del municipio Jaruco*, Inst. UEB fábrica de piensos “Rómulo Padrón”, Informe técnico, Jaruco, Mayabeque, Cuba, 2017.
- CHACÓN-CORDERO, F.: *Evaluación energética en una planta de alimentos balanceados para animales*, Inst. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San José, Costa Rica, 2015.
- MONTEAGUDO-YANES, J.P.: *U.C. CEEMA. Diplomado en Gestión Energética, en convenio con la Universidad de Ibagué*, Inst. Universidad de Ibagué, U.C. CEEMA, Ibagué, Colombia, 2004.
- MONTEAGUDO-YANES, J.P.; GAITAN, O.G.: “Herramientas para la gestión energética empresarial.”, *Scientia et Technica*, 3(29): 169-174, 2005, ISSN: 0122-1701.
- RUIZ, A.; HALL-MITRE, E.: “Desarrollo de un sistema de gestión de eficiencia y ahorro energético para las instituciones del sector público”, *Revista de Iniciación Científica*, 3(1): 70-76, 2017, ISSN: 2413-6786.

Annia García Pereira. Profesora Dr.C. Titular, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Autopista Nacional km 23 ½, Carretera de Tapaste, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: annia@unah.edu.cu.

Javier A. León-Martínez. MSc., Profesor Asistente, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: compos@nauta.cu, jleon@unah.edu.cu.

Gemma Domínguez-Calvo. Ing., Profesora, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: gemma@unah.edu.cu.

Pedro Paneque-Rondón. Dr.C. Investigador y Profesor Titular, Universidad Agraria de La Habana, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: paneque@unah.edu.cu.

The authors of this work declare no conflict of interests.

AUTHOR CONTRIBUTIONS: **Conceptualization:** A. García. **Data curation:** A. García, J. León. **Formal Analysis:** A. García, J. León. **Investigation:** A. García, J. León, G. Domínguez, P. Paneque. **Methodology:** A. García. **Supervision:** A. García, J. León, P. Paneque. **Validation:** A. García, J. León. **Visualización:** A. García, J. León. **Writing - original draft:** A. García, G. Domínguez. **Writing - original draft:** A. García, J. León, P. Paneque.

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.