

La energía como motor de desarrollo en empresas competitivas- Aplicación de conceptos en la agroindustria de la palma de aceite*

Energy as a Driving Force for the Development of Competitive Enterprises – Application of Agri-industry Concepts in Oil Palm

CITACIÓN: Chejne, F. (2016). La energía como motor de desarrollo en empresas competitivas – Aplicación de conceptos en la agroindustria de la palma de aceite. *Palmas*, 37(Especial Tomo II), pp. 79-86.

PALABRAS CLAVE: energía, competitividad, impacto ambiental, sostenibilidad, eficiencia energética.

KEYWORDS: Energy, competitiveness, environmental impact, sustainability, energy efficiency.

* Artículo original recibido en español.



FARID CHEJNE

Profesor Investigador, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Colombia
Associate Research Professor, National University, Medellín Campus, Colombia
fchejne@unal.edu.co

Resumen

La globalización y el cambio climático son aspectos que obligan a realizar cambios repentinos en los esquemas de negocio, dada la dinámica bajo la cual se rige la industria. En este marco, la agroindustria de la palma de aceite no es ajena a esta tendencia; por tanto, permanecer productivo sin afectar el ambiente es una necesidad del gremio. Para esto, es vital desarrollar estrategias que le permitan a la agroindustria de palma de aceite gestionar sus recursos energéticos e impactos ambientales, además de mejorar continuamente la eficiencia energética y reducir las emisiones perjudiciales. La eficiencia energética se convierte en una estrategia que permite incrementar la competitividad de las empresas. Para entrar en la dinámica, primero es necesario identificar el uso de la energía en la industria y el impacto al no hacer un uso adecuado de ella. Mediante diversas tecnologías y planes de uso racional de la energía es posible convertir los despilfarros en oportunidades de mejora que

reducirán el costo de la producción y, por tanto, aumentará la rentabilidad del negocio. En este texto se dan a conocer las claves para administrar correctamente la energía a través de análisis estadísticos efectuados con datos reales de plantas de beneficio e implementar estrategias para aumentar la eficiencia de las calderas.

Abstract

Globalization and climate change are factors that compel us to make sudden changes in business schemes, due to the dynamics that govern the industry. Within this framework, the oil palm agri-industry is not foreign to this trend; therefore, to remain productive without having a negative impact on the environment is a must for the sector. In order to tackle this need, it is crucial to develop strategies that enable the oil palm agri-industry to manage its energy resources and its environmental impact, in addition to continuously improving energy efficiency and reducing harmful emissions. Energy efficiency becomes a strategy that enables companies to increase their competitiveness. In order to start the process, you first need to identify the use of energy in the industry and its impact when it is not used properly. Through various technologies and plans for rational energy use, it is possible to turn energy waste into improvement opportunities that will reduce production costs, thus increasing business profitability. In this article, the keys for proper energy management through statistical analyses performed with real data from processing plants, and the keys to increase boiler efficiency will be presented.

Introducción

La energía ha desempeñado un rol preponderante y seguirá siendo protagonista de todas las actividades del ser humano, puesto que existe correlación directa entre la energía, el crecimiento económico y calidad de vida de una sociedad. Su acceso se constituye en un factor de equidad social, actúa como elemento dinamizador de la geopolítica mundial, su permanente búsqueda ha motivado importantes desarrollos científicos y tecnológicos; es un referente ineludible cuando se plantea el tema del desarrollo sostenible. La energía se requiere para una comunicación eficaz, aumentar el conocimiento, construcción, búsqueda de alimentos, transporte y para la producción de cualquier elemento básico para la vida.

Sin embargo, el uso indebido de la energía puede conllevar problemáticas como las emisiones generadas cuando se usan combustibles de origen fósil, puesto que estas contienen gases de efecto invernadero que contribuyen a los cambios climáticos que se presentan en la actualidad. Los gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO₂) aumentan progresivamente su volumen en el tiempo, acumulándose en la atmósfera, tal como se observa en la Figura 1; la acumulación de gases en la atmósfera retiene la radiación que reemite la Tierra impidiendo así liberarla hacia el espacio; este fenómeno provoca el calentamiento de la atmósfera terrestre, formándose así el llamado efecto invernadero.

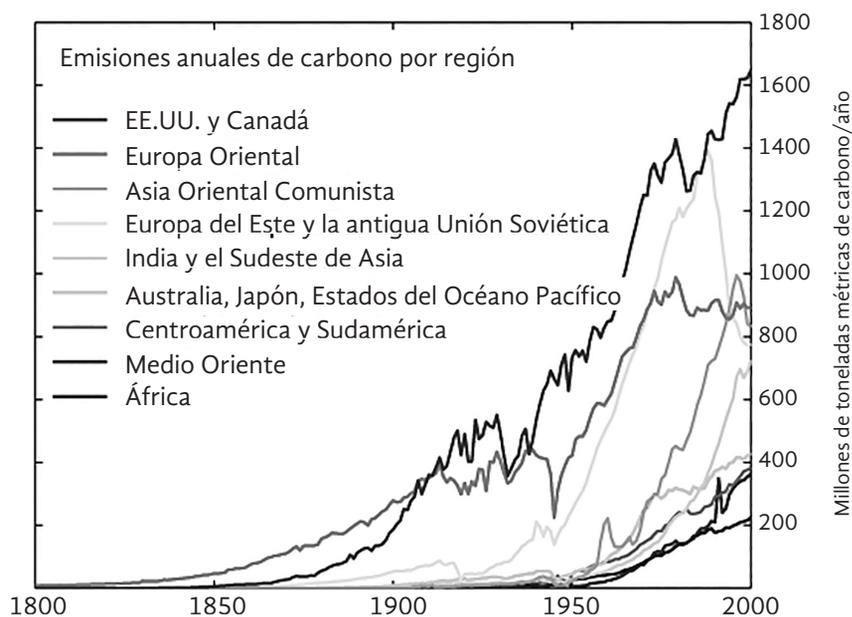


Figura 1. Emisiones de dióxido de carbono por regiones en el mundo.

No solo el dióxido de carbono contribuye a crear el efecto invernadero; en la Tabla 1 se pueden observar otros gases con mayor potencialidad de generar aspectos nocivos al medio ambiente. Por ejemplo, los compuestos fluocarbonados tienen una potencialidad 24.000 veces mayor de generar

el efecto invernadero, en comparación con el dióxido de carbono.

En cuanto a los combustibles, aquellos que mantienen mayor relación de hidrógeno/carbono son los que tienen menos potencialidad de emitir gases de efecto invernadero (Tabla 2).

Tabla 1. Gases con mayor potencialidad de crear efecto invernadero.

Gases de efecto invernadero (GEI _i)		Símbolo químico	Masa molecular	Potencial calentamiento Atmosférico (PCA _i)
Dióxido de carbono	1	CO ₂	44	1
Metano	2	CH ₄	16	21
Óxido nitroso	3	N ₂ O	30	310
Hidrofluorocarbonos (HFC)	4	HFC 23	70	11.700
	5	HFC 125	120	2.800
	6	HFC 134a	102	1.300
	7	HFC 152a	66	140
Perfluorocarbonos (PFC)	8	CF ₄	88	6.500
	9	C ₂ F ₆	138	9.200
Hexafluoruro de azufre	10	SF ₆	146	23.900

(Fuente: U.S. Energy Information Administration, EIA).

Tabla 2. Emisiones en tCO₂/TJ de acuerdo con el combustible.

F E [tCO ₂ /TJ]			
<u>Combustibles sólidos:</u>	98.3	<u>Combustibles líquidos:</u>	73.3
Antracita	94.6	Crudo	77.4
Carbón de coque	94.6	Fuel oil	74.1
Hulla	96.1	Diésel oil	69.3
Carbones subbituminosos	101.2	Gasolinas	71.5
Lignito	106	Querosenos (aviación)	71.9
Turba		Otros querosenos	63.1
		GLP	63.1
		GLN	61.6
<u>Combustibles gaseosos:</u>	56.1	Etano	73.3
Gas natural	55.1	Nafta	80.7
Metano	66.7	Asfaltos	80.7
Gas de refinería	108/47	Lubricantes	100.8
Gas de horno de coque	24.2	Coque de petróleo	73.3
Gas de horno alto		Materia prima refinería	80.7
		Orimulsión	

(Fuente: IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change).

Eficiencia de la energía en el sector industrial

Desde el punto de vista industrial, el uso eficiente de la energía permite incrementar la rentabilidad en las empresas, reducir el consumo de energía y, por ende, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Por otra parte, el uso ineficiente de la energía contribuye al deterioro del ambiente, bien sea por contaminación de la atmósfera, el suelo y/o el agua. Además, el uso inadecuado de la energía promueve el agotamiento de los recursos, generando altos costos de producción por consiguiente, menor competitividad en la industria.

Las acciones más comunes que incurrir en el despilfarro de la energía conciernen a las siguientes:

- Permitir fugas de agua, aire, vapor, etc.
- Mantenimiento inadecuado de los equipos
- Tuberías sin el aislamiento apropiado
- Deficiencias en la operación de calderas, hornos, secadores, etc.
- Operación de equipos en vacío (sin carga)
- Ciclos abiertos de agua y gases calientes
- Uso de tecnologías inadecuadas

Sin embargo, existen acciones de mejora para promover el uso eficiente de la energía, como las que se observan en la Figura 2. Todas las alternativas se basan en tres grandes aspectos: recuperación de energía que se desecha al ambiente, uso de tecnologías eficientes y, la prevención de pérdidas energéticas por medio de la implementación de programas de mantenimiento con énfasis en eficiencia energética.

Figura 2. Oportunidades de eficiencia energética en la industria.



La eficiencia de un proceso puede calcularse con base en el aporte de energía o de acuerdo con la cuantificación de las pérdidas:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Energía necesaria}}{\text{Energía aportada}}$$

Ecuación 1. Cálculo de la eficiencia energética.

$$\text{Eficiencia} = 1 - \frac{\text{Pérdidas}}{\text{Energía aportada}}$$

Ecuación 2. Cálculo de la eficiencia energética basado en pérdidas.

Según las ecuaciones, un programa de eficiencia energética consiste básicamente en la reducción de la energía aportada o de las pérdidas del proceso. De acuerdo con las características y necesidades de la agroindustria de la palma de aceite, se presentan las siguientes alternativas que tienen como finalidad mejorar la eficiencia energética en el proceso de extracción de aceite.

- Integración de sistemas de consumo con el mismo gasto energético: vapor que se utiliza en un equipo, reutilización del vapor sobrante en otras aplicaciones.
- Aprovechamiento de la energía solar para el secado de biomasa y calentamiento de agua.
- Utilización de motores de alta eficiencia.
- Preparación adecuada de la biomasa residual como combustible, el cual puede ser peletizado y utilizado en procesos de gasificación para obtener un combustible de segunda generación.
- Utilizar la tecnología de lecho fluidizado en calderas.
- Implementar sistemas de administración de la energía basados en normas internacionales como la ISO 50001.

Administración de la energía en el sector industrial

La administración de la energía en el sector industrial consiste en implementar una serie de actividades encaminadas a obtener, interpretar y reportar información sobre consumos de energía con el fin de medir y mantener el desempeño energético

e identificar oportunidades de mejora. La técnica de monitorización y control por objetivos (Nife's, 1996) es un proceso que consiste en analizar datos históricos para determinar el nivel de consumo energético 'estándar' (promedio) y el nivel 'objetivo', el cual será la referencia para comparar los niveles futuros de consumo.

Los niveles promedio y objetivo normalmente reflejan factores que influyen en la velocidad de consumo, como productividad o condiciones de tiempo. La supervisión de los consumos de energía durante períodos más largos de tiempo (normalmente un mes o un año) permiten cuantificar pérdidas económicas que hayan ocurrido durante este período.

La obtención de los valores promedios y objetivos se centran en la realización de una regresión lineal basada en consumos de energía y valores de producción promedio históricos (Figura 3). Esta regresión toma la forma de una ecuación de línea recta, es decir:

$$y = mx + c$$

Ecuación 3. Ecuación general de una recta.

Donde "y" y "x" son componentes de ambos ejes coordenados, m es la pendiente y c el intercepto. En la práctica, un ejemplo puede ser:

$$\text{Energía (kWh)} = m (\text{kWh/tRFF}) * \text{producción (tRFF)} + \text{carga base (kWh)}$$

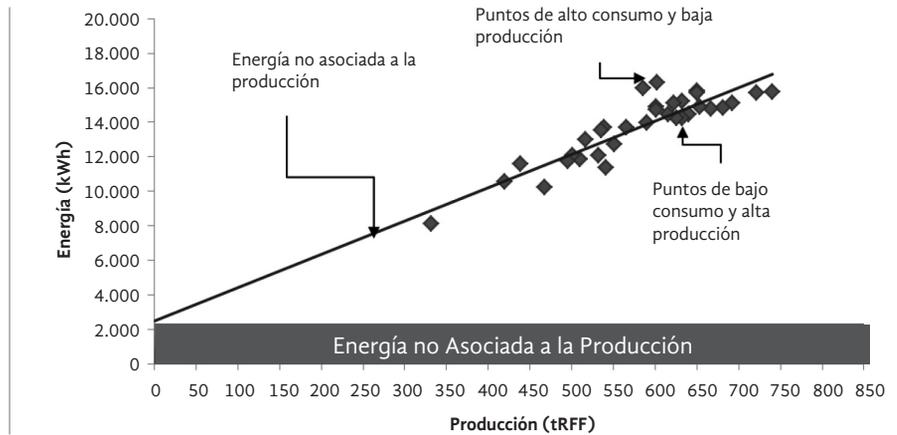
Ecuación 4. Tendencia de consumo de energía.

A manera de resumen se tiene:

- Intercepto: el consumo implica que aunque no hay producción, generalmente existe una carga base del sistema que se interpreta como un consumo no asociado a la producción.
- Pendiente: la relación directa entre la producción y el consumo, equivale a la eficiencia del proceso.
- Dispersión: el grado de variabilidad en el desempeño energético, depende de factores operacionales.

En un sistema de control por objetivos, la herramienta más idónea para este tipo de análisis es la regresión.

Figura 3. Tendencia de consumo vs. producción para planta de beneficio.



El sistema de monitoreo debe hacerse por centros de costo energético que dependen del número de medidores y complejidad del proceso. Los Centros de Costos de la Energía (CCE) deben suministrar cubrimiento en los principales procesos que consumen energía. Además, deben ser fáciles de medir, comparables a partir de una variable medible y controlables por medio de un usuario.

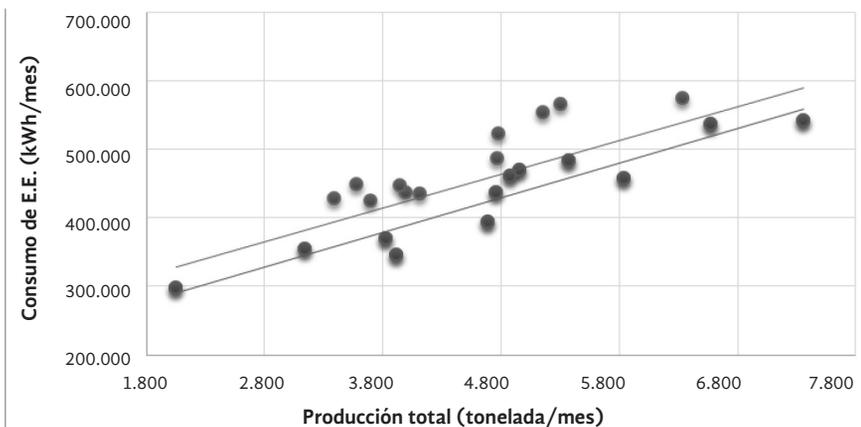
En caso de contar con dispositivos de medición de consumo de energía, es posible implementar un sistema de administración energética realizando un seguimiento en hojas de cálculo. Basado en el potencial ahorro estimado a partir del análisis de información recopilada se trazan los objetivos por lograr, ya sea por medición manual o por conexión a un sistema de adquisición de datos, incrementar la infraestructura en los sistemas de medición y procesamiento de datos aumenta la confianza y la calidad de la información recopilada.

Para optimizar los posibles resultados de un sistema de administración energética es importante fijar

objetivos reales que sean comparables con consumos futuros. Si el valor objetivo es solo el consumo promedio histórico, entonces simplemente se estaría conservando el nivel de eficiencia existente. Por tanto, se recomienda fijar objetivos que puedan ser alcanzables a través de mejoras en la eficiencia.

Los datos históricos utilizados para calcular un nuevo objetivo deben ser posibles de obtener mediante una buena administración de los recursos disponibles. La Figura 4 presenta un ejemplo de la determinación del valor objetivo mediante la utilización de la técnica de análisis de regresión, siendo la línea superior la representación del valor promedio. Por otra parte, la línea inferior es la línea objetivo; esta es una línea de tendencia aproximada, calculada mediante el análisis de regresión lineal. El análisis de regresión consiste en seleccionar solo aquellos puntos que son mejores que el valor promedio, es decir, aquellos que se encuentran por debajo de la línea promedio.

Figura 4. Determinación del valor objetivo mediante la utilización de un análisis de regresión.



El cálculo de análisis de regresión permite observar cómo han evolucionado los patrones de consumo de energía, durante un trimestre o durante un año, mediante la comparación de las ecuaciones inicial y final del período. Los cambios en el intercepto indican cambios no asociados a producción, mientras que los cambios en la pendiente, en el rendimiento del proceso, y en el coeficiente de regresión, indican la repetibilidad de los datos.

A manera de ejemplo se presenta la Figura 5, en la que se observan dos regresiones: una promedio y otra que se convierte en una tendencia objetivo. Se observa

que el consumo específico puede reducirse en 2 %, y el consumo no asociado a la producción se puede reducir en 418 kWh equivalentes a 16 % del actual consumo.

En conclusión, hacer seguimiento al consumo específico o a la pendiente de las regresiones lineales permite reunir información sobre:

- Indicativos de tiempos ociosos de operación
- Percepción del sobredimensionamiento de la capacidad de los equipos
- El efecto de la relación entre la producción y el requerimiento energético total

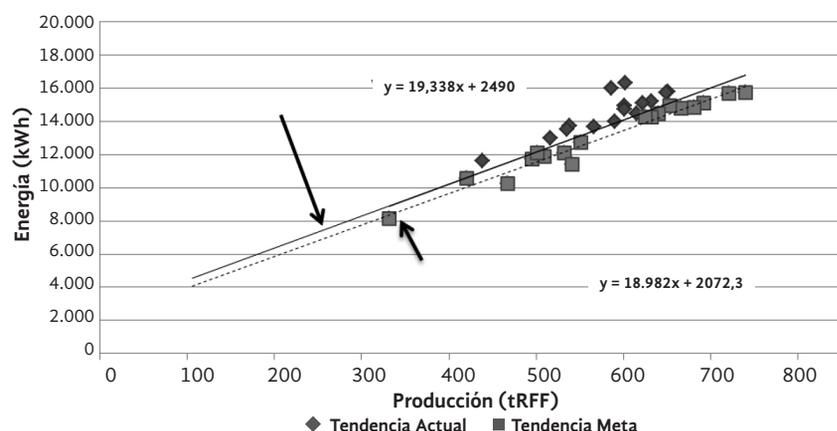


Figura 5. Comportamiento consumo de energía vs. producción – PB.

Apuntes finales

Los recursos energéticos son fuentes de generación de recursos y garantizan la autosuficiencia energética nacional. De allí nace la importancia de aprovechar los residuos sólidos que se generan por las actividades en el sector de la palma mediante una adecuada preparación de materia prima, como puede ser la peletización,

el uso de tecnologías adecuadas para usar estos residuos en forma eficiente, como caldera en lecho fluidizado, pirólisis y la gasificación.

Finalmente, el adecuado suministro de energía contribuye con la equidad social. En este sentido, el posible suministro de energía en regiones desatendidas puede provocar su desarrollo.

Referencias

- ANDI, EEPPM, UPB (1998). *Guías para el Uso racional de energía por procesos en la Industria*. 2ª ed. Medellín:Ed. UPB.
- Eskin, Nurdil, and Hepbasli, Arif (2006). Development and Applications of Clean Coal Fluidized Bed Technology. *Energy Sources, Part A*, 28:1085-1097.

Instituto de Energía y Termodinámica (2001). *Gestión Energética, Herramienta para el control de variables por procesos*. Medellín, Colombia:Ed. UPB.

Yang, Ming, and Dixon, Robert K. (2012). Investing in efficient industrial boiler systems in China and Vietnam. *Energy Policy* 40, 432-437.

<http://www.si3ea.gov.co/Eure/>