



Investigación

Determinación de la proporción óptima de la mezcla de biocombustible en una caldera para la reducción de emisión de gases en una industria de grasas y aceites en el departamento de Escuintla

Douglas Leonel Aquino Rosales

Ingeniero Agroindustrial

Candidato a Maestro en Gerencia de Empresas Agroindustriales,
Centro Universitario del Sur –CUNSUR-, Asistente de compras, Industria de grasas y aceites

Resumen

El objetivo principal de la investigación fue evaluar la proporción de mezcla de biocombustible óptimos, para la reducción de emisión de gases en una industria de grasas y aceites en el departamento de Escuintla, así como determinar la mezcla óptima de biomasa para mantener una eficiencia de combustión aceptable en una caldera generadora de vapor. Además, evaluar el conocimiento que posee el personal involucrado en la operación de las calderas de vapor. El estudio también permitió conocer la organización de la industria y su situación actual, debido a que necesita una optimización constante en la mezcla de biocombustible en una caldera para la reducción de emisión de gases. La investigación determinó que existen debilidades al realizar una mala mezcla de combustible, lo que genera más cenizas y humo; además, baja la eficiencia y producción de vapor, provocando que caiga la presión y se pierda llama. Dados los resultados, se propone un programa de capacitación operativa para el personal que opera la caldera. El estudio fue descriptivo y experimental.

Palabras clave

Optimización, mezcla, proceso, reducción, organización, industria, Programa de Capacitación Operativa (PCO).

Abstract

The main objective of the research was to evaluate the optimal biofuel mixing ratio, for gas emission reduction in a fat and oil industry in the Escuintla department, as well as to determine the optimal biomass mixture to maintain acceptable combustion efficiency in a steam-generating boiler. In addition, evaluate the knowledge of the personnel involved in the operation of steam boilers. The study also made it possible to know the organization of the industry and its current situation, because it needs a constant optimization in the mixture of biofuel in a boiler for the reduction of gas emissions. The investigation determined that there are weaknesses in making a poor fuel mixture, resulting in more ash and smoke; In addition, it lowers the efficiency and production of steam, causing the pressure to drop and flame is lost. Given the results, an operational training programme is proposed for the personnel operating the boiler. The study was descriptive and experimental.

Keywords

Optimization, Mixing, Process, Reduction, Organization, Industry, Operational Training Program (PCO).

Introducción

La contaminación ambiental es un problema muy extenso que afecta a todos los seres vivos, principalmente la contaminación del aire generado por las grandes industrias que producen cantidades exageradas de gases. La consecuencia de esto puede llevar a las siguientes enfermedades de manera progresiva: cardíacos, cerebrovasculares, respiratorios, cáncer en los pulmones e infecciones respiratorias.

Actualmente los vecinos del área urbana de Escuintla son afectados directamente por esta problemática, por ello se busca una solución por medio de una investigación que permita lograr disminuir las emisiones de las calderas a los mínimos niveles aceptables para mejorar el medio ambiente en este sector.

Para lograr un ambiente idóneo es relevante contar con un instrumento adecuado que contribuya a la optimización de la mezcla de bio-combustible en una caldera para la reducción de emisión de gases de una industria de grasas y aceites en el departamento de Escuintla, tal como lo plantea el estudio, con el propósito de mejorar el ambiente y hacer más eficiente el

despeño laboral de la población escuintleca.

En ese sentido, los hallazgos de la investigación dan a conocer que una mala mezcla de combustible genera ceniza, humo, baja la eficiencia y producción de vapor, por ende la presión cae y se pierde llama, los cuales son factores que necesitan de un proceso adecuado para maximizar la capacidad de la caldera.

Baumeister y Avallone (2000, pág. 125), en el manual del Ingeniero Mecánico define a la caldera como una máquina o dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase a gas o vapor el cual puede ser saturado o sobrecalentado.

Fundamentos

La manufactura es la forma más elemental de una industria, la cual significa transformar la materia prima en un producto de utilidad. Según Ángel la industria es

Una actividad que tiene un fin de transformar materiales en productos ya sea elaborados o

productos finales y semielaborados o de proceso utilizados como materia prima para una última transformación por medio de uso de fuentes de energía. Esta necesita para su desarrollo, maquinaria, recurso humano, materiales y otros que organizados en una empresa para apoyo a su productividad. (2016, pág. 6)

Industria de grasas y aceites, según el Ministerio de Economía y la Cámara de Industria, este sector:

Comprende la producción de aceites y grasas refinadas para uso doméstico e industrial: aceites líquidos y sólidos vegetales, aceites cremosos y margarinas. Algunas unidades productivas han incluido dentro de sus procesos la fabricación de pastas oleaginosas (de soya, semilla de algodón y de palmiste, insumo importante para la producción de alimentos balanceados, a partir del proceso de extracción del cual se obtienen el aceite crudo y la pasta misma.

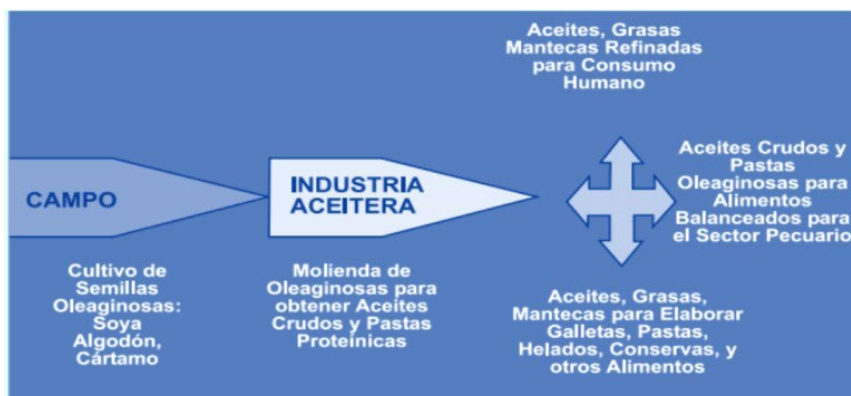
Los aceites y grasas comestibles son productos alimenticios que están compuestos de unidades químicas llamadas "triglicéridos" resultados de una combinación de una unidad de glicéridos al que se unen tres unidades de ácidos grasos.

Los aceites comestibles son todas las grasas líquidas extraídas de fuentes vegetales, con excepción de coco, palma y aceite de grano de palma". (2007, pág. 6)

Los aceites de coco y de palma se estima que son 100% lípidos, por

lo que se les considera como una grasa que en su mayoría contienen un alto nivel de grasas insaturadas y bajos en componentes saturados. Otros aceites crudos de origen vegetal proceden de la soya, el girasol, el maíz y la canola.

Cadena agroindustrial de oleaginosas



Fuente: Ministerio de Economía y Cámara de Industria de Guatemala (2007)

Metodología

Recolección de datos y análisis de la población

La investigación realizada es experimental; el análisis fue de enfoque cuantitativo y de alcance descriptivo. En la recopilación de datos se aplicó una encuesta semi-estructurada al personal que

labora dentro del entorno de la industria, a partir de la utilización del método científico en sus tres fases: indagadora, demostrativa y expositiva, lo que permitió realizar un análisis interpretativo de los datos obtenidos en el desarrollo de la investigación. Se utilizó el censo debido a que se tomó al total de la población que fue de 6 colaboradores, durante el primer semestre del año 2017.

Presentación y análisis de resultados

A continuación se presentan los resultados y el análisis interpretativo sobre los datos obtenidos de la situación actual de la unidad objeto de investigación.

Tabla 1.
Eficiencia de la caldera

CORRIDA 1		BLOQUES	
Tratamientos	A	B	C
Carbón-Chip	82.2	81.2	78.4
Carbón-Cascabillo	93.0	88.8	85.1
CORRIDA 2		BLOQUES	
Tratamientos	A	B	C
Carbón-Chip	82.0	80.3	80.1
Carbón-Cascabillo	92.8	89.0	85.9
CORRIDA 3		BLOQUES	
Tratamientos	A	B	C
Carbón-Chip	83.1	81.6	80.5
Carbón-Cascabillo	92.0	88.2	86.5
PROMEDIO		BLOQUES	
Tratamientos	A	B	C
Carbón-Chip	82.4	81.0	79.7
Carbón-Cascabillo	92.6	88.7	85.8

Nota: Resultado perteneciente al análisis de la eficiencia de la caldera
Fuente: Elaboración propia

Se tomaron los datos de la tabla anterior, para evaluarlos por medio de un análisis de bloques al azar a una significancia del 5%, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2.
Estadístico del rendimiento

Fv	G.L	SS	MS	Fc	Ft _(0.05)
Tratamientos	2	22.83	11.41	5.57	4.00
Bloques	1	95.73	95.73	46.76	18.51
Error	2	4.09	2.05		
Total	5	122.66			

Nota: Resultado perteneciente al análisis estadístico del rendimiento

Fuente: Elaboración propia

Respuesta: Si hay diferencia estadística en los tratamientos, se rechaza H_0 .
Es correcto bloquear

Criterio:

Acepto H_0 . Si F tabulada es mayor que F calculada. Contrario rechazo.

Acepto H_a . Si F calculada es mayor que F tabulada. Contrario rechazo.

En la Tabla 2 se muestra que F calculada es mayor que la F tabulada por ello se puede decir que existe una diferencia significativa entre los tratamientos y que por lo menos uno de ellos es diferente. Además, con relación a los bloques presenta que la F calculada es mayor que la F tabulada eso indica que es necesario bloquear el experimento. Esto se realiza

para no incidir en errores y el fundamento sea correcto estadísticamente.

Como el diseño estadístico aplicado muestra diferencia entre tratamientos, se procedió a realizar una prueba de medias de Duncan aplicadas a un 5% de significancia para encontrar los tratamientos diferentes.

Tabla 3.
Medias de Duncan

Ordenando promedios	Tratamientos		r (0.05)		R
Descendente	M2	82.75	(2,16)	3.00	2.15
Syi	M1	84.85	(3,16)	3.15	2.25
0.715438	M0	87.52	(4,16)	3.23	2.31
Comparaciones	Duncan R		Respuesta		
(M0-M2)	4.77	R3	2.25	Los tratamientos son diferentes	
(M0-M1)	2.67	R2	2.15	Los tratamientos son diferentes	
(M1-M2)	2.10	R1	2.15	Tratamientos son iguales	
Comparación gráfica:					
MO	M1	M2			

Nota: Resultado perteneciente al análisis diferencia de medias de Duncan
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3 se muestra el análisis aplicado a las medias de los tratamientos, el cual consistió en una prueba de comparaciones de Duncan, de las cuales se determina que los tratamientos M1 y M2 son iguales y el M0 es diferente a los otros dos, tal como se observa en la comparación gráfica.

Con ello se concluye que el tratamiento M0, el cual es la mezcla

40/60 de carbón con biomasa es la que genera la mayor eficiencia dentro de la caldera de vapor.

Al tener el tratamiento que mejor funciona, que es el M0 el cual es de la mezcla de 40% de carbón mezclado con 60% biomasa, se determinará que mezcla es la que mejor eficiencia obtuvo dentro de los resultados recopilados. Para ello, se presentan los siguientes datos:

Tabla 4.
Eficiencia (%) de la caldera para las repeticiones de mezcla 40/60

Mezcla	Repeticiones		
Carbón- Cascabillo café	92.6	93.0	92.8
Carbón- chip de madera	82.4	82.2	82.0

Nota: Resultado perteneciente al análisis de la eficiencia (%) de la caldera para las repeticiones de mezcla 40/60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.
Mezclas M0 al 5%de significancia

Fv	G.L	SS	MS	Fc	Ft _(0.05)
Tratamientos	1	168.19	168.19	2515.81	18.51
Bloques	2	0.04	0.02	0.30	19
Error	2	0.13	0.07		
Total	5	168.36			

Nota: Resultado perteneciente al análisis estadístico de mezclas M0 al 5%de significancia

Fuente: Elaboración propia

Respuesta: Si hay diferencia estadística en los tratamientos,
se rechaza Ho.
No es necesario bloquear

Criterio:

Acepto Ho. Si F tabulada es mayor que F calculada. Contrario rechazo.

Acepto Ha. Si F calculada es mayor que F tabulada. Contrario rechazo.

En el Tabla 5 se muestra el análisis aplicado a los datos obtenidos de las mezclas 40/60 de Bio-combustible. De los resultados se consideran los tratamientos diferentes estadísticamente. Esto quiere decir que hay diferencia

entre la mezcla carbón-cascabillo de café con la mezcla de carbón-chip de madera.

Debido a lo anterior, se concluye que la mezcla de carbón con cascabillo de café es la que obtuvo

los mejores resultados de la eficiencia, al obtener un promedio de 92.8% de eficiencia.

Recomendaciones

Realizar pruebas con biocombustibles alternativos, como el uso de la nuez de macadamia debido a que el cascabillo de café por ser estacional hay tiempo que escasea y es difícil su obtención.

Implementar el procedimiento de la propuesta, para que el personal involucrado en la operación de la caldera tenga el conocimiento necesario para hacer una mezcla homogénea que de buenos resultados y sea eficiente.

Concientizar al personal que opera las calderas de los contaminantes que genera y los problemas posteriores que se pueden tener en el ambiente.

Establecer un programa integral de capacitaciones, para incrementar el conocimiento del personal involucrado en las operaciones de la caldera biomasa.

Aplicar un analizador de gases en línea para que automáticamente relacione la mezcla estequiométrica de aire-combustible y pueda

ajustarse por medio de ajuste automatizado del damper para exceso del aire suministrado a la caldera.

Propuesta

Se diseñó un procedimiento para mezclar biocombustible en una caldera de biomasa para reducir la emisión de gases en la chimenea de una Industria de Grasas y Aceites del departamento de Escuintla, a través de:

Identificación y descripción del Programa

Nombre: “Programa de Capacitación Operativa para el personal que opera la caldera (PCO)”.

Responsable: Jefe del área de calderas, de la Industria de Grasas y Aceites.

Presentado a los directivos de la Industria de Grasas y Aceites, con el propósito de mejorar los procesos operativos a fin de evitar la contaminación ambiental y maximizar la calidad de vida de la población que habita en el área urbana del departamento de Escuintla.

Objetivos del Programa de Capacitación Operativa

Contribuir a través del diseño de un procedimiento para realizar la mezcla de biocombustible, para uso en una caldera de biomasa e implementarla dentro de la capacitación operativa del personal de caldera.

Aplicar un procedimiento operativo para realizar la mezcla de biocombustible para alimentar la caldera.

Fortalecer los procesos operativos por medio de implementación procedimiento propuesto en el programa de capacitación operativa del personal que opera la caldera.

Metodología de las actividades

La metodología que contiene el Programa de Capacitación Operativa para el personal que opera la caldera (PCO), es la siguiente:

Dentro de los factores fundamentales de las actividades de la propuesta inicia con la etapa

1, procedimiento para mezcla de biocombustible óptimo para alimentación de una caldera de biomasa, etapa 2: desarrollo del programa de capacitación para dar a conocer el procedimiento, etapa 3: desarrollo de la ejecución del programa de capacitación, ejecución del programa y evaluación de la persona que capacita para estar seguros que la información se transmite eficientemente.

Referencias bibliográficas

- Ángel, D. (2016). Los Tiempos Modernos de la Productividad. Revista Acuerdos. Consultado el 20 de noviembre de 2017.
- Baumeister, Th. y Avallone, E. (2000). Manual del Ingeniero Mecánico. México, Editorial McGraw-Hill.
- Ministerio de Economía y Cámara de Industria de Guatemala. (2007). Guía básica sectorial de exportación de aceites y grasas comestibles. Elaborada por la firma de Consultoría Aliados.
- Moscoso, M. (2015). Las 10 ciudades más contaminadas de Latinoamérica. Recuperado 01 de octubre de 2017. Sitio Web: www.natural-medioambiente.com/10ciudadesmascontaminadas.html

- Muñoz, J. (2013). La biomasa, una energía no tan limpia. Recuperada 29 agosto de 2017, de Prensa el País España. Sitio Web: www.elpais.com/ccaa/2013/11/14/andalucia.html
- Murillo, J. (2015). Métodos de investigación de enfoque experimental.
- National Geographic. (2010). Lluvia ácida. Recuperado 14 de noviembre de 2017. Sitio Web: <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente.html>
- Organización de las Naciones Unidas (2017). Causas y consecuencias de la contaminación. Recuperada 01 de octubre de 2017. Sitio Web: www.contaminacion321.wikispaces.com
- Organización Mundial de la Salud – OMS. (2016). Contaminación del Aire Ambiental. Recuperada 03 de octubre de 2017. Sitio Web: www.paho.org/hq/index.php
- Pérez, J. y Merino, M. (2008). Actualizado: 2012. Definición de epistemología. Recuperado 22 de noviembre de 2017. Sitio Web: <http://conceptodefinicion.de/epistemologia/>
- Smit, E. (1988). Manual del Ingeniero Mecánico. (Volumen 3) México: Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.