



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

Booklets



RENIECYT
Registro Nacional de Instituciones
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

CONACYT

LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Evaluación de la remoción de fósforo y disminución de ácidos grasos libres en aceite de cocina usado mediante tratamiento por adsorción física empleando tierras de blanqueo

Author: Gerardo BAUTISTA DE LOS SANTOS

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2017-02
BCIERMIMI Classification (2017): 270917-0201

Pages: 34
Mail: gera.200489@hotmail.com
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



Instituto Tecnológico
de Orizaba



**C
O
N
T
E
N
I
D
O**

Introducción
Generalidades
Objetivos
Metodología
Resultados
Conclusiones
Bibliografía

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Introducción



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017

Introducción

Los parámetros que afectan el rendimiento del biodiesel son:

- Ácidos grasos libres
- Relación molar alcohol aceite
- Tipo de catalizador
- Concentración
- Temperatura
- Tiempo de reacción

(Verma y Sharma, 2016)



El grado de refinado de la materia prima contribuye mucho a la determinación de la pureza y alto rendimiento del biodiesel. Los aceites o grasas normalmente contienen esteroles, fosfolípidos, ácidos grasos libres, agua y otros contaminantes.

(Atadashi *et al.*, 2010)

Las principales etapas de la refinación de aceites vegetales comestibles son:

- Desgomado
- Neutralización
- Blanqueo
- Desodorización

La decoloración o blanqueo de aceites comestibles se realiza con arcillas naturales o activadas con ácido.

(Haro *et al.*, 2014)





El proceso de blanqueo como etapa de la refinación ha ido más allá de la mera eliminación de color, al reconocerse que además de pigmentos, en esta etapa son removidas otras impurezas, tales como jabones, trazas metálicas, fosfolípidos, productos de oxidación y poliaromáticos.

(Márquez *et al.*, 2012)

Los procesos de adsorción también pueden usarse en la industria de aceite vegetal para la eliminación de ácidos grasos libres.

(Cren *et al.*, 2009; Cren y Meirelles, 2005, 2012)



**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Generalidades



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017

Contenido de fósforo en el aceite

La norma EN 14214 establece un contenido máximo de fósforo en biodiesel de 10 ppm (0.001%). Los altos niveles de fósforo en el biodiesel indican la insuficiencia tanto del diseño del proceso como de los pretratamientos de la materia prima.



Van Gerpen *et al.* (2002) citado por Mendow *et al.* (2011), encontraron que el rendimiento se redujo en un 3-5% si el contenido de fósforo en el aceite era superior a 50 ppm.

Contenido de AGL's y humedad en el aceite

Altas concentraciones de alguno de ellos o de los dos, favorece el proceso de saponificación y el aceite se debe purificar o refinar para reducir el contenido por debajo del 3 y 1%, respectivamente.

(Rojas *et al.*, 2009)

La utilización de aceites con un alto contenido de AGL conduce al consumo del catalizador y al incremento del costo de purificación ya que los AGL's son saponificados por el catalizador alcalino homogéneo produciendo exceso de jabón.

(Ramírez *et al.*, 2011)





**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Objetivos

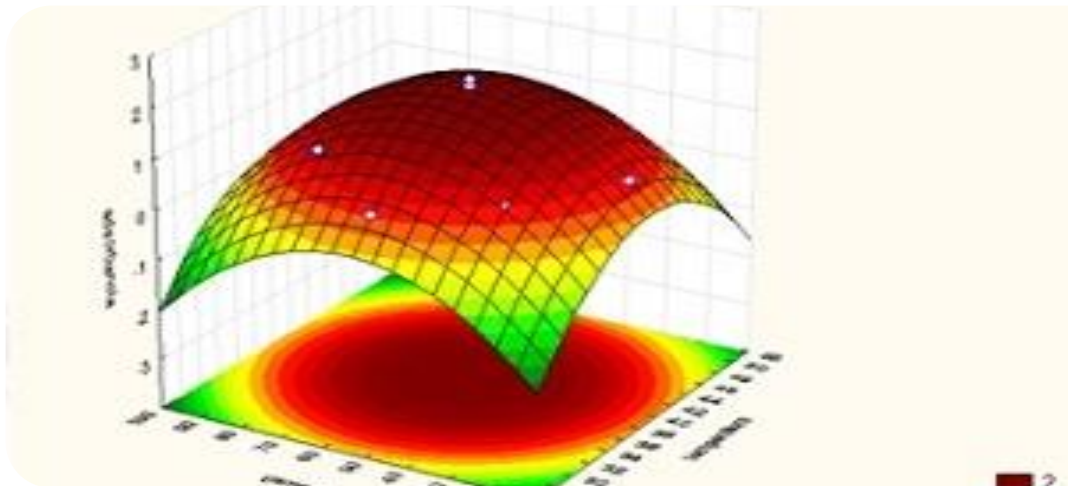


**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017

Objetivos

El presente estudio fue llevado a cabo con el objetivo de optimizar los parámetros de remoción de fósforo y a su vez disminuir los AGL's en aceite usado de maíz, mediante adsorción con tierras de blanqueo.





**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Metodología



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017

Metodología

El aceite fue recolectado de diferentes establecimientos de venta de comida frita ubicados en diferentes puntos de Ciudad Mendoza, Veracruz.

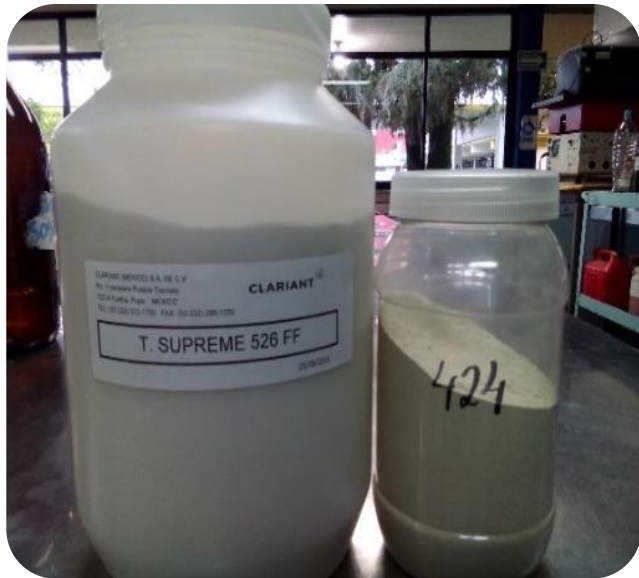


Una vez recolectados 15 L se realizó una filtración para eliminar los residuos de comida, se homogenizó y se prosiguió con la caracterización, la cual consistió en la determinación de fósforo y AGL's.



Tratamiento del aceite usado

TONSIL 424 FF y T SUPREME 526 FF
de la empresa CLARIANT.



Se realizaron las experimentaciones mediante un diseño Box-Behnken, considerando como variables independientes la concentración de tierras de blanqueo 424 y 526 (% p/p) respecto al aceite y la temperatura de adsorción ($^{\circ}\text{C}$).

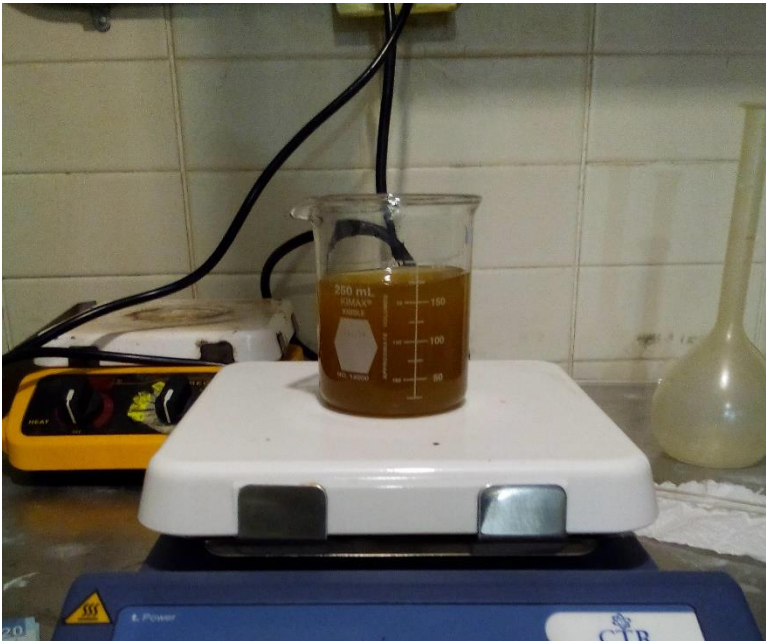


El diseño de experimentos Box-Behnken se muestran en la Tabla 1.

Muestra	424 (% p/p)	526 (% p/p)	Temp. (°C)
1	0.25	0.25	100
2	0.25	1.75	100
3	1.75	0.25	100
4	1.75	1.75	100
5	0.25	1	80
6	0.25	1	120
7	1.75	1	80
8	1.75	1	120
9	1	0.25	80
10	1	0.25	120
11	1	1.75	80
12	1	1.75	120
13	1	1	100
14	1	1	100
15	1	1	100

Tabla 1 Factores y niveles del diseño experimental Box-Benhken

Adsorción física con TONSIL 424 FF y T SUPREME 526 FF



Una vez transcurrido el tiempo de la adsorción, se filtró el aceite, usando papel filtro, un embudo Buchner, un matraz kitazato, y una bomba de vacío, para reducir el tiempo de obtención del aceite limpio de cada una de las muestras.



**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Resultados



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017

Resultados

Caracterización del aceite de maíz

En la Tabla 2 se presentan los resultados de la cantidad de fósforo y AGL's, los cuales fueron determinados mediante los métodos oficiales AOCS Ca 12-53 y AOCS Ca 5a-40, respectivamente.

Determinación	Aceite Usado	Aceite Nuevo
% de fósforo	0.00044	0.0
% AGL's (palmítico)	0.2696	0.054

Tabla 2 Cantidad de fósforo y AGL's en caracterización de aceite de maíz usado y nuevo

La exposición a temperaturas y el tiempo de exposición incrementa el contenido de AGL's como lo indica Badui (2006).

- El contenido de fósforo es apenas 3.72 % que el que contenía el de Márquez *et al.* (2012) en su estudio donde utilizaron aceite de palma crudo con 0,0118% de fósforo
- El 0.22 % respecto al reportado en el estudio de Silva *et al.* (2013) quienes estudiaron aceite de palma crudo de un procesador local en Bélgica.





**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Diseño Box-Benhken

En la Tabla 3 se presentan los resultados del diseño Box-Benhken

Muestra	Fósforo (%)	AGL's (%)
1	0.0003184	0.2674
2	0.0002640	0.2390
3	0.0001863	0.2802
4	0.0001846	0.2463
5	0.0003041	0.2626
6	0.0002471	0.2678
7	0.0001815	0.2331
8	0.0003558	0.2654
9	0.0002284	0.2484
10	0.0002566	0.2949
11	0.0002131	0.2475
12	0.0001912	0.2678
13	0.0001913	0.2677
14	0.0001874	0.2572
15	0.0002182	0.2560

Tabla 3 Resultados obtenidos a partir del diseño experimental Box-Behnken para la disminución de fósforo y AGL's



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017

Las Gráficos 1-3 muestran los resultados de la remoción de fósforo.

El Gráfico 1 muestra la relación entre el Tonsil 424 y Tonsil 526

La mayor reducción de fósforo se encuentra a niveles 2% y 0%, respectivamente.

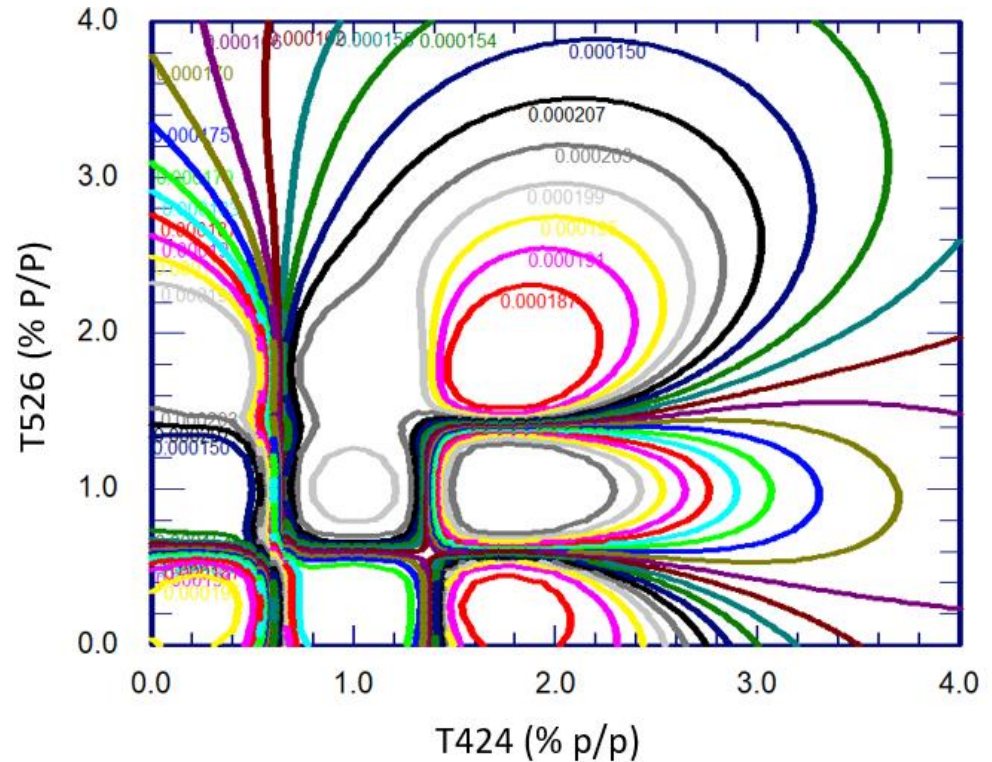


Gráfico 1 Porcentaje de fósforo vs T424 (%p/p), T526(% p/p)

El comportamiento entre el Tonsil 424 y la Temperatura, se muestra en la Gráfico 2

A niveles del 2% y 80 °C, se alcanza la mayor reducción de fósforo.

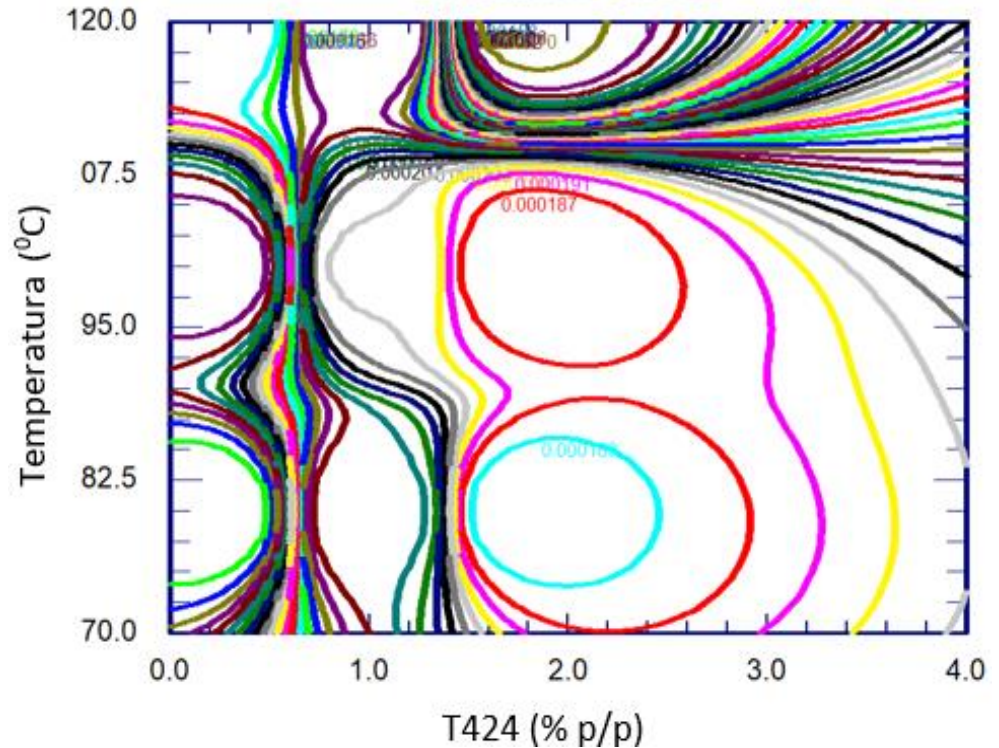


Gráfico 2 Porcentaje de fósforo vs T424 (% p/p), Temperatura °C

El Gráfico 3, muestra el comportamiento entre el Tonsil 526 y Temperatura

La mayor reducción de fósforo se obtiene en los niveles de 2% y 120 °C.

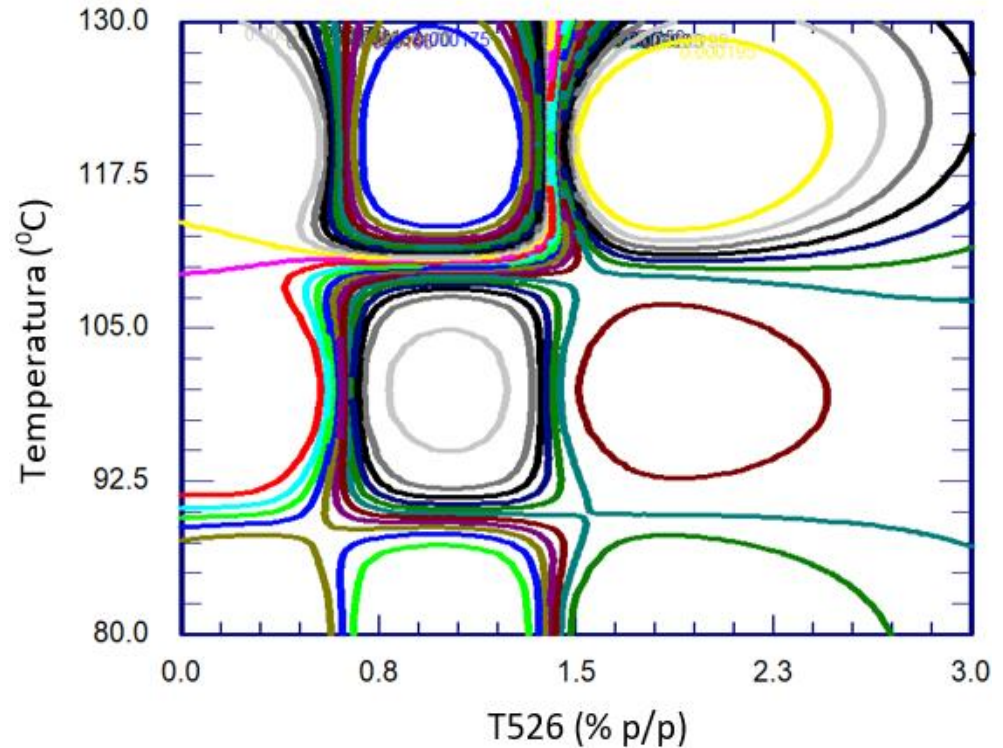


Gráfico 3 Porcentaje de fósforo vs T526 (% p/p), Temperatura °C



**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Evaluando los resultados arrojados por los Gráficos 1-3, las condiciones adecuadas para aplicar el tratamiento de adsorción son:

- Tonsil 424 en 2% p:p
- Temperatura a 80 °C
- Tonsil 526 en su valor medio (1% p:p)

como lo recomienda el Gráfico 2, al requerirse menor Temperatura y por ende menor gasto energético.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017

Los Gráficos 4-6 muestran los resultados de la disminución de AGL's.

El Gráfico 4 muestra la relación entre el Tonsil 424 y Tonsil 526

La mayor reducción de AGL's se encuentra a niveles 0.5% y 2%, respectivamente.

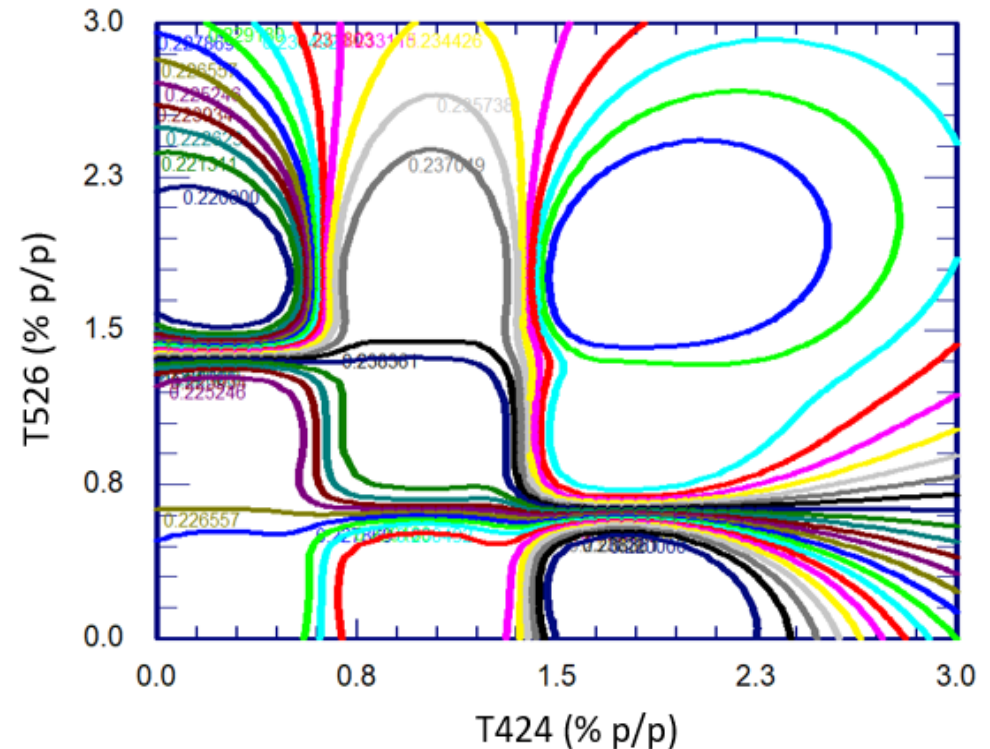


Gráfico 4 Porcentaje de AGL's vs T424 (%p/p), T526(% p/p)

El comportamiento entre el Tonsil 424 y la Temperatura, se muestra en el Gráfico 5

Niveles del 1.8% y 80 °C, alcanzan la mayor reducción de AGL's.

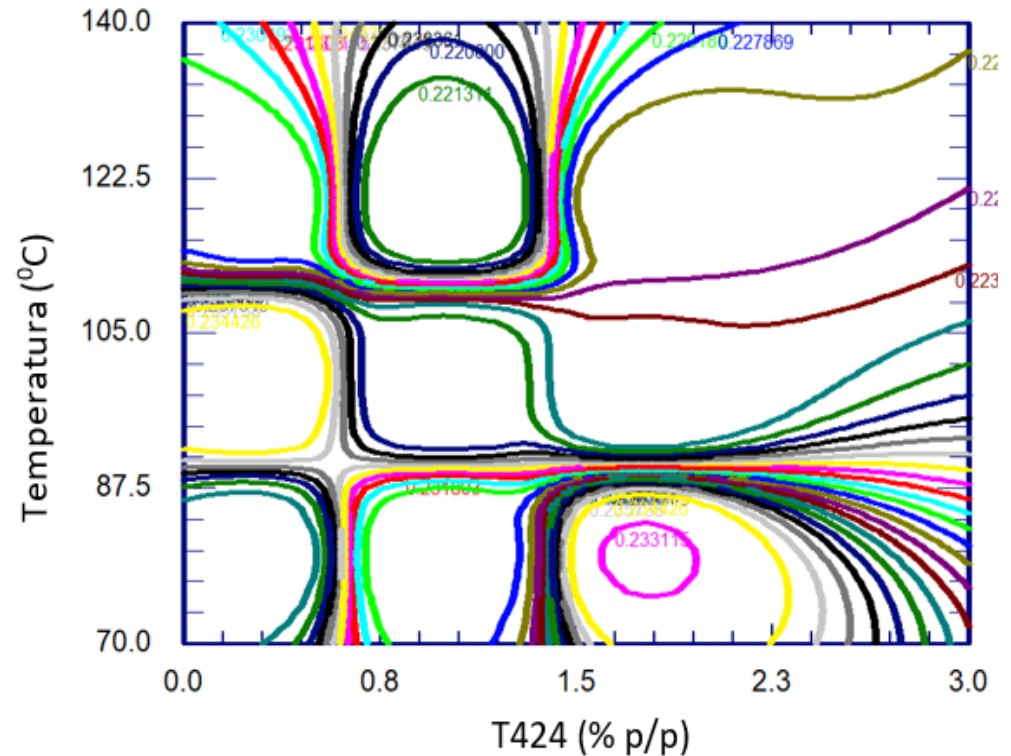


Gráfico 5 Porcentaje de AGL's vs T424 (% p/p), Temperatura °C

Finalmente, el Gráfico 6, muestra el comportamiento entre el Tonsil 526 y Temperatura

La mayor reducción de AGL's se obtiene en los niveles de 2% y 100 °C.

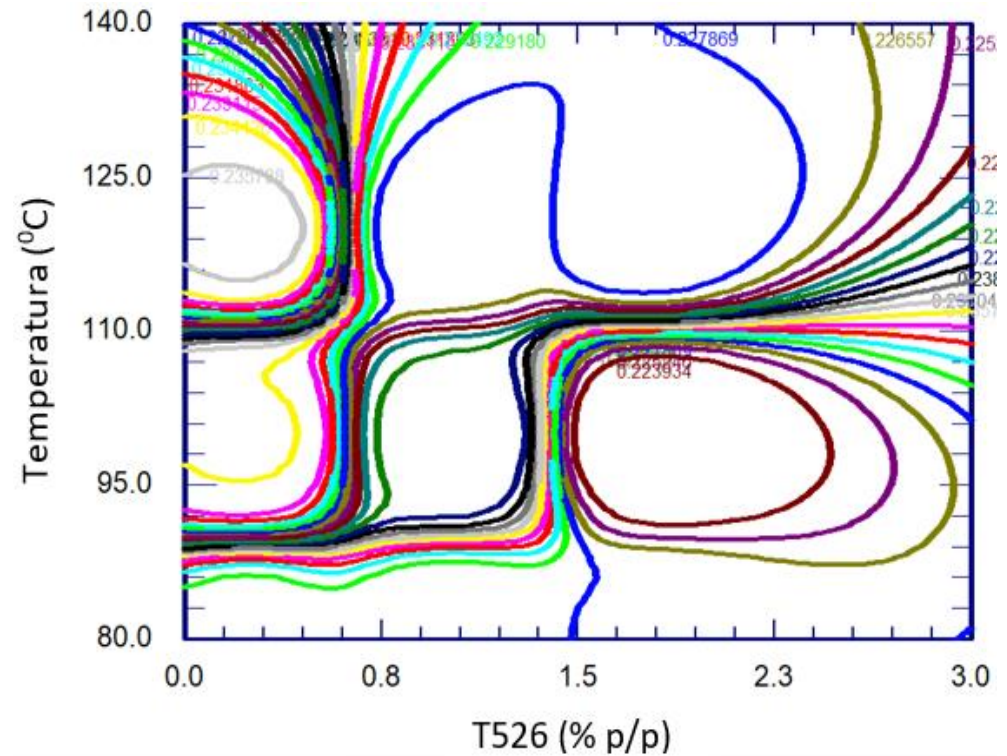


Gráfico 6 Porcentaje de AGL's vs T526 (% p/p), Temperatura °C



**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Analizando los Gráficos 4-6, se deduce que las mejores condiciones para reducir los AGL's es aplicar el tratamiento empleando:

- Tonsil 424 en 2% p/p
- Temperatura a 80 °C
- Tonsil 526 en su valor medio (1% p/p)

como se aprecia en la Figura 5, ya que este caso es el que requiere menor temperatura.

Una vez realizada la experimentación con los niveles seleccionados se obtuvo un valor de 0.00018 % (1.8 ppm) de fósforo, siendo este valor 59.09 % menor que el valor inicial.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



La remoción del 59.09 % de fósforo alcanzada en este estudio, es un poco más baja que la obtenida por Silva *et al.* (2013) la cual fue del 99% y que la obtenida por Márquez *et al.* (2012) con un 82 %.

Respecto a la disminución de AGL's se obtuvo un valor de 0.225 %, lo cual significa una disminución del 16.5 %, lo cual contribuye positivamente en el tratamiento de disminución de fósforo, obteniéndose un beneficio extra aplicando un solo tratamiento.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Conclusiones



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten que la reacción de transesterificación se realice sin afectar el rendimiento, ya que el contenido de fósforo no supera las 10 ppm (0.001%) y los AGL's no superan el 1%.

El factor que más influye en el tratamiento de adsorción es el Tonsil 424 ya que este, aunque se empleó en su nivel alto (2%), permitió que la Temperatura se aplicara en su nivel bajo (80 °C) obteniendo el valor más bajo tanto de fósforo como de AGL's.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Bibliografía



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Referencias

Atadashi I. M., Aroua M. K., Aziz A. A. (2010). High quality biodiesel and its diesel engine application: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14, 1999-2008.

Badui S. (2006). *Química de los alimentos*. Cuarta edición. Pearson educación. México. Capítulo 4, (245-300)

CLARIANT (2017). <http://www.clariant.com/es/Innovation/Innovation-Spotlight-Videos/Tonsil> (consultada febrero 2017)

Haro C., De la Torre E., Aragón C., Guevara A. (2014). Regeneración de arcillas de blanqueo empleadas en la decoloración de aceites vegetales comestibles. *Revista Politécnica*. 34 (1).

Márquez M. I., Rodríguez K., Polo A., Díaz L., Brochero C., Bastidas M. (2012). Evaluación del comportamiento de materiales adsorbentes en la etapa de blanqueo del aceite crudo de palma. *Palmas*. 33 (1), 63-72.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



**Instituto Tecnológico
de Orizaba**



Mendow G., Monella F.C., Pisarello M.L., Querini C.A. (2011). Biodiesel production from non-degummed vegetable oils: Phosphorus balance throughout the process. *Fuel processing technology* 92, 864-870

Ramírez Ortiz J., Medina Valtierra J., Martínez Rosales J. (2011). Obtención de biodiesel con aceite de maíz usado en frituras y metacaolinita como catalizador. *Acta Universitaria* (21), 19-26.

Rojas A. F., Gallego E. Torres H. (2009). Variables de operación en el proceso de transesterificación de aceites vegetales: una revisión - catálisis química. *Ingeniería e Investigación*. 29 (3), 17-22.

Silva S. M., Sampaio K. A., Ceriani R., Verhé R., Stevens C. De Greyt W., Meirelles A. (2013). Adsorption of carotenes and phosphorus from palm oil onto acid activated bleaching earth: Equilibrium, Kinetics and thermodynamics. *Journal of food Engineering* 118, 341-349.

Verma P. y Sharma M. P. (2016). Review of process parameters for biodiesel production from different feedstocks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 62, 1063-1071.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)