

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

**EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LA
SUPERFICIE DE ADSORCION Y DISTRIBUCION
TAMAÑO DE PARTICULA DE UNA TIERRA DE TIPO
FULLER EN EL BLANQUEO DEL ACEITE DE PALMA
UTILIZADO EN LA ELABORACION DE JABONES DE
TOCADOR**

BLANCA LUZ CHAVEZ QUIÑONEZ

Guatemala, agosto de 1,997

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LA SUPERFICIE DE
ADSORCION Y DISTRIBUCION TAMANO DE PARTICULA DE UNA
TIERRA DE TIPO FULLER EN EL BLANQUEO DEL ACEITE DE
PALMA UTILIZADO EN LA ELABORACION DE
JABONES DE TOCADOR.

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

BLANCA LUZ CHAVEZ QUINONEZ

PREVIO A OPTAR EL TITULO DE
INGENIERA QUIMICA

GUATEMALA, AGOSTO DE 1997

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS
VOCAL PRIMERO:	ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO:	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO
VOCAL TERCERO:	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL CUARTO:	BR. VICTOR LOBOS ALDANA
VOCAL QUINTO:	BR. WAGNER LOPEZ CACERES
SECRETARIA:	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO:	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ ECISUECK
EXAMINADOR:	ING. WILLIAMS G. ALVAREZ
EXAMINADOR:	ING. JULIO RIVERA
EXAMINADOR:	DR. RODOLFO ESPINOZA
SECRETARIO:	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LA SUPERFICIE DE ADSORCION Y DISTRIBUCION TAMANO DE PARTICULA DE UNA TIERRA DE TIPO FULLER EN EL BLANQUEO DEL ACEITE DE PALMA UTILIZADO EN LA ELABORACION DE JABONES DE TOCADOR.

Tema que me fuera asignado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ingenieria.

Bianca Luz Chávez Quiñónez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LA SUPERFICIE DE ADSORCION Y DISTRIBUCION TAMAÑO DE PARTICULA DE UNA TIERRA DE TIPO FULLER EN EL BLANQUEO DEL ACEITE DE PALMA UTILIZADO EN LA ELABORACION DE JABONES DE TOCADOR.

Tema que me fuera asignado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ingenieria.

Blanca Luz Chávez Quiñónez



Guatemala, diciembre de 1995.-

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Técnica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

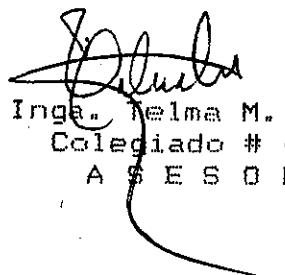
Doctor
Adolfo Gramajo
Director Escuela Ingeniería Química
Universidad de San Carlos de Guatemala

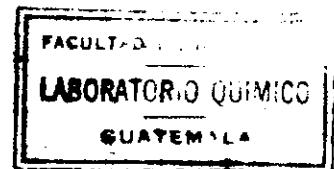
Doctor Gramajo:

Por este medio me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he procedido a asesorar el trabajo de tesis de la estudiante BLANCA LUZ CHAVEZ QUIMONEZ, el cual se titula, EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LA SUPERFICIE DE ADSORCION Y DISTRIBUCION TANAMO DE PARTICULA DE UNA TIERRA DE TIPO FULLER EN EL BLANQUEO DEL ACEITE DE PALMA UTILIZADO EN LA ELABORACION DE JABONES DE TOCADOR. Considero satisfactoria la realización de dicho trabajo de investigación y lo envío a usted para su trámite y aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,


Ing. Nelma M. Cano
Colegiado # 433
ASESOR





FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingenieria Civil, Ingenieria
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingenieria Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingenieria
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Ref. WGAM.002.96

Guatemala, 29 de febrero de 1996

Doctor

Adolfo N. Gramajo Antonio

Director

Escuela Ingeniería Química

Presente.

Estimado Doctor Gramajo:

Por este medio me dirijo a usted para comunicarle que he revisado el informe final de tesis de la estudiante **BLANCA LUZ CHAVEZ QUINONEZ**, quien realizó el trabajo titulado "**EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LA SUPERFICIE DE ADSORCION Y DISTRIBUCION TAMANO DE PARTICULA DE UNA TIERRA TIPO FULLER EN EL BLANQUEO DEL ACEITE DE PALMA UTILIZADO EN LA ELABORACION DE JABONES DE TOCADOR**", el cual fue asesorado por la ingeniera Telma Maricela Cano.

Al respecto, me permito informarle que después de haber terminado la revisión del mencionado informe y de haberle hecho las correcciones pertinentes, considero que llena los requisitos para ser aprobada por parte de la Escuela como trabajo de tesis, por lo cual se lo remito y lo pongo a su consideración.

Agradeciendo la atención a la presente, le saluda respetuosamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

MIQ e Ing. Williams G. Alvarez Mejia
Profesor Titular IV
Área de Operaciones, Unitarias



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica



El Director de la Escuela de Ingeniería Química, después de conocer
el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe de Departamento,
al trabajo de Tesis del estudiante **BLANCA LUZ CHAVEZ QUIÑONEZ**,
titulado: **EVALUACION DE LA INFUENCIA DE LA SUPERFICIE DE ADSORCION
Y DISTRIBUCION TAMAÑO DE PARTICULA DE UNA TIERRA DE TIPO FULLER EN
EL BLANQUEO DEL ACEITE DE PALMA UTILIZADO EN LA ELABORACION DE
JABONES DE TOCADOR**, procede a la autorización del mismo.

Dr. Adolfo Gramajo

DIRECTOR
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA QUIMICA

U. S. A. C.

Guatemala, 23 de octubre de 1,996.



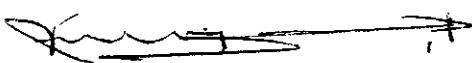
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de Tesis titulado: **EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LA SUPERFICIE DE ADSORCION TAMAÑO DE PARTICULA DE UNA TIERRA DE TIPO FULLER EN EL BLANQUEO DEL ACEITE DE PALMA UTILIZADO EN LA ELABORACION DE JABONES DE TOCADOR**, del estudiante **BLANCA LUZ CHAVEZ QUIÑONEZ**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, 23 de octubre de 1,996.

AGRADECIMIENTO

EN ESTE DOCUMENTO EXPRESO MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO
A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE EN UNA U OTRA FORMA
HICIERON POSIBLE LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO DE
INVESTIGACION Y EN ESPECIAL A:

INGA. TELMA CANO, POR SU AMPLIA COLABORACION Y ESFUERZO
EN EL ASESORAMIENTO PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO
DE TESIS.

ING. CARLOS CARDONA, POR SU ESTRECHA E INCONDICIONAL
AYUDA EN LA REALIZACION DE TODO EL TRABAJO DE TESIS.

ING. ROONY CHAVEZ, POR SU TOTAL APOYO Y COLABORACION EN
LA ELABORACION DEL INFORME FINAL DE TESIS.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

POR HABERME PERMITIDO
ALCANZAR EL UMBRAL
DESEADO

A MIS PADRES

VICTOR MANUEL CHAVEZ
SACA Y BLANCA LUZ
QUINONEZ DE CHAVEZ

A MIS HERMANOS

ROONY, HUGO, JORGE,
JUDITH Y VICTOR MANUEL.

A MI ESPOSO

ALBERTO ARTURO PEREZ

A MIS HIJOS

LUIS ALBERTO Y WENDY
PAOLA

A MIS AMIGOS

ANA SILVIA, JORGE,
JAIME Y CARLOS.

A MIS SOBRINOS, CUNADAS Y FAMILIA EN
GENERAL

INDICE GENERAL

	Pag.
SUMARIO	1
INTRODUCCIÓN	3
I. OBJETIVOS	5
II. HIPOTESIS	6
III. ANTECEDENTES	7
3.1 Saponificación	7
3.2 Métodos de procesamiento	8
3.2.1 Desgomado	8
3.2.2 Refinación	9
3.2.3 Blanqueo	9
3.2.4 Deodorización	9
3.3 Efecto por la calidad del aceite	10
3.3.1 Pigmentación	10
3.3.2 Ácidos grasos libres en el aceite	11
3.3.3 impurezas orgánicas	11
3.4 Tierras de blanqueo ó arcillas clarificantes	12
3.4.1 Naturaleza de las tierras de blanqueo	12
3.4.2 Humedad	16
3.5 Efecto del método de blanqueo	16
3.5.1 Métodos de blanqueo	16
3.5.2 Equipo y procedimiento	17
3.5.3 Pérdida de blanqueo	19
3.5.4 Condiciones de blanqueo	20
3.5.4.1 Tiempo de blanqueo	20
3.5.4.2 Agitación	21

IV. JUSTIFICACIONES	22
V. MÉTODO DE INVESTIGACION	23
5.1 Localización	23
5.2 Materiales empleados	23
5.3 Metodología experimental	23
5.3.1 Diseño de tratamientos	23
5.3.2 Diseño experimental	26
5.3.3 Unidad experimental	26
5.3.4 Equipo utilizado	26
5.3.5 Variables de proceso	26
5.4 Manejo del experimento	27
VI. ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS	28
6.1 Análisis de varianza	28
VII. RESULTADOS	32
VIII. DISCUSION DE RESULTADOS	36
IX. CONCLUSIONES	40
X. RECOMENDACIONES	41
XI. BIBLIOGRAFIA	42
ANEXOS	44

SUMARIO

Este trabajo es el resultado de investigaciones realizadas para determinar el efecto de la superficie de adsorción y distribución de tamaño de partícula de una tierra marca Fuller en el blanqueo de aceite de palma, que está destinado a la producción de jabones de tocador realizado a escala de laboratorio, con el objeto de obtener un blanqueo más efectivo y a menor costo. Una de las propiedades que mide el grado de blanqueo y que se utilizó es el color de saponificación, el cual es una medida del color que se desarrolla en una grasa o aceite cuando es tratada con hidróxido de potasio (KOH) bajo condiciones específicas de laboratorio. El color es medido en unidades rojo en una celda de 5 1/4 pulgadas en un colorímetro Lovibond. Se utilizó para esto el método de American Oil Chemists Society (A.O.C.S) con número cc 13b-45 (nomenclatura usada para clasificar los experimentos en los libros de la A.O.C.S), titulado: "Color". Los factores principales que afectan el color de saponificación del aceite de palma son: cantidades de caroteno, compuestos carbonilos, ácidos grasos libres, y otros pigmentos que no sean los anteriores.

Se trabajó con aceite de palma refinado y como adsorbente tierra tipo Fuller que contiene mayormente silicato de aluminio hidratado derivado de un mineral de arcilla llamado montmorillonita.

El experimento se realizó con tres superficies de adsorción, que son de $S_1=131\text{ m}^2/\text{g}$; $S_2=259\text{ m}^2/\text{g}$; $S_3=316\text{ m}^2/\text{g}$, y tres distribuciones de tamaño de partícula, 150-170, 170-270 y 270-400 mesh, cuyas distribuciones porcentuales se muestran en la gráfica

No. 1.

Para realizar el método de blanqueo en el laboratorio, se utilizó el método de la A.O.C.S. con número 13f-94, titulado: "COLOR REFINADO, BLANQUEADO Y COLOR DE SAPONIFICACION".

En la investigación, se utilizaron como tratamientos, cada una de las combinaciones de las dos variables estudiadas; se tuvo como modelos estadísticos un diseño experimental con un arreglo combinatorio y una distribución completamente al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones. Al color de saponificación se le aplicó un análisis de varianza para determinar el mejor tratamiento, y se concluyó que éste se obtiene a una superficie de adsorción de 259 m /g y distribución de tamaño de partícula 270-400 mesh, con un color de saponificación de 2.3.

Se realizó un experimento factorial para comprobar si existía o no interacción entre las dos variables de estudio. Se comprobó que no existe diferencia significativa en la interacción distribución de tamaño de partícula-superficie de adsorción, con una confianza estadística de 5%.

INTRODUCCION

La importancia económica de la pigmentación del aceite de palma es evidente por el hecho de que gran parte de la calidad del jabón de tocador está basado en el color del aceite de palma utilizado para fabricarlo. En la elaboración de jabón de tocador, se deben de controlar muchos factores para lograr obtener un jabón de buena calidad, así como utilizar una materia prima de buena calidad. La fabricación de jabón se lleva a cabo por saponificación de una grasa o aceite.

El propósito del blanqueo con tierra de grasas y aceites es el de retirar aquellas impurezas que causan problemas de color y olor en las materias primas y en los jabones hechos con ellos.

La tierra blanqueadora utilizada es de la marca Fuller, y el aceite de palma que se va a evaluar tiene un color inicial Lovibond de 12 rojo, que es leido en celda de 5 1/4 pulgada.

Las tierras blanqueadoras tienen propiedades físicas que influyen en la eficacia del blanqueo, tal como: superficie de adsorción y distribución de tamaño de partícula. En la presente investigación, se varió el factor superficies de adsorción en 3 niveles, y se hizo lo mismo con el factor distribución de tamaño de partícula, para evaluar su influencia en el blanqueo del aceite de palma.

La superficie de adsorción se varió utilizando la activación ácida, el cual es un proceso que mejora la habilidad para adsorber las moléculas polares (moléculas de pigmento). Los ácidos activan la tierra y aumentan la superficie de adsorción, y esto permite

liberar más cationes (acídicos), los cuales sirven como lugares activos en la tierra activada. Las moléculas de pigmento son atraídas por los lugares activos para formar un catión orgánico, el cual puede ser retirada del sistema junto con la tierra por simple filtración.

La distribución del tamaño de partícula se varió; al moler la misma muestra de tierra blanqueadora de tal manera que se obtuvieron 3 diferentes espesores de partículas, comprendidas en un rango de 150-170, 170-270, 270-400 micrones respectivamente.

El estudio de la eficacia de la tierra blanqueadora es un método de evaluación necesario, ya que de esta forma se va a optimizar la remoción de color del aceite.

En Guatemala, existe poca información respecto de la evaluación de tierras blanqueadoras, por lo que se espera que esta investigación pueda enriquecer las fuentes de información respecto de la influencia de la superficie de adsorción y distribución de tamaño de partícula de la tierra blanqueadora sobre el blanqueo del aceite de palma.

Obviamente, existen otros factores que determinan el efecto de las propiedades físicas y químicas variantes de tierras blanqueadoras sobre la calidad de aceites blanqueados como: temperatura de blanqueado, presión de blanqueado, cantidad de tierra blanqueadora, cantidad de aceite de palma, volumen de poro, pero para propósitos de este estudio, se tendrán como variables, la superficie de la adsorción y distribución del tamaño de partícula, y las demás serán constantes.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General.

Evaluar el comportamiento del proceso de blanqueo del aceite de palma con tierra blanqueadora, en función de superficie de adsorción y distribución del tamaño de partícula de tierra blanqueadora. Manteniendo constantes la cantidad de tierra blanqueadora y la cantidad de aceite de palma que se va a blanquear.

1.2 Objetivos específicos.

1.2.1 Mejorar el rendimiento de las tierras blanqueadoras.

1.2.2 Llegar a establecer el comportamiento del color del aceite de palma respecto a la variación de la superficie de adsorción de la tierra blanqueadora.

1.2.3 Establecer cómo influye el diámetro de partícula de la tierra blanqueadora en el color de saponificación del aceite de palma.

1.2.4 Establecer la interacción entre las variables: superficie de adsorción y distribución del tamaño de partícula.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General.

Evaluar el comportamiento del proceso de blanqueo del aceite de palma con tierra blanqueadora, en función de superficie de adsorción y distribución del tamaño de partícula de tierra blanqueadora. Manteniendo constantes la cantidad de tierra blanqueadora y la cantidad de aceite de palma que se va a blanquear.

1.2 Objetivos específicos.

1.2.1 Mejorar el rendimiento de las tierras blanqueadoras.

1.2.2 Llegar a establecer el comportamiento del color del aceite de palma respecto a la variación de la superficie de adsorción de la tierra blanqueadora.

1.2.3 Establecer cómo influye el diámetro de partícula de la tierra blanqueadora en el color de saponificación del aceite de palma.

1.2.4 Establecer la interacción entre las variables: superficie de adsorción y distribución del tamaño de partícula.

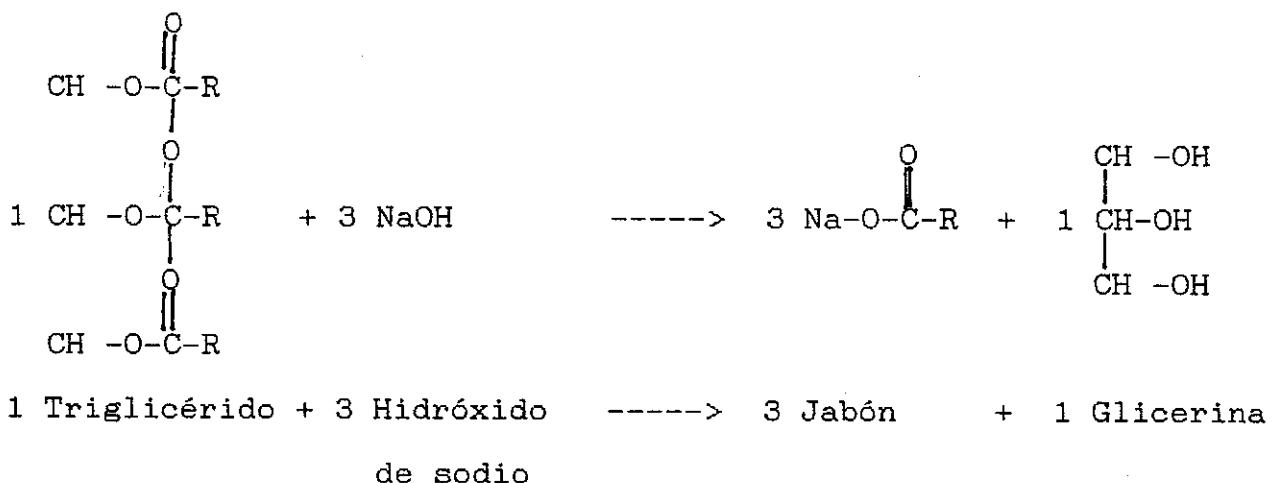
II. HIPOTESIS

Los factores físicos: superficie de adsorción y distribución tamaño de partícula, si afecta en el rendimiento de la tierra blanqueadora, en el proceso de blanqueo del aceite de palma.

III. ANTECEDENTES

3.1 Saponificación

El jabón es la sal metálica de los ácidos grasos. En el jabón de tocador, el metal es el sodio. El jabón se produce por la reacción de grasas y aceites con hidróxido de sodio; reacción a la que se le llama saponificación. Esta reacción se expresa por medio de la siguiente reacción:



Los triglicéridos, que son ésteres de los ácidos grasos y la glicerina, son los mayores componentes de grasas y aceites. En la reacción de arriba, la "R" ha sido usada para una variedad de largas cadenas de átomos de carbono porque los triglicéridos derivados de una fuente natural contienen una mezcla diversa de grupos de ácido graso. La distribución de los grupos "R" que se encuentran depende de las grasas y aceites usados. El número de átomos de carbono en el radical ácido graso de los triglicéridos utilizados en la fabricación de jabones comerciales va de 12 a 18, pero se encuentran algunas pequeñas cantidades de cadenas de longitudes más cortas y más largas. Un alto porcentaje de los radicales áci-

do graso son cadenas carbonadas pares mientras que el resto contiene un número impar de átomos de carbono.

3.2 Métodos de procesamiento

Por lo anterior, se dice que la materia prima principal en la elaboración del jabón de tocador, es la grasa o aceite, que comprenden desde grasas o aceites de alta calidad, hasta grasas o aceites crudos de baja calidad. La calidad se logra establecer comparando los valores de las propiedades de las grasas o aceites con las especificaciones que se encuentran establecidas; para aceite de palma las especificaciones son:

Indice de yodo	40 - 54
Cobre	0.5 ppm max.
Hierro	5.0 ppm max
Valor peróxido	5.0 max
Color de saponificación	3.0 rojo max.

Es obvio que la materia prima de alta calidad no requiere de ningún mejoramiento, ya que las especificaciones son llenadas; las otras calidades de las grasas o aceites requieren un paso relativamente sencillo en el proceso de mejoramiento como la remoción de gomas, la remoción de agua, la remoción de cuerpos de olor y la remoción de cuerpos de color, los cuales se denominan:

3.2.1 Desgomado

Los aceites vegetales obtenidos por medio de prensado o extracción con solventes, siempre contienen sustancias similares a la grasa, como fosfolípidos o complejos de proteína y grasa, las cuales son gomosas. Cuando se

les moja con agua, estos materiales se hacen insolubles en el aceite y se separan de él. Este es un modo de obtener el fosfolípido, lecitina.

3.2.2 Refinación

En tanto que el agua separa gran parte del material gomoso, el uso de una solución de álcali logra eliminar otras impurezas menores del aceite. Estos incluyen ácidos grasos libres que se combinan con el álcali para formar jabones. Se les puede eliminar mediante la filtración o centrifugación. Este tratamiento se conoce como refinación.

3.2.3 Blanqueo

Aun después del desgomado y la refinación, el aceite de semillas contiene varios pigmentos vegetales como clorofila y caroteno. Se les puede eliminar pasando el aceite caliente sobre carbón o cualquiera de varios barros y tierras absorbentes. Generalmente el calor en sí basta para blanquear las grasas animales.

3.2.4 Deodorización

Las grasas y los aceites naturales de semillas, carne y pescado contienen varios compuestos olorosos. Algunos de ellos son deseables, como los del aceite de olivo, la manteca de cacao, manteca de cerdo, grasa de mantequilla fresca, y grasa de pollo, y estos olores no se eliminan expresamente. Sin embargo, muchos otros aceites como el de pescado y los de varias semillas, tienen olores desagradables. Estos se eliminan por medio de

calor y vacío. Con frecuencia el calor se suministra mediante la inyección de vapor a la grasa en evaporadores de baja presión.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ACCION DEL BLANQUEO

Para la manufactura del aceites se necesita un proceso de blanqueo o decoloración para remover los pigmentos. Este proceso de blanqueo es llevado a cabo por el tratamiento de los aceites refinados a temperaturas elevadas y agregándoles tierras activadas o de blanqueo como adsorbentes de la pigmentación.

Los tres factores que influyen en la acción del blanqueo son:

- Calidad de aceite que se va a blanquear
- Tipo de tierra usada
- Método de blanqueo.

3.3 Efecto por la calidad del aceite

La calidad del aceite, más que cualquier otro factor, afecta el desarrollo del blanqueo.

3.3.1 Pigmentación

La mayoría de los pigmentos del aceite de palma son causados por caroteno, lo que provoca un color amarillo-rojo o líquido ámbar. Los pigmentos de color en aceites de palma crudos de buena calidad tienen pesos moleculares menores que los triglicéridos presentes. Componentes de alto peso molecular también han sido encontrados en niveles variables en aceites de palma crudos y puede ser el resultado de daños ocurridos posterior a la cosecha.

3.3.2 Ácidos grasos libres en el aceite

Los ácidos grasos libres en el aceite refinado indican que ha ocurrido una pobre refinación o una hidrólisis. Los mismos ácidos grasos son fácilmente blanqueados, ya que las tierras activadas pueden adsorber dichas impurezas.

3.3.3 Impurezas orgánicas

Las impurezas orgánicas son el factor más importante que influye en la operación de blanqueo y tal vez el menos entendido.

Son incluidas como impurezas orgánicas: los fosfolípidos, proteínas degradadas, carbohidratos y jabón. Ellos pueden estar presentes en el aceite en forma de dispersiones coloidales más bien que de soluciones verdaderas, aunque aparentemente el aceite claro puede contener una cantidad significativa. Normalmente son de un color café claro, pero son menos pigmentadas que los pigmentos colorantes, los cuales también son impurezas orgánicas, pero aquí no se clasifican en esa categoría.

La refinación elimina ambos pigmentos colorantes e impurezas orgánicas, y las que permanecen deben ser adsorbidas por la tierra a un nivel deseado, así, además de la neutralización de ácidos grasos libres en la refinación, el blanqueo también refina el aceite en su papel de purificador final. Si un aceite es refinado deficientemente, las impurezas orgánicas residuales son altas y es necesaria una dosificación mayor de tierra para obtener el color deseado.

En resumen, mientras mayores impurezas orgánicas hay en el aceite refinado, mayor cantidad de tierra se requiere para blanquear a un color determinado.

3.4 Tierras de blanqueo o arcillas clarificantes

3.4.1 Naturaleza de las tierras de blanqueo

Entre los adsorbentes existen diversas clases tales como el carbón activado, tierra de diatomeas, sílica, óxido de aluminio, bentonita y otros. Las arcillas o tierras activadas tienen un significado especial en la química de los aceites porque su adsorción selectiva permite la remoción de IMPUREZAS indeseables en el aceite como los pigmentos coloreados, gomas, jabones, carbohidratos, fosfolipidos, con el objeto de obtener un producto terminado puro de gran estabilidad y buena apariencia estética. Las tierras activadas no sólo remueven impurezas, sino también ayudan al proceso de desodorización, disminuyen su tendencia a oxidación y hacen más estable el producto terminado en el período de almacenamiento, transportación y conservación durante el cual será expuesto a condiciones diversas y a veces drásticas como temperatura, humedad, luz y aire, que son condiciones que contribuyen al deterioro del producto.

Las arcillas o tierras de blanqueo naturales son sedimentos originados por cenizas volcánicas, los cuales a través de subsecuentes etapas de deterioración forman la mayoría de las arcillas minerales estables como caolín, talco, mica. Posteriores hidrataciones con calor y agua originan trans-

formaciones hidrotérmicas que hacen perder la estructura cristalográfica de las arcillas minerales estables, y resulta un mineral formado por láminas de sílice y alúmina y una estructura atómica parecida a una serie de capas compuestas predominantemente de silicato tetraédrico y alúmina octaédrica, llamado MONTMORILLONITA. Además de la montmorillonita, la tierra de blanqueo contiene impurezas metálicas de hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, titanio, etc. Las tierras o arcillas naturales tienen una baja capacidad para adsorber pigmentos colorantes y otras impurezas del aceite, pero al activar dichas tierras, se han obtenido resultados satisfactorios en el aumento de la adsorción y una notoria superioridad sobre las tierras naturales. La activación de una tierra consiste en la adición de un ácido, ácido sulfúrico y/o ácido clorhídrico, después de eliminar el agua por secado, para remover los iones de calcio soluble se intercambian por iones de hidrógeno, se atacan las estructuras de sílice y alúmina y se deposita su hidrógeno dentro de estas láminas y así incrementar la superficie de la arcilla paralelamente con el poder clarificador. La activación ácida es un proceso que puede ser usado para mejorar la habilidad natural de la montmorillonita para adsorber las moléculas polares. Sin embargo, es importante comenzar con el tipo correcto de montmorillonita. Este requerimiento debe ser cumplido debido a las diferencias sutiles en cationes y patrones de sustitución de redes que dentro de la estructura de la montmorillonita puede causar diferencias significativas en el rendimiento. La marca de

tipo Fuller se destaca por su respuesta superior al proceso de activación ácida y, por lo tanto, son la materia prima por excelencia para hacer catalizadores y adsorbentes de arcilla activada. Las montmorillonitas de sodio natural, aunque se destacan por sus características expansivas, son utilizadas ampliamente como arcilla de perforación, que generalmente no responden a la activación ácida. Los ácidos activan la montmorillonita al atacar y solubilizar los cationes estructurales en la capa octaédrica. Esto descubre la estructura de la arcilla, aumenta la superficie de adsorción, y permite a más cationes (activos) acídicos ser liberados de la capa octaédrica para reemplazar los cationes menos acídicos (calcio), originalmente presentes en la intercapa entre las láminas.

Existe una evidencia considerable de que estos cationes (activos) acídicos sirven como lugares activos en la arcilla activada. Cuando una molécula de pigmento (impureza polar) se aproxima a uno de estos lugares activos, un ión de carbonio (catión orgánico) se forma y reemplaza o se asocia con uno de los cationes de intercapa inorgánicos acídicos y activos. Ahora, anclado en lugar por fuerzas electrostáticas, la molécula de pigmento cautiva puede ser retirada del sistema junto con la arcilla, por simple filtración. En la presente investigación, se utilizó ácido sulfúrico (H_2SO_4) para aumentar la superficie de adsorción de la tierra blanqueadora; 5ml. de H_2SO_4 a 9 gramos de tierra para obtener un valor de superficie de adsorción; 10ml. de H_2SO_4 a otros 9 gramos de tierra para un segundo valor de superficie de adsorción,

etc..

Las tierras de blanqueo comerciales son polvos de color amarillo verdoso o azul grisáceo. El polvo presenta buena estabilidad y no pierde actividad, aun después de un almacenamiento prolongado.

Las tierras de blanqueo naturales son activadas y lavadas después; hasta la neutralidad completa, son completamente inertes con los glicéridos y no modifican las constantes químicas de la grasa durante el tratamiento. Ciertas tierras, en ocasiones, transfieren pequeñas cantidades de ácido mineral empleado para la activación, y producen un ligero aumento en la acidez del aceite. Tales tierras pueden también comunicar a la grasa un olor peculiar que a menudo se describe como terroso, el cual se elimina fácilmente en el proceso de desodorización subsiguiente.

Entre los principales proveedores de tierras blanqueantes naturales están: netrol (americano), la floridine y otras bentonitas de igual procedencia, la galacita inglesa surrey, la frankonites, la frisia (alemanas), la carlonit, la kambarra (japonesas) y otras.

Las tierras activadas más frecuentes en la industria de refinación responden a las siguientes marcas comerciales: super fuller, special fuller, y activite (americanas) fulmof (inglesa) alsil, clarit, frankonit, isarit, montana, tonsil y terrana (alemanas) clansil (francesa) y otras varias de diferentes países de empleo principalmente local.

La mayor parte de las marcas mencionadas se venden bajo

grasa/aceite caliente crea oxidación adicional.

El blanqueado al vacío mejora tanto el color de aceite como el color de saponificación. También retira gomas, metales, productos de oxidación, jabón y humedad. La ventaja más importante del blanqueado al vacío sobre el blanqueado atmosférico es que mejora enormemente la estabilidad del color y olor.

Para el aceite de palma, debido a la mayor insaturación, que lo hace susceptible a la oxidación; un alto vacío es necesario. El método que lista la A.O.C.S. con número 13f-94 consta de dos partes: la primera se realiza cuando se tiene un aceite crudo, entonces, se debe de refinar primero y luego blanquearlo con tierra; la segunda parte da color de saponificación de aceite que se va a analizar, por lo tanto, el experimento se realiza como blanqueado atmosférico.

3.5.2 Equipo y procedimiento

Los tanques abiertos comúnmente empleados tienen una capacidad de 15,000 a 50,000 libras y son generalmente cilíndricos con fondo cónico, equipados con serpentín de vapor y agitadores mecánicos, en donde se mezcla el aceite y la tierra empleada para el blanqueo, y luego la mezcla es bombeada a un filtro prensa.

Los blanqueadores de vacío son generalmente diseñados para una capacidad de 25,000 a 35,000 libras; son equipados con serpentín de vapor y agitados mecánicos y un vacío de menos de 10 mm de Hg. mantenido por medio de eyectores.

Es aconsejable secar el aceite bajo vacío antes de la

adición de la tierra de blanqueo; en este caso, el aceite es calentado a una temperatura que no excede de 100°C bajo agitación fuerte; cuando el aceite pre-blanqueado está dentro de las especificaciones--máximo de 200 ppm jabón y 1% humedad-- se carga el aceite en el recipiente blanqueador. Se descarga tierra blanqueadora en la tolva (la cantidad depende de la calidad, tipo y cantidad de aceite y el tipo de tierra usada). Cuando el aceite deje de burbujejar (indicación que el aceite está seco), se debe transferir la tierra.

Permitir que el vacío retorne a donde estaba antes de adicionar la tierra blanqueadora. Calentar hasta 150°C para aceite de palma, con menos de 10mm de Hg. si es posible. Dejar el aceite a la temperatura indicada por 45-60 minutos. Despues comenzar a enfriar activando la bomba del agua enfriadora hacia los anillos cerrados dentro del recipiente blanqueador. Enfriar hasta 75°C. Cuando se rompa el vacío, se empieza a bombear la mezcla hacia el filtro. Se toman muestras de aceite filtrado cada 15 minutos para analizar el color de saponificación. Cuando el color de saponificación es el deseado, se detiene el reciclaje y se dirige el flujo de aceite a través del filtro fino hasta el almacenaje de aceite terminado. Si después de una hora de reciclaje el color de saponificación no se encuentra dentro de la especificación de 3.0 rojo, el aceite debe ser re-blanqueado. Despues de la filtración, la torta debe ser limpiada con vapor y/o aire para remover el aceite restante, tanto como sea posible.

3.5.3 Pérdida de blanqueo

Las pérdidas en la operación del blanqueo ha sido objeto de mucha discusión; lo cierto es que un % de aceite es retenido en la torta del filtro.

Generalmente las tierras activadas pueden retener más aceite que las tierras naturales; los carbones activados retienen aún más cantidades de aceite.

Las tierras activadas retienen aproximadamente 30% en peso base seca; los carbones activados retienen de 80% a 100% en peso.

El mejor costo de operación de blanqueo, por supuesto, dependerá del costo original del material utilizado en el blanqueo y la cantidad de aceite retenido en el filtro; cuando el aceite a blanquear está poco pigmentado, es posible usar tierras naturales, ya que su precio es considerablemente más bajo que el de las tierras activadas. Pero cuando se trata de aceites difíciles de blanquear, el uso de tierras activadas se hace necesario. Otro punto importante que se debe considerar es el precio del aceite refinado; cuando éste es bajo, es posible utilizar grandes porcentajes de tierras naturales baratas, que tierras activadas caras, dado que el costo de aceite perdido en la torta del filtro es bajo; la torta del filtro después de soplado y lavada es generalmente desecharada, y dado que contienen una cantidad considerable de aceite, no deberá ser acumulada en la planta por el peligro de oxidación y de una combustión espontánea.

3.5.4 Condiciones de blanqueo

La velocidad de adsorción aumenta con la temperatura y la humedad de la tierra debe ser eliminada para una máxima adsorción de color, así pues cuando se usa el tiempo de blanqueo normal, la temperatura de blanqueo deberá ser superior al punto de ebullición del agua. En el experimento realizado, se calentó 300 gramos de muestra de aceite de palma a 110°C. Por otro lado, si la temperatura es muy superior al punto de ebullición del agua, puede ocurrir un oscurecimiento por oxidación, a menos que se use un alto vacío. La temperatura de blanqueo deberá ser en el rango de 130°C a 150°C para el aceite de palma.

3.5.4.1. Tiempo de blanqueo

En teoría, la adsorción debería ser casi instantánea, pero en la práctica no es así. Se necesita tiempo para que la tierra libere humedad y extraiga los pigmentos colorantes, en un mínimo de 45-60 minutos, a una temperatura de blanqueo arriba del punto de ebullición del agua (más de 100°C), a escala laboratorio, que es como se llevó a cabo el experimento; a la muestra de 300 gramos de aceite de palma se le agregaron 9 gramos de tierra blanqueadora, y se agitó a 250 RPM (revoluciones por minuto) durante 5 minutos.

En la planta, los tiempos de calentamiento y filtración son relativamente largos, tal vez de una hora, durante la cual, la tierra está en contacto con el.

3.5.4 Condiciones de blanqueo

La velocidad de adsorción aumenta con la temperatura y la humedad de la tierra debe ser eliminada para una máxima adsorción de color, así pues cuando se usa el tiempo de blanqueo normal, la temperatura de blanqueo deberá ser superior al punto de ebullición del agua. En el experimento realizado, se calentó 300 gramos de muestra de aceite de palma a 110°C. Por otro lado, si la temperatura es muy superior al punto de ebullición del agua, puede ocurrir un oscurecimiento por oxidación, a menos que se use un alto vacío. La temperatura de blanqueo deberá ser en el rango de 130°C a 150°C para el aceite de palma.

3.5.4.1. Tiempo de blanqueo

En teoría, la adsorción debería ser casi instantánea, pero en la práctica no es así. Se necesita tiempo para que la tierra libere humedad y extraiga los pigmentos colorantes, en un mínimo de 45-60 minutos, a una temperatura de blanqueo arriba del punto de ebullición del agua (más de 100°C), a escala laboratorio, que es como se llevó a cabo el experimento; a la muestra de 300 gramos de aceite de palma se le agregaron 9 gramos de tierra blanqueadora, y se agitó a 250 RPM (revoluciones por minuto) durante 5 minutos.

En la planta, los tiempos de calentamiento y filtración son relativamente largos, tal vez de una hora, durante la cual, la tierra está en contacto con el

aceite a una alta temperatura y el grado de adsorción alcanzado se acerca al máximo.

3.5.4.2. Agitación

La agitación deberá ser lo suficientemente vigorosa para alcanzar el intimo contacto tan rápido como sea posible entre la tierra y los pigmentos colorantes. No deberá ser violenta, pues promueve la oxidación si se incorpora aire.

IV. JUSTIFICACION

La justificación más importante del presente trabajo es asistir a las plantas de producción de jabones de tocador del país, a optimizar sus respectivos procesos para blanquear, y remover en forma más efectiva las impurezas objecionables, que causan problemas de color y olor en el aceite de palma y en los jabones hechos con él.

V. METODO DE INVESTIGACION

Con el objeto de determinar los efectos que producen la superficie de adsorción y distribución tamaño de partícula de la tierra blanqueadora, se realizaron una serie de pruebas a nivel de laboratorio para la obtención de datos sobre la influencia de dichas características sobre el blanqueo del aceite.

5.1 Localización

La parte experimental se realizó con la ayuda del laboratorio de la planta Colgate.

5.2 Materiales empleados

El material utilizado fue el aceite de palma refinado, con un color de saponificación inicial de 12 rojo leído en colorímetro Lovibond en celdas de 5 1/4 pulgadas.

La tierra blanqueadora fue de la marca Fuller, triturada para obtener 3 medidas diferentes de tamaño de partícula, y será también tratada con ácido sulfúrico para aumentar la superficie de adsorción.

5.3 Metodología experimental

5.3.1 Diseño de tratamientos

Para evaluar el efecto que cada una de las variables seleccionadas superficie de adsorción y distribución tamaño de partícula, produce sobre el color de saponificación del aceite de palma, se procederá a fijar cada superficie de adsorción y distribución, el tamaño de partícula en cada tratamiento para su

posterior análisis de blanqueo y el color de saponificación.
Los tratamientos realizados se presentan en la siguiente tabla:

DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS

TABLA No. 1

TRATAMIENTO No.	SUPERFICIE DE ADSORCION (M ² /G)	TAMANO DE PARTICULA Mesh (Rango)
1	131	270 - 400
2	259	270 - 400
3	316	270 - 400
4	131	170 - 270
5	259	170 - 270
6	316	170 - 270
7	131	150 - 170
8	259	150 - 170
9	316	150 - 170

TABLA No.2

VARIABLE	S (M ² /G)	D (MESH)
1	131	270 - 400
2	259	170 - 270
3	316	150 - 170

DISTRIBUCION ALEATORIA DE LOS TRATAMIENTOS

TABLA N°. 3

NO. DE ORDEN	TRATAMIENTO	NO. DE ORDEN	TRATAMIENTO
1	D1S1	21	D2S3
2	D1S2	22	D2S3
3	D1S3	23	D2S2
4	D2S1	24	D2S1
5	D2S2	25	D2S1
6	D2S3	26	D2S2
7	D3S1	27	D2S3
8	D3S2	28	D1S3
9	D3S3	29	D1S2
10	D3S3	30	D1S1
11	D3S2	31	D1S1
12	D3S1	32	D1S2
13	D3S1	33	D1S3
14	D3S2	34	D1S3
15	D3S3	35	D1S2
16	D3S3	36	D1S1
17	D3S2		
18	D3S1		
19	D2S1		
20	D2S2		

5.3.2 Diseño experimental

Se va a realizar un experimento factorial con un arreglo combinatorio y una distribución completamente al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones.

5.3.3 Unidad experimental

La unidad experimental que se va a utilizar consta de las siguientes unidades:

9 gramos de tierra blanqueadora por 300 gramos de aceite de palma refinado.

5.3.4 Equipo utilizado

- * tamices de 150, 170, 270 y 400 mesh respectivamente,
- * colorímetro Lovibond en unidades rojo con celdas de 5 1/4 plg.,
- * aparato de superficie de área Strohlein,
- * beackers - 1000 ml. y 500 ml.,
- * agitador magnético,
- * horno,
- * tubo de 5 1/4 pulgadas de altura,
- * earlenmayer,
- * embudo,
- * papel filtro.

5.3.5 Variables de proceso

Variables durante el proceso:

- superficie de adsorción de la tierra:
131, 259, 316 m^2/g
- distribución de tamaño de partícula:

270-400, 170-270, 150-170 mesh.

Permanecen constantes:

- 9 gramos de tierra blanqueadora,
- 300 gramos de aceite de palma,
- velocidad de agitación: 250 RPM,
- tiempo de blanqueado: 5 minutos,
- temperatura de blanqueado: 110°C,
- temperatura de filtrado: 75°C.

5.4 Manejo del experimento

Se prepara la tierra blanqueadora para molerla en laboratorio y, seguidamente, se tamiza a la medida requerida para obtener la gráfica de distribución de tamaño de partícula, y así tener las muestras de tierra con los 3 distintos tamaños de partícula.

Al contar con las muestras tamizadas, se procede a medir la superficie de adsorción; se le agrega el ácido sulfúrico necesario para obtener las 3 distintas superficies de adsorción.

Al contar con las muestras de tierra, se guardan en una desecadora para el uso del método de blanqueado.

VI. ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS

6.1 Análisis de varianza

a = número de tratamientos factor A (distribución tamaño de partícula)

i = 1,2,3 tratamientos

n = número de repeticiones

n = 4

b = número de tratamientos factor B (superficie de adsorción)

j = 1,2,3 tratamientos

F.C = factor de corrección

G.L = grados de libertad

S.C = suma de cuadrados

S = varianza del error experimental

C.V = coeficiente de variabilidad

a.- Modelo estadístico.

Γ_i = efecto de la i-ésimo tamaño de partícula (factor fijo con "a" niveles), a = 3

β_j = efecto de la j-ésima superficie de adsorción (factor fijo con "b" niveles), b = 3

$(\Gamma\beta)_{ij}$ = efecto de interacción, tamaño de partícula - superficie de adsorción

Y_{ijk1} = variable respuesta (color de saponificación de aceite de palma)

$\epsilon_1(ijk)$ = error experimental asociado a la ijk-ésima unidad expe-

mental (repetición)

b.- Hipótesis que van a ser evaluadas

$H_0: \sigma_{\Gamma S} = 0$ No hay efecto del tamaño de partícula sobre el color de saponificación del aceite de palma.

$H_0: \sigma_{\beta S} = 0$ No hay efecto de la superficie de adsorción sobre el color de saponificación.

$H_0: \sigma_{\Gamma \beta S} = 0$ No hay efecto de interacción tamaño de partícula - superficie de adsorción sobre el color de saponificación del aceite de palma.

α = nivel de confianza 5%

c.- Grados de libertad

Causas	G.L.
tratamientos	ab - 1
distribución tamaño de partícula	a - 1
superficie de adsorción	b - 1
interacción A x B	(a - 1)(b - 1)
error	ab (n - 1)
total	abn - 1

d. Suma de cuadrados

$$F.C. = \sum_{abn} x_{ij.}^2$$

Causas de la varianza	S.C.
tratamiento	$\sum_{ij.} x_{ij.}^2 - F.C.$
total	$\sum_{ijk} x_{ijk}^2 - F.C.$
error	$S.C._{total} - S.C._{tratamiento}$
Γ_i	$\sum_{bn} x_{i..}^2 - F.C.$
β_j	$\sum_{an} x_{.j.}^2 - F.C.$
$(\Gamma\beta)_{ij}$	$\sum_{ij.} x_{ij.}^2 - F.C. - (S.C._\Gamma + S.C._\beta)$

e. Cuadrados medios esperados y prueba F apropiada

	Factor	C.M.E	F
$H_0: \Gamma_i = 0$	Γ_i	$S.C._\Gamma$ $G.L._\Gamma$	$C.M._\Gamma$ $C.M.E$
$H_0: \beta_j = 0$	β_j	$S.C._\beta$ $G.L._\beta$	$C.M._\beta$ $C.M.E$
$H_0: \Gamma_i \beta_j = 0$	$(\Gamma\beta)_{ij}$	$S.C._{\Gamma\beta}$ $G.L._{\Gamma\beta}$	$C.M._{\Gamma\beta}$ $C.M.E$
ERROR	ϵ	$S.C.error$ $G.L.error$	

Para distribución tamaño de particula,
la diferencia es significativa si

$$F \geq F_{0.05} (G.L._\Gamma, G.L._\epsilon)$$

Para superficie de adsorción,
la diferencia es significativa si

$$F \geq F_{0.05} (G.L.\beta, G.L. \text{del error})$$

Para la interacción distribución tamaño de partícula - superficie
de adsorción, la diferencia es significativa si:

$$F \geq F_{0.05} (G.L.\Gamma\beta, G.L. \text{ del error})$$

VII. RESULTADOS

Respecto de las hipótesis planteadas y a los objetivos del presente trabajo de investigación, se obtuvieron los siguientes resultados:

- En la tabla 4, se presentan los resultados obtenidos del color de saponificación del aceite de palma para las superficies de adsorción de 131, 259 y 316 m²/g y los tres diferentes tamaños de partículas, 270-400, 170-279 y 150-170 mesh.
- La gráfica No.1 muestra las curvas de diámetro de las partículas (abertura de los tamices en el tamizado) en micrones, en el eje X, y el porcentaje acumulado retenido para dicho tamaño en el eje Y.
- La tabla No.5 muestra el análisis de varianza para el color de saponificación del aceite de palma.
- La gráfica No.2 presenta gráficamente las líneas de tendencia de los factores distribución tamaño de partícula y superficie de adsorción.

Tabla No.4

Colores de saponificación promedio

Distribución tamaño de partícula (mesh)	Superficie de adsorción (m ² /g)		
	β1 131	β2 259	β3 316
270-400	3.6	2.3	2.5
170-270	3.9	2.6	2.8
150-170	4.4	3.2	3.4

Tabla No.5

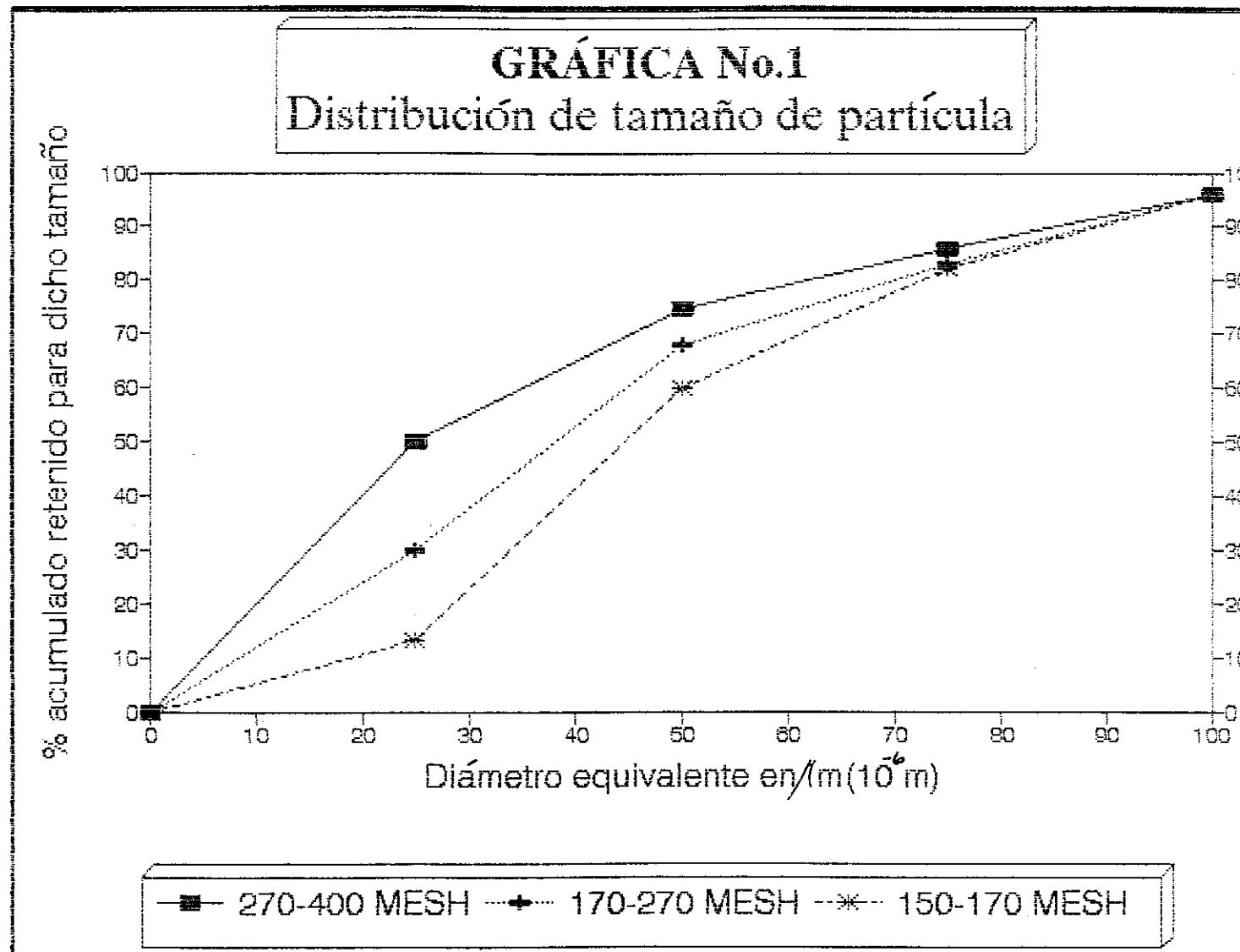
ANALISIS DE VARIANZA

Factor de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _{0.05}
Tratamientos *	8	15.80	1.98	39.60	2.31
Distribución tamaño de partícula *	2	4.65	2.33	46.50	3.35
Superficie de adsorción* 2		11.13	5.57	111.30	3.35
Distribución tamaño de partícula - Superficie de adsorción	4	0.02	0.005	0.1	2.73
Error	27	1.36	0.05		
Total	35	17.16			

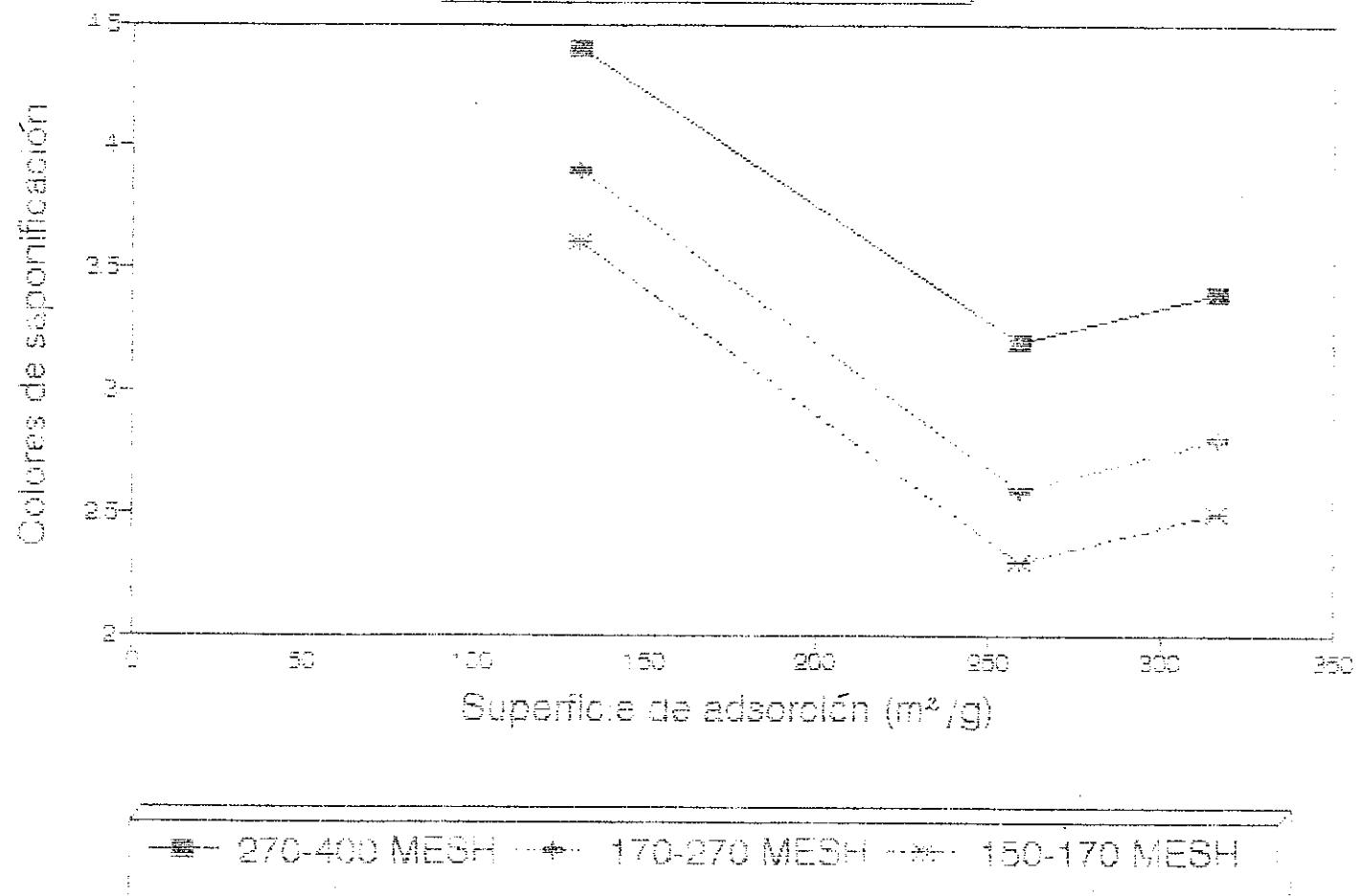
* significativo al 0.05

Cv = 15.16%

GRÁFICA No.1
Distribución de tamaño de partícula



GRÁFICA N° 2
Gráfica de interacción



VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

En la tabla No.4, se observa que la mejor superficie de adsorción es $259 \text{ m}^2/\text{g}$, ya que el valor del color sube a $316 \text{ m}^2/\text{g}$; esto concuerda con la teoría de que es la acidez de la superficie de la arcilla lo que contribuye a la actividad y también las propiedades desventajosas potenciales, tales como la formación de ácidos grasos libres, o sea una subida de ácidos grasos libres, frecuentemente atribuida a la acidez de la arcilla. Los ácidos grasos libres son impurezas que dan un olor y sabor desagradables de por sí, y reaccionan rápidamente con el oxígeno en el aire para formar productos descompuestos que también tienen olores y sabores desagradables. En la industria del jabón, desde luego, el sabor no tiene importancia pero el olor y el color si, tanto en las grasas y aceites como en el jabón terminado. Los problemas de olor y color tienen su origen principalmente en cualquier ácido graso libre presente, debido a:

- El olor intrínseco de ácidos grasos libres de bajo peso molecular.
- Rápida autoxidación (reacción directa con oxígeno) de ácidos grasos para formar productos de olor desagradable.
- Conversión de estos productos olorosos por hidrólisis a productos altamente coloreados.
- Catálisis de ácidos grasos libres de la autoxidación de grasas y aceites mismos.

Una arcilla natural tiene un alto peso volumétrico, el cual disminuye según el grado de activación a causa de que se han in-

tercambiado iones relativamente pesados por iones hidrógeno. Por esta razón, una arcilla activada tiene más volumen de poro y tendrá siempre una mayor retención del aceite que una arcilla natural. Por lo anterior, es también anti-económico utilizar una tierra con una superficie de adsorción demasiada elevada, porque además de retener las impurezas, retiene más cantidad de aceite.

La tabla No.4 también muestra que la mayor capacidad de adsorción lo ofrece la tierra que contiene partículas más finas, 270-400 mesh, pero también ésta retiene mayor cantidad de aceite y son lentos para filtrar. En general, la tierra óptima tiene una pequeña cantidad de materia gruesa para formar la torta del filtro, en la cual los granos finos se pueden aglomerar para efectuar una mejor filtración. Sin embargo, también debe tener suficiente cantidad de partículas finas para lograr una alta eficiencia de blanqueo, es decir, que en la industria hay necesidad de una filtración eficiente, tiempos cortos de filtración y minimización de retención de aceite en la tierra comprimida en el filtro. Por lo anterior, la muestra de distribución del tamaño de partícula 270-400 M es aceptable, aunque sea muy fina, y creará serios problemas en la etapa de filtración.

La gráfica No.2 muestra claramente que los factores son aditivos o independientes, por lo cual las líneas de tendencia son paralelas; esto lo indica la tabla No.5 donde se ve que no existe diferencia significativa entre la interacción; entonces, la distribución del tamaño de partícula no depende de la superficie de adsorción ni viceversa.

La tabla No.5 indica que hay diferencia significativa entre

niveles del factor superficie de adsorción, lo cual lo confirma la teoría: la activación abre la estructura arcillosa, aumenta la superficie de adsorción, y sustituye más cationes ácidos (activos) por cationes menos ácidos, una vez que una impureza polar, tal como una molécula de pigmento se asocia con un cation activo, es anclado en el sitio por fuerzas electrostáticas, y puede ser retirado del sistema junto con la tierra por una sencilla filtración. Además, una alta superficie de adsorción tiene mayor cantidad de poros pequeños, por lo tanto, una superficie de adsorción baja tiene poros más grandes; estos poros grandes son menos eficientes en el proceso de adsorción, lo cual da motivo a una disminución en el rendimiento de la refinación. Cuando el tratamiento ácido es muy prolongado, el blanqueo en lugar de aumentar, decrece progresivamente debido a la presencia de radicales hidronio (H^+) que actúan en forma degradativa sobre el aceite; por eso se debe tener cuidado de no agregar demasiado ácido sulfúrico a la tierra blanqueadora, para evitar que las principales estructuras de la montmorillonita no realicen el intercambio de iones adecuado y repercuta en una disminución de la activación y en consecuencia disminución del blanqueo. La máxima superficie de adsorción lograda varía desde una montmorillonita natural a otra, pero típicamente está en el rango de $200\text{ m}^2/\text{g}$ a $400\text{ m}^2/\text{g}$. En general, las propiedades óptimas de blanqueo se encuentran en arcillas debajo de la máxima superficie de adsorción lograble. Lo anterior concuerda con el resultado obtenido, ya que la mayor superficie de adsorción obtenida fue de $316\text{ m}^2/\text{g}$, y la superficie de adsorción más adecuada para el blanqueo fue de $259\text{ m}^2/\text{g}$.

Igualmente la tabla No.5 indica que hay diferencia significativa entre niveles del factor distribución de tamaño de partícula; ésto se confirma a continuación:

La distribución del tamaño de las partículas en una tierra de blanqueo es el porcentaje de los diferentes tamaños de partículas en micrones, que es de un rango en % de 0 a 5 micrones para partículas finas y de 5 a 80 micrones para partículas gruesas. Dentro de éstos límites, las partículas más finas presentan la mayor capacidad de adsorción de una tierra.

También se presenta el coeficiente de variación, cuya magnitud es de 15.16% el cual se considera un poco alto, ya que el coeficiente de variación aceptable a escala laboratorio es de 10% maximo; esto se debe a que puede haber variación por los factores incontrolables del proceso, como temperatura de blanqueo, agitación, temperatura de filtrado.

IX. CONCLUSIONES

1. La mejor superficie de adsorción para dar el blanqueo más efectivo es $259 \text{ m}^2/\text{g}$.
2. La distribución tamaño de partícula más adecuada para dar un color de saponificación más bajo es 270-400 mesh.
3. Niveles muy altos de superficie de adsorción no producen un blanqueado adecuado en el aceite de palma.
4. La mejor distribución del tamaño de partícula de la tierra blanqueadora es la que tiene una pequeña cantidad de materia gruesa y suficiente cantidad de partículas finas.
5. No existe diferencia significativa en la interacción de los factores distribución del tamaño de partícula - superficie de adsorción.

X. RECOMENDACIONES

1. Para los procesos de blanqueado, se recomienda secar el aceite antes de agregar la tierra de blanquear.
2. Se debe de controlar el grado del ataque de ácido durante la activación para asegurarse de que no ocurra un colapso de las estructuras de la tierra, y ya no pueda entregar propiedades de adsorción óptimas.
3. El estudio de la eficacia de las tierras blanqueadoras son métodos de evaluación necesarios, ya que de esta forma se va a optimizar la remoción de color del aceite.
4. En el presente trabajo de investigación, se determinó que las condiciones más aconsejables de la tierra blanqueadora son: 259 m²/g y distribución tamaño de partícula 270-400 mesh; son éstas las condiciones que se recomiendan para una próxima investigación, con la variante de que el material que se va a blanquear sea aceite de algodón o sebo.
5. Realizar un trabajo de investigación igual pero cambiando otras condiciones de proceso como: cantidad de tierra blanqueadora agregada a los 300 gramos de aceite de palma, velocidad de agitación, tiempo de blanqueado.

REFERENCIAS

- 1.- AMERICAN OIL CHEMISTRY SOCIETY (AOCS). Oficial methods.
USA: s.p.i., 1994, method Cc 13-b45, Cc 13f-94.

- 2.- GEANKOPLIS, Christie. Procesos de transporte y operaciones unitarias. México: Compañía Editorial Continental, 1982. 685 pp.

- 3.- MONTGOMERY, Douglas. et. al. Probabilidad y estadística para ingeniería. México: Editorial Interamericana, 3a. edición, 1990, 334 pp.

- 4.- REYES CASTANEDA, Pedro. Diseño de experimentos aplicados. México: Editorial Trillas, 1992, 325 pp.

- 5.- STILLMAN, R.C. Journal of american oils chemists society. U.S.A.: s.p.i., 1955, 593 pp.

6.- TREYBAL, Robert. Operaciones de transferencia de masa.
México: 2da. edición, Editorial McGraw-Hill,
1988. 629 pp.

UNIVERSIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRAL LIBRARY

ANEXOS

DATOS CALCULADOS

Tabla No.6

Colores de saponificación correspondientes a las cuatro
repeticiones realizadas

Número	Tratamiento	131	Repetición suma por				tratamiento Xij.
			I	II	III	IV	
1	270-400	131	3.5	3.4	3.7	3.8	14.4
2		259	2.1	2.0	2.6	2.5	9.2
3		316	2.5	2.3	2.6	2.6	10.0
4	170-270	131	3.9	3.7	3.8	4.2	15.6
5		259	2.8	2.4	2.9	2.3	10.4
6		316	2.6	2.9	2.8	2.9	11.2
7	150-170	131	4.6	4.1	4.1	4.8	17.6
8		259	3.2	3.0	3.4	3.2	12.8
9		316	3.5	3.3	3.4	3.4	13.6

Tabla No. 7

Tabla a x b c de doble entrada para estudiar efectos
del factor F_1 , del F_2 y la interacción $F_1 F_2$.

Distribución tamaño de partícula	Superficie de adsorción			Total por distribución tam- año de partícula
	31	32	33	
F_1 (270-400 μ)	14.4	9.2	10.0	33.6
F_2 (170-270 μ)	15.6	10.4	11.2	37.2
F_3 (150-170 μ)	17.6	12.0	13.6	44.0
Total por superficie de adsorción				
\times_{ij}	47.6	32.4	34.8	114.8

Tabla No. 6

Promedio por unidad experimental

Promedio por tratamiento $x_{i,j}$	Promedio por nivel del factor T x_i	Promedio por nivel del factor B x_j	Promedio general \bar{x}
3.60	2.80	3.97	3.19
2.30	3.10	2.70	
2.50	3.67	2.90	
3.90			
2.60			
2.80			
2.40			
3.20			
3.40			
Error estándar de la media (S_x)			
2.22	0.17	0.40	