

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

EFECTO DE LAS VARIABLES DE BLANQUEO EN LA CALIDAD  
FINAL DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

POR

ROXANA FRINEE MARTÍNEZ LEAL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, JULIO 1997

08

709045

0.7

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**EFFECTO DE LAS VARIABLES DE BLANQUEO EN LA CALIDAD  
FINAL DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 14 de enero de 1997.

Roxana Frinee Martínez Leal

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1o.	Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra
VOCAL 2o.	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3o.	Ing. Juan Adolfo Echeverría
VOCAL 4o.	Br. Victor Rafael Lobos Aldana
VOCAL 5o.	Br. Wagner Gustavo López Cáceres
SECRETARIO	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN**

**GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Julio Rivera Palacios
EXAMINADOR	Ing. Óscar Rosal Higueros
EXAMINADOR	Ing. Williams Álvarez Mejía
SECRETAR	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas



Unisola de Guatemala, S. A.

Km. 26 Autopista al Pacífico,  
Amatitlán  
Guatemala  
Centro América

Teléfonos: 6331136  
6330552  
Telefax: 6331133

Guatemala 12 de mayo de 1997

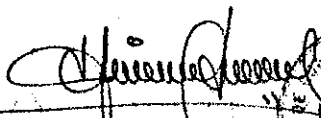
Ingeniero  
JULIO CHAVEZ  
Director Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Universidad San Carlos Guatemala

Estimado señor Director:

Por este medio hago constar que asesore a la estudiante  
ROXANA FRINEE MARTINEZ LEAL en su trabajo de tesis sobre :  
El Efecto de las Variables de Operación del Proceso de  
Blanqueo en la Calidad Final de Aceites y Grasas Comestibles.

Habiendo terminado su trabajo experimental y de redacción  
satisfactoriamente, dejo constancia de mi responsabilidad  
como asesor, así como de aprobación para que sea tomado como  
uno de los requisitos para su Exámen General Público.

Atentamente,

  
EDWIN IVAN ESCOBAR  
INGENIERO QUÍMICO  
SUPERINTENDENTE DE PRODUCCION





**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

Guatemala, 5 de junio de 1,997.

Ingeniero  
Julio Chávez Montúfar  
Director Escuela Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

Estimado Ingeniero Chávez.

Por medio de la presente hago de su conocimiento, que he  
revisado el Informe Final de Tesis titulado: **EFECTO DE LAS  
VARIABLES DE BLANQUEO EN LA CALIDAD FINAL DE ACEITES Y GRASAS  
COMESTIBLES** de la estudiante Roxana Frinee Martínez Leal, de la cual  
dejo constancia de mi aprobación.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio Rivera Palacios  
REVISOR



**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, Ing. Julio Chávez Montúfar, después de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe de Departamento, al trabajo de la estudiante Roxana Frinee Martínez Leal, titulado: **EFFECTOS DE LAS VARIABLES DE BLANQUEO EN LA CALIDAD FINAL DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES**, procede a la autorización del mismo.

Ing. Julio Chávez Montúfar  
DIRECTOR  
DE  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, 7 de julio de 1,997



**FACULTAD DE INGENIERIA**

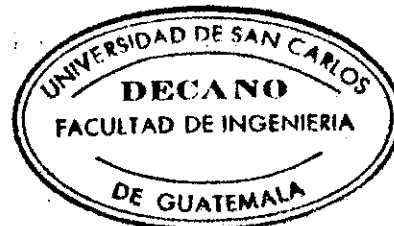
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

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: **EFFECTO DE LAS VARIABLES DE BLANQUEO EN LA CALIDAD FINAL DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES** de la estudiante **Roxana Frinee Martínez Leal** procede a la autorización para la impresión de la misma.

**IMPRIMASE:**

Ing. Herbert Miranda Barrios  
DECANO



Guatemala, 7 de julio de 1,997.

## ACTO QUE DEDICO

A Dios, mi creador y guía.

A mi padre: Conrado Amilcar Martínez Guerra

A mi madre: Reyna Leal de Martínez

A mi esposo: Edwin Iván Escobar Escalante

A mis hermanos: Lubding Conrado Martínez Leal  
Amilcar Rolando Martínez Leal

A mis tíos: John E. Nauss  
Esperanza Leal Nauss

A mi abuelita: María del Socorro Guerra vda. De Martínez.



## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Edwin Iván Escobar Escalante, por su asesoría e importante ayuda en la elaboración de la presente tesis.

Al Ing. Julio Rivera Palacios, revisor del presente trabajo de tesis.

A la empresa UNISOLA de Guatemala, por su valiosa colaboración.

## INDICE

1.	RESUMEN	1
2.	INTRODUCCIÓN	3
3 .	ANTECEDENTES	7
4.	JUSTIFICACIONES	13
5.	OBJETIVOS	17
6.	HIPÓTESIS	18
7.	METODOLOGÍA	19
8.	RESULTADOS	22
	8.1. IDENTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL PROCESO DE BLANQUEO	22
	8.2. ESTADO ACTUAL DE LOS ACEITES PRODUCIDOS EN GUATEMALA	27

8.3. PARTE EXPERIMENTAL	35
8.4. RESULTADOS PARTE EXPERIMENTAL	40
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
10. CONCLUSIONES	48
11. RECOMENDACIONES	50
12. BIBLIOGRAFÍA	52
13. ANEXOS	54
13.1. DIAGRAMA DE PROCESOS DE REFINACIÓN	55
13.2. ESPECIFICACIONES A.O.C.S.	56
13.3. DESCRIPCIÓN DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	57
13.4. EVALUACIÓN DE OLOR Y SABOR	62
13.5. CARTA DE COMPOSICIONES Y PROPIEDADES FÍSICAS DE ACEITES VEGETALES	63
13.6. CARTA TÉCNICA DE TIERRA TONSIL OPTIMUM FF	64
13.7. DIFERENTES TIPOS DE TIERRAS ACTIVADAS	66

## 1. Resumen

El presente estudio tiene como principal objetivo, establecer la influencia de las variables de operación del proceso de blanqueo, en las características fisicoquímicas y sensoriales de aceites y grasas comestibles, ya que dependiendo del eficiente manejo de dichos parámetros se reducen o cambian los productos de oxidación, se remueven trazas de jabón, fosfátidos, gomas, metales y finalmente se reduce el color.

Para llevar a cabo este trabajo, primero se estableció el estado actual de los principales aceites producidos en Guatemala, evaluando en cada uno la estabilidad oxidativa a través de pruebas de durabilidad en periodos determinados; luego se identificó, en planta, a todos los parámetros de operación del proceso de blanqueo en variables y no variables en sus diferentes etapas.

A nivel de laboratorio se realizaron pruebas de blanqueo, utilizando aceite de palma neutralizado y seco, variando los principales parámetros de operación, (temperatura, concentración de tierra activada, tiempos de residencia), para obtener un aceite blanqueado estable y de buena calidad, lo cual se determinó por medio de los

siguientes análisis fisicoquímicos: índice de peróxido, presencia de iones metálicos y color (por el método colorimétrico Lovibond).

Para las pruebas correspondientes de blanqueo en el laboratorio, se utilizó un Kitasato adaptado a una bomba de vacío, se le proporcionó calor y agitación constante, por medio de una plancha de calentamiento con agitación electromagnética.

Para evaluar la calidad final del aceite blanqueado y verificar la efectividad de dicho proceso, se practicaron análisis fisicoquímicos: índice de peróxido, presencia de iones metálicos (hierro y fósforo) y color.

Los valores de peróxidos y concentración de iones metálicos obtenidos, se representaron gráficamente para observar su comportamiento contra diferentes tiempos de residencia, variando concentraciones de tierra activada y temperaturas.

De lo anterior se determinó que a mayores temperaturas se reducen los compuestos de oxidación (Peróxidos) y la concentración de iones metálicos disminuyen a medida que aumenta la concentración de tierra activada.

## 2. Introducción

Años atrás el enfoque de la refinación del aceite comestible se ha dirigido hacia la conservación y ahorro de energía, el aumento de la producción y cuestiones ambientales. Estos son aspectos valiosos que merecen considerarse, pero no al costo de olvidar el objetivo técnico fundamental de las diferentes etapas del refinado del aceite comestible, que es la producción de un producto de mejor calidad.

Pero, hoy en día, la apertura de mercados ha forzado a girar el enfoque de los estudios hacia la producción de productos de mejor calidad al menor costo posible, lo cual ha obligado a evaluar nuevos planteamientos para los procesos de refinamiento de aceites, y a tratarlos como una operación integrada; comprender el objetivo fundamental de cada proceso individual y su relación con los procesos subsecuentes y con la calidad final del producto. Tal como se muestra en el diagrama del Anexo 13.1.

Desde este punto de vista, en la actualidad el blanqueo ha dejado de verse como un proceso, exclusivo para la reducción de color y se considera que es el corazón de los procesos de refinación de aceites, ya que es en esta etapa

donde se eliminan la mayoría de compuestos que degradan y desestabilizan a los aceites. De allí, que en años recientes el proceso de blanqueo ha sido objeto de grandes esfuerzos de investigación y desarrollo, adquiriendo importancia creciente con la relación a los otros procesos de refinación.

El objetivo de refinar los aceites y grasas comestibles es el de eliminar todos aquellos compuestos que producen o inciden en el mal olor, sabor y apariencia.

Así de acuerdo al anexo 13.1, los procesos de desgomado, neutralización, blanqueo y deodorización son los responsables de la eliminación de estos compuestos, y el blanqueo juega un papel principal. Los demás procesos como la hidrogenación, fraccionamiento, etc. únicamente cambian las propiedades físicas de los aceites. (Ref. 5)

Así, en el proceso de lavado se eliminan todas las gomas, fosfolípidos, lodos, etc., insolubles en agua, por medio de la adición de ácido fosfórico.

En el proceso de neutralización se eliminan los ácidos grasos libres (acidez), muchos de los cuales producen mal sabor y olor, por medio de la saponificación con soda cáustica.

Luego sigue el blanqueo en el cual, además de reducir

el color a niveles deseados, se eliminan todos los peróxidos, compuestos de oxidación secundarios (cetonas, aldehídos, etc.) Y agentes pro-oxidantes (iones metálicos), los cuales no son volátiles y son los responsables de acelerar la degradación posterior en aceites y grasas. (Ref.5)

Básicamente, el proceso de blanqueo consiste en dosificar un material adsorbente (tierras, arcillas, las cuales son tratadas para ese fin), junto con químicos (ácidos) al aceite, donde a condiciones específicas de operación (temperatura, humedad, vacío, agitación, tiempo de residencia) los compuestos indeseables reaccionan y son adsorbidos por el material adsorbente (tierra), basándose en el fenómeno físico de la adherencia. (Ref. 4)

La adherencia depende de la afinidad específica entre el adsorbente y el soluto, pero como éstos son de diferentes tipos, es necesario obtener o mejorar esa afinidad por medios físicos (agitación, temperatura, vacío, tiempos de contacto, etc.) y químicos (adición de químicos), de ahí la importancia de las condiciones de proceso.

Por último la deodorización, que no es más que un proceso de destilación por arrastre a alta temperatura



(200-270 °C) y alto vacío (6 mmHg de vacío), en donde se eliminan todos los compuestos volátiles productores de olor y sabor, así como la volatilización de algunos compuestos de color. (Ref. 5)

### 3. Antecedentes

Históricamente, el proceso de blanqueo se conoce desde hace mucho tiempo y fue redescubierto hace poco más de 100 años; hay evidencias de que se conoció hace más de 2000 años en el lejano Oriente, donde ciertas clases de arcillas eran utilizadas para mejorar el color del aceite de oliva, aquellas arcillas eran conocidas como tierras Fuller. (Ref.2)

Desde esa época viene el concepto de que el blanqueo es la "Reducción del color" del aceite, por medio de la interacción de éste con ciertas arcillas, donde todos los esfuerzos siempre fueron orientados hacia ese objetivo.

Pero hasta hace apenas 80 años comenzó el desarrollo tecnológico en la refinación de aceites y cada uno de sus procesos, y fue así como en Europa (Baviera, Alemania) se descubre que las arcillas o tierras tratadas con ácido o acidificadas, (tierras activadas), bajo ciertas condiciones de operación, eran más efectivas que las tierras neutras conocidas hasta entonces. (Ref. 2)

En años recientes el blanqueo junto con los procesos de desgomado y neutralización han sido más frecuentemente, motivo de mayor atención. Esto ha traído como resultado

una mejor comprensión de como el blanqueo afecta más allá de la remoción del material colorante (clorofila, carotenos, etc.) e influye grandemente en la estabilidad de los aceites y grasas.

La Sociedad Americana de Químicos de Aceites (A.O.C.S., por sus siglas en inglés), ha demostrado plenamente que el proceso de blanqueo es el que más incide en el sabor y estabilidad del aceite. (Ref. 3)

Una conceptualización moderna de los efectos del blanqueo sobre los aceites se enfoca no solamente a la reducción del color, sino a la importancia de eliminar o reducir todos aquellos componentes grasos y no grasos que oxidan el aceite, logrando ésto mediante el uso de tierras mejoradas o activadas y a la adición de ácido bajo condiciones específicas de operación.

Esto ha llevado a la investigación y desarrollo de adsorbentes mejorados y especializados, para encontrar condiciones óptimas de operación, que permitan la obtención de aceites de mejor calidad y la reducción de los costos de operación, ya que deodorizar aceites mejor tratados, reduce considerablemente los tiempos de deodorización.

Las publicaciones más recientes de blanqueo comercial, demuestran la función vital del blanqueo en la refinación

de aceites, en particular sobre la calidad del aceite final, lo cual se logra por la adsorción selectiva de impurezas, pigmentos, metales, jabones y la descomposición de peróxidos y compuestos de oxidación secundarios como aldehídos, mejorando tanto el color como la estabilidad hacia la oxidación.

Así, al incrementar los niveles de dosificación de tierras o utilizando tierras alternativas y encontrando las condiciones óptimas de operación se puede procesar aceites de cualquier calidad para obtener un producto de óptima calidad.

Los problemas encontrados por la ineficiente refinación, particularmente en los procesos de desgomado y neutralización, se pueden rectificar modificando condiciones de operación en el blanqueo.

Es posible mencionar una diversidad de estudios más que son una fuente muy valiosa de información, los cuales deben tomarse en cuenta por sus distintos enfoques, pero que no consideran en toda su magnitud, el optimizar y controlar técnicamente las variables de operación en el proceso de blanqueo para obtener aceites y grasas comestibles de calidad.

En la actualidad existen muchas operaciones para

"Blanquear" un aceite: con operación continua, semi-continua o por lotes, que difieren en sus principios técnicos, no así en la teoría.

Así, podemos hablar por ejemplo de la refinación física, la cual, luego de lavar y desgomar un aceite se introduce directamente al deodorizador, en donde por efecto de la temperatura, el alto vacío y la adición de ácido cítrico se volatilizan todos aquellos compuestos que inciden en el olor, sabor y apariencia del aceite, éste proceso tiene muchas limitaciones, ya que se debe llevar a cabo a altas temperaturas (250°C mínimo) y alto vacío (4 mmHg), ocupar altos volúmenes de vapor de arrastre y tener altos tiempos de residencia, y con respecto al aceite, se necesita que sea un crudo de buena calidad (no haya sido extraído por expellers), ya que no se eliminan todos los compuestos y componentes del aceite que no son volátiles y que afectan la durabilidad de los aceites. Este método es más utilizado en grasas o sebo animal y aceite altamente saturado (palma africana y coco). (Ref. 5)

Otro método usado básicamente en aceite de palma es la decoloración térmica, que ocurre alrededor de los 270°C, en alto vacío y en tiempos próximos a los treinta minutos. (Ref. 6)

Normalmente lo que se destruye a esas condiciones son betacarotenos, por esta razón estos métodos no son utilizados en aceites que no contengan alto contenido de carotenos, (aceites con colores rojo o naranja intenso).

Un método mucho más amplio y de mayor aceptación es el de blanqueo húmedo y blanqueo seco, ya que no importa el tipo y calidad del aceite.

Este método se basa en el fenómeno físico de la adsorción, explicado anteriormente, él cual se lleva a cabo en dos etapas.

El blanqueo húmedo se lleva a cabo al ambiente (tanques abiertos), en donde el aceite seco es calentado a temperaturas no mayores de 80°C, (depende del tipo de aceite). Al calentar el aceite al ambiente a temperaturas mayores de 85 - 90°C, se quema, se oxida y sufre una fijación del color azul. Se agrega agua, para mejorar la actividad de la tierra y ácido cítrico (el cual reacciona con iones metálicos y otros compuestos, hidratándolos y formando flóculos) y posteriormente la tierra activada, con agitación constante, se le da un tiempo de retención o contacto entre 10 a 40 minutos, dependiendo del tipo y calidad del aceite, parámetros finales deseados y el tipo de tierra, luego es pasado al blanqueo seco (en un tanque

cerrado y al vacío), donde el aceite es calentado entre 100 - 120°C, con un vacío de 22 a 25 pulg Hg y un tiempo de residencia de 10 - 40 minutos. En esta etapa se adsorben los compuestos de color, los que se descomponen por la acción del ácido y la temperatura, luego la tierra es separada por un filtro prensa. (Ref. 7)

#### 4. Justificaciones

Los aceites crudos contienen una gran cantidad y variedad de impurezas glicéridas y no glicéridas, las cuales degradan y desestabilizan los aceites y grasas, provocando efectos adversos o negativos en el color, apariencia, sabor y olor, por lo que se hace necesario eliminarlos y esto se logra por medio de las diferentes etapas y procesos de la refinación de aceite, donde el proceso de blanqueo juega un papel importante.

En la actualidad los aceites y grasas de origen vegetal y animal y sus productos son parte de la dieta del ser humano, los cuales, proporcionan un mayor porcentaje del total de calorías, que el azúcar de caña, maíz, harina de trigo, carne de res o cualquier otro producto alimenticio.

Su relativo bajo costo en el mercado, lo hace accesible a casi todos los sectores de la sociedad y es necesario que éste producto sea de buena calidad, con características fisicoquímicas y sensoriales adecuadas, evitando problemas de mal sabor, olor, color y apariencia al momento de ser consumidos.

Debido a las políticas económicas actuales, cuya tendencia es la apertura de mercados, obliga a la industria



guatemalteca a producir y ofrecer productos de mejor calidad a precios competitivos y en general, al mejoramiento y optimización de sus procesos.

La industria de aceites y grasas comestibles en Centroamérica ha evolucionado con cierto dinamismo, debido al desarrollo de algunos cultivos como palma africana, ajonjolí, maní, soya y al establecimiento de plantas procesadoras en los cinco países del área.

En las décadas de 1960 a 1970 el incremento de la actividad algodonera en Guatemala, El Salvador y Nicaragua permitió que la semilla de algodón fuera la materia más utilizada en la producción de aceites y que incluso se exportara, hasta principios de los años ochenta, luego comenzó a deteriorarse la producción de algodón y se ampliaron programas para promover el cultivo de palma africana, que se convirtió en la oleaginosa de mayor importancia al finalizar la década de los ochenta. La producción de otras oleaginosas como ajonjolí y maní se destina a mercados internacionales o se emplea en la elaboración de dulces y otros alimentos. (Ref.12)

La baja en la producción de semilla de algodón fue compensada en mayor o menor medida, recurriendo a la compra de materias primas y aceites crudos en el exterior, las

importaciones de semillas oleaginosas en los años noventa fueron 101000 toneladas y 75000 toneladas anuales de aceites vegetales, lo cual implicó divisas por más de 31 millones de dólares. (Ref. 12)

Centroamérica cuenta con una producción anual de dos millones de toneladas de distintas materias primas, distribuidas en algo más de un millón de toneladas de palma africana, y el resto de oleaginosas de hilera. La producción anual asciende a 383600 toneladas de aceite crudo, es decir 215000 toneladas de palma y 170000 de oleaginosas de hilera (maní, soya, algodón). (Ref. 12)

En Guatemala, las plantas refinadoras cuentan con una capacidad de 130000 toneladas al año, pero únicamente trabajan al 60% de su capacidad.

En los años noventa, la producción anual de palma creció a un promedio anual de 9.2%, no solo contrarrestó el descenso en la semilla de algodón, sino que incluso determinó que la producción total de aceites se incrementara en un 7.3%. (Ref. 12).

A medida que se incremente la superficie cultivada de palma africana, se reactive la producción algodонера y se promueva la producción de otras oleaginosas anuales con tecnología avanzada, Centroamérica podrá aumentar el

abastecimiento de materias primas para la producción de aceites y grasas comestibles, asimismo invertir en la ampliación de la capacidad productiva industrial del aceite, con base en tecnologías modernas, lo que aseguraría un nivel adecuado de competitividad en los mercados tanto de la región como en los internacionales.

Estudios recientes hechos por la A.S.A. (Asociación Americana de Soya), con aceites fabricados en México, Centroamérica y el Caribe, demostraron inferioridad en los aceites Centroamericanos y del Caribe, en cuanto a la estabilidad oxidativa, es decir que tienen menor tiempo de vida y tienden a degradarse más rápidamente. Esto ha llevado a varias industrias aceiteras a revisar sus procedimientos y procesos de extracción y refinamiento. (Ref. 10)

Es de mucha importancia el presente estudio, enfatizando la necesidad de controlar adecuadamente, de manera científica y tecnológica las variables de operación en el proceso de blanqueo, para mejorar la calidad y durabilidad de los aceites, además mejorando la rentabilidad, por medio de la masificación y diversificación del producto.

## 5. Objetivos

5.1. Establecer en planta la influencia de los parámetros de operación del proceso de blanqueo (variables y no variables): temperatura, presión, vacío), humedad, agitación, tipo y concentración de arcilla y tiempo de contacto, en las características fisicoquímicas y sensoriales del aceite y grasas comestibles.

5.2. Establecer y evaluar experimentalmente a nivel de laboratorio, el efecto de las principales variables de operación de blanqueo en la calidad final del aceite.

## 6. Hipótesis

La tendencia actual en la industria aceitera es la de producir y ofrecer aceites de mejor calidad y mayor durabilidad a bajos costos operativos, los parámetros de operación del proceso de blanqueo, son los que más inciden en la estabilidad y calidad final en aceites y grasas comestibles.

## 7. Metodología

Para efectuar el estudio, se tomó como base aceite de palma desgomado y neutralizado en una aceitera local y tierra activada Tonsil Optimum FF (fabricada por Química Sumex de México), que es la más utilizada en Guatemala (Carta técnica, Anexo 13.6.), realizándose las siguientes etapas.

### ETAPA 1:

Se estableció el estado actual de los aceites producidos en Guatemala, comparándolos contra los estándares internacionales; se utilizó un aceite como patrón.

### ACTIVIDADES ETAPA 1:

Se recolectaron muestras de aceites producidos localmente del comercio y se evaluó la velocidad de oxidación de las muestras, por medio de pruebas de durabilidad.

- Índice de peróxido
- Índice de acidez
- Pruebas sensoriales

## ETAPA 2:

Se evaluó la calidad del aceite, por medio de análisis experimentales variando los principales parámetros de operación de blanqueo, para obtener los valores estándar de calidad internacional.

## ACTIVIDADES DE ETAPA 2:

a.- Se identificaron en planta todos los parámetros variables y no variables de operación en el proceso de blanqueo, siguiendo el proceso durante dos semanas.

b.- Se reprodujeron los parámetros variables de operación en el laboratorio, el cual cuenta con un equipo especial de realización de pruebas de blanqueo. Las pruebas se realizaron a una velocidad de agitación constante de 80 R.P.M. a las siguientes condiciones:

- A una concentración de tierra de 0.5%

T° =	80°C	100°C	120°C
tiempo =	10 min	20 min	30 min

- A una concentración de tierra de 1.0%

T° =	80°C	100°C	120°C
tiempo =	10 min	20 min	30 min

- A una concentración de tierra de 1.5%

T° =       80°C       100°C       120°C

tiempo =     10 min     20 min     30 min

c.- Se realizaron pruebas de laboratorio, utilizando el aceite de palma blanqueado, según las condiciones del inciso anterior, para verificar la efectividad del proceso por medio de los siguientes análisis.

- Índice de peróxido
- Presencia de hierro
- Presencia de fósforo
- Color

d.- Se graficaron los resultados del inciso anterior.



## 8. Resultados

### 8.1. Identificación y estudio de los parámetros de operación del proceso de blanqueo

Con el fin de realizar la identificación y estudio de los parámetros de operación del proceso de blanqueo, se observó dicho proceso durante un período de quince días en la planta refinadora de aceites UNISOLA de Guatemala.

En esta planta el blanqueo es un proceso por lotes, el cual se realiza en un tanque cónico cerrado, con capacidad de 10 toneladas métricas, con agitación constante de 80 RPM, es calentado con vapor por medio de un serpentín interno, posee un equipo de vacío de dos etapas (2 eyectores), los cuales proporcionan un vacío de 25 pulg de Hg.

El proceso puede dividirse en cuatro etapas:

- Etapa de adición
- Blanqueo húmedo
- Blanqueo seco
- Filtración

A.- ETAPA DE ADICIÓN: el proceso se inicia con la carga de aceite al tanque blanqueador (10 toneladas métricas de aceite neutralizado seco). Una vez cargado el tanque se procede a calentarlo con agitación para que sea homogénea. Al llegar la temperatura a 45 o 50°C, se le adiciona el 0.05% de una solución de ácido cítrico 50% v/v, su función es desestabilizar los compuestos de oxidación, principalmente los que contienen iones metálicos (actuando como un secuestrador), promoviendo su aglomeración e hidratación. A los 15 minutos (tiempo de reacción del ácido cítrico), se adiciona el 0.2% de agua caliente (60°C), para evitar enfriar el aceite (asumiendo que el aceite está totalmente seco al iniciar el proceso). La adición de agua es importante, ya que su función es hidratar y aglomerar los compuestos de iones metálicos y las gomas, para hacerlas insolubles en el aceite y asegurar su remoción.

El nivel de agua durante el proceso no debe ser mayor de 0.35%, ya que a concentraciones mayores provoca la lixiviación (lavado) de los metales de la tierra hacia el aceite, puede romper la aglomeración y aumentar la acidez, si es menor del 0.15% es posible que no sea suficiente para hidratar todos los compuestos, luego de añadir el agua se

da un tiempo de reacción de 15 a 20 minutos, tiempo durante el cual la temperatura del aceite llega a 80 - 85°C.

Al llegar a esa temperatura (80 - 85°C) y cumplido los 15 minutos de tiempo de reacción, se le adiciona la tierra activada (en esta planta se utiliza la tierra activada de fabricación mexicana Tonsil Optimum FF, pero puede usarse otra de acuerdo al Anexo 13.7)

B.- BLANQUEO HÚMEDO: esta etapa comienza con la adición de la tierra. Una vez adicionada la tierra, se le da un tiempo de reacción de 20 minutos a una temperatura de 80 - 85°C. En esta etapa son adsorbidos por la tierra todas las gomas y iones metálicos hidratados.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

C.- BLANQUEO SECO: transcurrido ese tiempo, se levanta vacío hasta un mínimo de 20 pulg de Hg de vacío y se calienta hasta 120°C. En esta etapa son adsorbidos los compuestos de color y los compuestos de oxidación no volátiles, los cuales sufren una descomposición por acción del ácido y la temperatura, con la tierra como catalizador. Al llegar a la temperatura de 120°C se da un tiempo de reacción de 10 a 15 minutos y luego se enfría a 90°C, para su filtración.

D.- FILTRACIÓN: es la parte final del proceso y es donde se retiene la tierra junto con los materiales adsorbidos.

Observando repetidas ocasiones el proceso se lograron identificar parámetros que pueden variarse y otros que no. Entre los parámetros que no se varían tenemos:

A.- AGITACIÓN: permite un mayor y mejor contacto del aceite con la tierra, una mayor dispersión del ácido y el agua. Se requiere una agitación moderada (en éste caso 80 RPM), ya que una agitación violenta afecta la aglomeración e hidratación.

B.- ADICIÓN DE ÁCIDO Y AGUA: es constante, ligeras variaciones pueden afectar el proceso, tal como se comentó anteriormente.

C.- VACÍO: ayuda a que no se quemé el aceite a temperaturas elevadas, (arriba de 90°C).

Dentro de los parámetros que pueden variarse (de acuerdo a la calidad del aceite y parámetros finales deseados), están:

A.- TEMPERATURA: es importante su control durante el blanqueo húmedo, temperaturas de 95°C o mayores tienen un efecto adverso en la remoción de metales (especialmente fósforo), afecta la reducción de color (fijación de color) y aumenta la acidez. En el blanqueo seco, niveles de temperatura adecuados (105 - 120°C), favorece a que los compuestos de oxidación sufran cambios que los hacen volátiles (para ser removidos durante la deodorización) o sean adsorbidos por la tierra.

B.- TIEMPO DE CONTACTO: para que se lleve a cabo una aglomeración, hidratación y adsorción eficiente, se requiere un tiempo de contacto y residencia adecuado en cada etapa. Ésta dependerá de la calidad del aceite y nivel de agitación. Para un buen aceite neutralizado y una buena agitación, 15 a 20 minutos en cada etapa suelen ser suficiente.

C.- CONCENTRACIÓN DE TIERRA ACTIVADA: depende de la calidad inicial del aceite y de los parámetros finales deseados. Los fabricantes que recomiendan por experiencia, no usar menos del 0.5% y no más del 5%.

## 8.2. Estado actual de los aceites producidos en Guatemala

La calidad de las grasas y aceites es establecida mediante parámetros químicos, físicos y sensoriales. En el Anexo 13.2 se encuentran las especificaciones y parámetros más comunes, usados y aceptados internacionalmente por A.O.C.S. (Sociedad Americana de Químicos de Aceites).

Para el desarrollo de esta etapa, se recolectaron en el comercio, muestras de aceites vegetales comestibles producidos en Guatemala, teniendo el cuidado que las muestras seleccionadas tuvieran similar fecha de producción y/o fecha de vencimiento (para todos los aceites la fecha de vencimiento es de un año).

Para efectos de este estudio se asumió que cada marca en cuestión, fue una muestra representativa del proceso de refinación de cada una de las aceiteras locales.

Cada aceite se conservó durante el estudio en los recipientes que se encuentran en el mercado. Los aceites muestreados fueron los siguientes:

- Olmeca
- Ideal
- Capullo
- Maya
- Bonella

Como patrón de comparación y referencia se usó un aceite elaborado en los Estados Unidos, obtenido del comercio en Guatemala, el aceite de referencia es Mazola.

La mejor forma para conocer la estabilidad de un aceite es por medio de las pruebas de durabilidad, que no es más que la medición de la velocidad de oxidación en períodos determinados.

Para llevar a cabo esto se realiza un análisis inicial, que en este caso es el realizado al abrir la muestra y exponerla al ambiente, luego se taponan los envases que contienen el aceite y se almacenan en un lugar fresco y seco, se vuelven a hacer los mismos análisis cada cierto tiempo, para este estudio se realizaron análisis cada 15 días por cuatro meses.

Los resultados de los análisis de durabilidad de los aceites muestreados se presentan en las siguientes tablas:

TABLA No. 1

Durabilidad de aceite Olmecca.

Análisis inicial:	color	70 + 4.3
	Acidez	0.025%
	Olor	9
	Sabor	8
	Peróxido	2.4 meq/Kg
	Hierro	0.12 ppm
	Fósforo	0.86 ppm
	Fecha de vencimiento	agosto 97

fecha	meses	olor	sabor	acidez (%)	peróxido (meq/Kg)
12 enero	½	9.0	8.0	0.025	3.21
26 enero	1.0	9.0	8.0	0.025	3.91
10 febrero	1 ½	8.5	7.5	0.035	5.21
26 febrero	2.0	8.5	7.5	0.035	7.73
12 marzo	2 ½	8.0	7.0	0.035	8.89
27 marzo	3.0	8.0	7.0	0.035	10.79
08 abril	3 ½	7.0	7.0	0.035	12.85
23 abril	4.0	7.0	7.0	0.035	14.24



TABLA No.2:

## Durabilidad del aceite Maya

Análisis inicial:	Color	30 + 3.4
	Acidez	0.04 %
	Olor	8.5
	Sabor	8.0
	Peróxido	2.83 meq/Kg
	Hierro	0.38 ppm
	Fósforo	1.93 ppm
	Fecha de vencimiento	julio 97

fecha	meses	olor	sabor	acidez (%)	peróxido (meq/Kg)
12 enero	½	8.5	8.0	0.040	3.01
26 enero	1.0	8.5	8.0	0.040	4.11
10 febrero	1 ½	8.0	7.5	0.040	6.29
26 febrero	2.0	8.0	7.0	0.045	9.15
12 marzo	2 ½	7.5	7.0	0.050	11.11
27 marzo	3.0	7.5	7.0	0.050	14.30
08 abril	3 ½	7.5	6.5	0.050	16.67
23 abril	4.0	7.0	6.5	0.065	20.72

TABLA No.3:

## Durabilidad del aceite Capullo

Análisis inicial:	Color	35 + 4.0
	Acidez	0.035%
	Olor	8.0
	Sabor	7.5
	Peróxido	2.93 meq/Kg
	Hierro	0.60 ppm
	Fósforo	2.85 ppm
	Fecha de vencimiento	julio 97

fecha	meses	olor	sabor	acidez (%)	peróxido (meq/Kg)
12 enero	½	8.0	7.5	0.035	3.84
26 enero	1.0	8.0	7.5	0.035	6.93
10 febrero	1 ½	7.5	7.5	0.035	8.91
26 febrero	2.0	7.5	7.0	0.035	13.96
12 marzo	2 ½	7.5	7.0	0.040	16.45
27 marzo	3.0	7.0	6.5	0.040	18.94
08 abril	3 ½	7.0	6.5	0.040	21.53
23 abril	4.0	6.0	6.0	0.045	21.53

TABLA No.4:

## Durabilidad del aceite Ideal

Análisis inicial:	Color	30 + 3.4
	Acidez	0.025%
	Olor	8.5
	Sabor	8.0
	Peróxido	3.01 meq/Kg
	Hierro	0.08 ppm
	Fósforo	0.58 ppm
	Fecha de vencimiento	agosto 97

fecha	meses	olor	sabor	acidez (%)	peróxido (meq/Kg)
12 enero	½	8.5	8.0	0.025	3.09
26 enero	1.0	8.5	8.0	0.025	4.35
10 febrero	1 ½	8.0	7.5	0.025	5.65
26 febrero	2.0	8.0	7.5	0.025	5.99
12 marzo	2 ½	8.0	7.5	0.030	6.36
27 marzo	3.0	8.0	7.5	0.030	7.21
08 abril	3 ½	8.0	7.0	0.030	8.01
23 abril	4.0	7.5	7.0	0.030	9.51

TABLA No.5:

## Durabilidad del aceite Bonella

Análisis inicial:	Color	20 + 2.0
	Acidez	0.030
	Olor	8.5
	Sabor	8.5
	Peróxido	1.60 meq/Kg
	Hierro	0.10 ppm
	Fósforo	Ilegible
	Fecha de vencimiento	agosto 97

fecha	meses	olor	sabor	acidez (%)	peróxido (meq/Kg)
12 enero	½	8.5	8.5	0.030	2.60
26 enero	1.0	8.5	8.5	0.030	3.21
10 febrero	1 ½	8.5	8.5	0.030	5.01
26 febrero	2.0	8.0	8.0	0.035	6.39
12 marzo	2 ½	8.0	7.5	0.035	8.45
27 marzo	3.0	8.0	7.5	0.035	10.32
08 abril	3 ½	7.5	7.5	0.035	11.89
23 abril	4.0	7.5	7.5	0.040	13.26

TABLA No.6:

## Durabilidad del aceite Mazola (EE.UU.)

Análisis inicial:	Color	9.0 + 0.7
	Acidez	0.020%
	Olor	9.0
	Sabor	8.5
	Peróxido	0.80 meq/Kg
	Hierro	Ilegible
	Fósforo	Ilegible
	Fecha de vencimiento	septiembre 97

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

fecha	meses	olor	sabor	acidez (%)	peróxido (meq/Kg)
12 enero	½	9.0	8.5	0.020	0.90
26 enero	1.0	9.0	8.5	0.020	1.65
10 febrero	1 ½	8.5	8.5	0.020	2.38
26 febrero	2.0	8.5	8.5	0.025	4.55
12 marzo	2 ½	8.5	8.0	0.025	4.95
27 marzo	3.0	8.0	8.0	0.030	5.84
08 abril	3 ½	8.0	7.5	0.030	6.16
23 abril	4.0	8.0	7.5	0.030	6.90

### 8.3. Parte experimental

La parte experimental de este estudio se basa, principalmente, en el efecto de las variables de operación del proceso de blanqueo en la calidad final de aceites y grasas comestibles, tomando como base aceite de palma, desgomado y neutralizado, para realizar las correspondientes pruebas.

Se utilizó aceite de palma debido al incremento de la producción de palma africana en Centroamérica, que no sólo contrarrestó el descenso en la producción de semilla de algodón, sino que incrementó la producción total de aceites en la región.

El proceso de refinación para todos los aceites comestibles es el mismo, únicamente se tienen que variar las condiciones de operación de dichos procesos de acuerdo a la calidad deseada, tanto inicial como final.

Las muestras de aceites que se tomaron del comercio, fueron analizadas para tener una idea aproximada de la calidad actual de los aceites comestibles refinados en Guatemala, y la eficiencia de los procesos de refinamiento. No se pudo obtener muestras de aceite de palma como tal en

el mercado ya que por sus características se usa en mezcla con otros aceites, algunos de los aceites analizados tienen porcentajes de aceite de palma o sus fracciones.

Una vez identificados los parámetros de operación del proceso se reprodujeron en el laboratorio, siguiendo los pasos siguientes:

a.- Los parámetros no variables definidos con anterioridad, no se variaron en ninguna de las pruebas que se realizaron, tomando como constantes los siguientes valores:

- Agitación 80 R.P.M.
- Concentración de agua 0.2 %
- Concentración de ácido cítrico 0.05%
- Presión 20 pulg Hg de vacío  
(mínimo)
- Temperatura de blanqueo húmedo 85°C

b.- La reproducción de los parámetros variables de operación en el laboratorio es el siguiente:

- Temperatura de blanqueo seco:

80°C, 100°C, 120°C

- Tiempo de residencia en el blanqueo húmedo y blanqueo seco:

10 min, 20 min, 30 min.

- Concentración de tierra activada Tonsil Optimum FF:

0.5%, 1.0%, 1.5%

En el siguiente cuadro se muestra las condiciones de las pruebas de blanqueo a nivel de laboratorio:

Concentración de tierra de 0.5 %								
80 °c			100° c			120 °c		
10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min

Concentración de tierra de 1.0 %								
80 °c			100° c			120 °c		
10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min

Concentración de tierra de 1.5 %								
80 °c			100° c			120 °c		
10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min	10 min	20 min	30 min



c.- Para la experimentación se utilizó un equipo de laboratorio diseñado especialmente para realizar pruebas de blanqueo.

El equipo estuvo compuesto por un kitasato de 500 ml, en el cual se adaptó un termómetro, conectado a la vez a una bomba de vacío, por medio de una manguera. La agitación y calentamiento se proporcionó mediante una plancha de calentamiento con agitación electromagnética.

Con la intención de tener condiciones no variables durante el proceso de las pruebas, no se variaron las siguientes condiciones:

- Cantidad de aceite neutralizado seco: 250 gramos

Color (Lovivond celda 5 1/4'')	70 A + 17.7 R
Peróxido	3.75 meq/Kg
Hierro	1.78 ppm
Fósforo	6.72 ppm
Humedad	0.012%

- Agitación constante de 80 RPM

- Adición del 0.05% de solución ácido cítrico a 45°C y tiempo de reacción de 10 min.

- Adición del 0.2% de agua 10 min después de la adición de la solución de ácido cítrico.
- Adición de la tierra al llegar la temperatura a 85°C.
- Temperatura constante del blanqueo húmedo a 85°C.
- Vacío de 22 - 23 pulg de Hg.
- Enfriamiento de la muestra a 85°C luego del blanqueo seco para la filtración.

#### 8.4. Resultados de la experimentación.

Tabla No. 7: Pruebas de blanqueo con 0.5% de tierra activada  
Tonsil Optimum 320 FF.

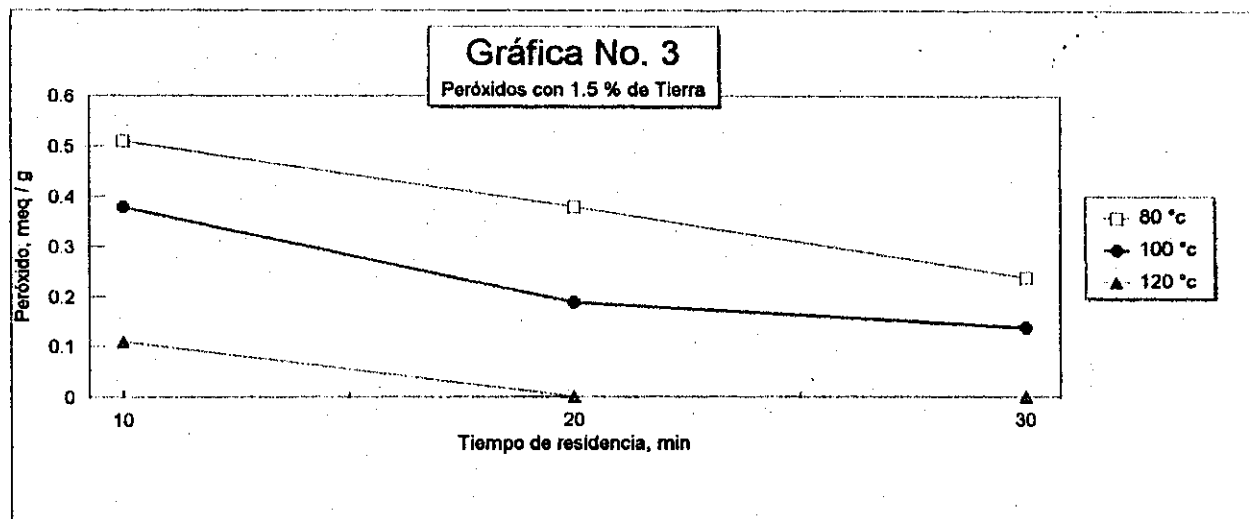
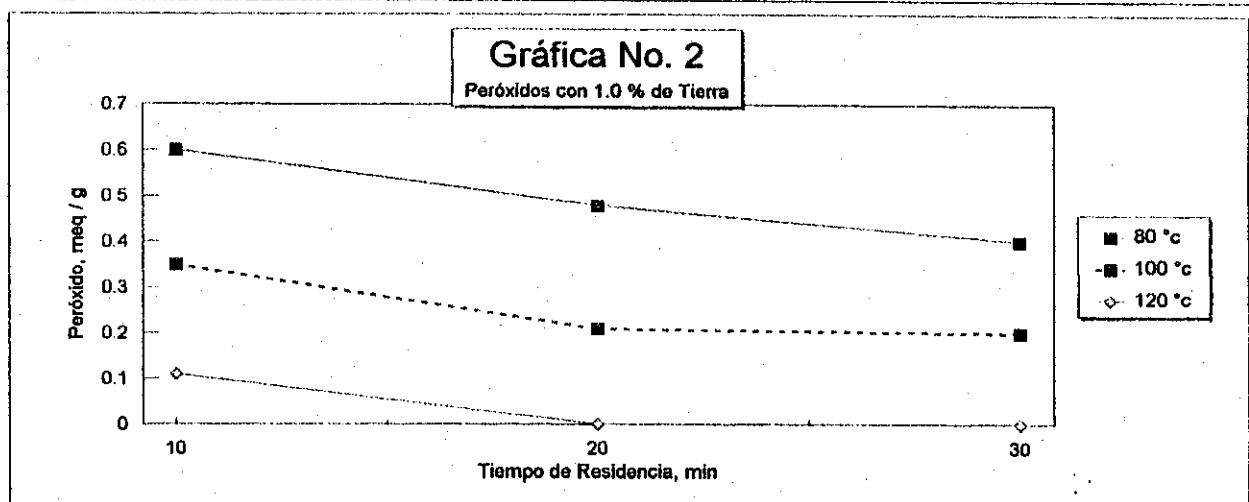
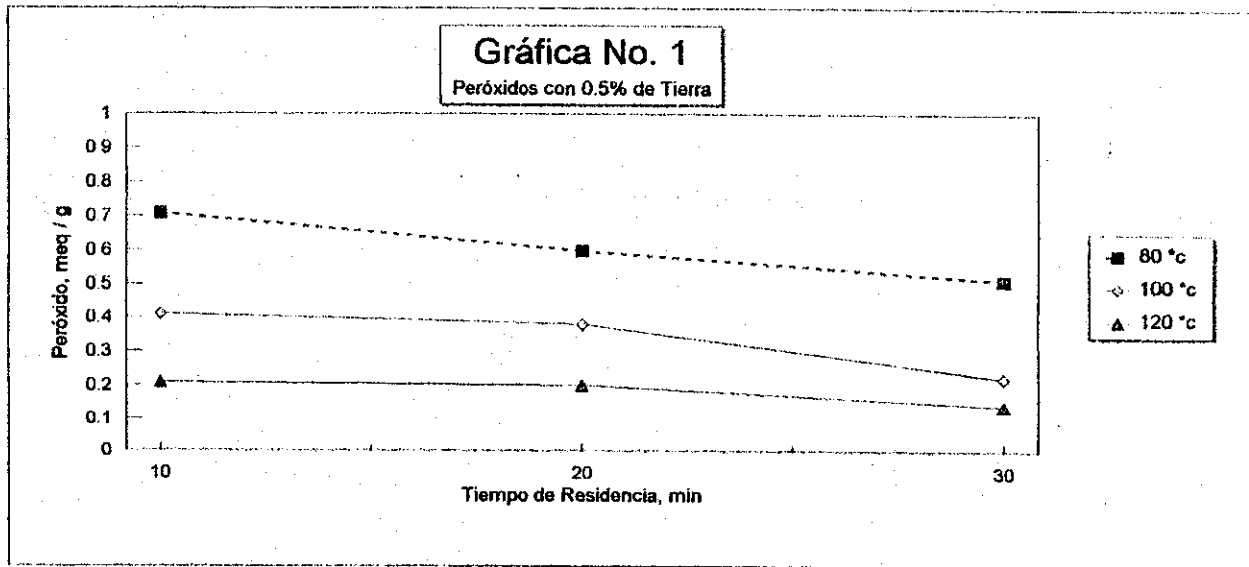
%Tierra	T° Blanqueo Seco	Tiempo de Residencia	Color Lov. (5 l/4)	Peroxido meq/g	Hierro ppm	Fosforo ppm
0.5	80 ° c	10 min	70A + 17.0 R	0.71	0.50	2.68
		20 min	70A + 17.0 R	0.60	0.22	1.35
		30 min	70A + 16.9 R	0.51	0.18	0.76
	100 ° c	10 min	70A + 17.2 R	0.41	0.33	1.12
		20 min	70A + 17.1 R	0.38	0.17	0.90
		30 min	70A + 16.8 R	0.22	0.14	0.79
	120 ° c	10 min	70A + 16.5 R	0.21	0.28	0.86
		20 min	70A + 15.6 R	0.20	0.13	0.65
		30 min	70A + 13.8 R	0.14	0.13	0.60

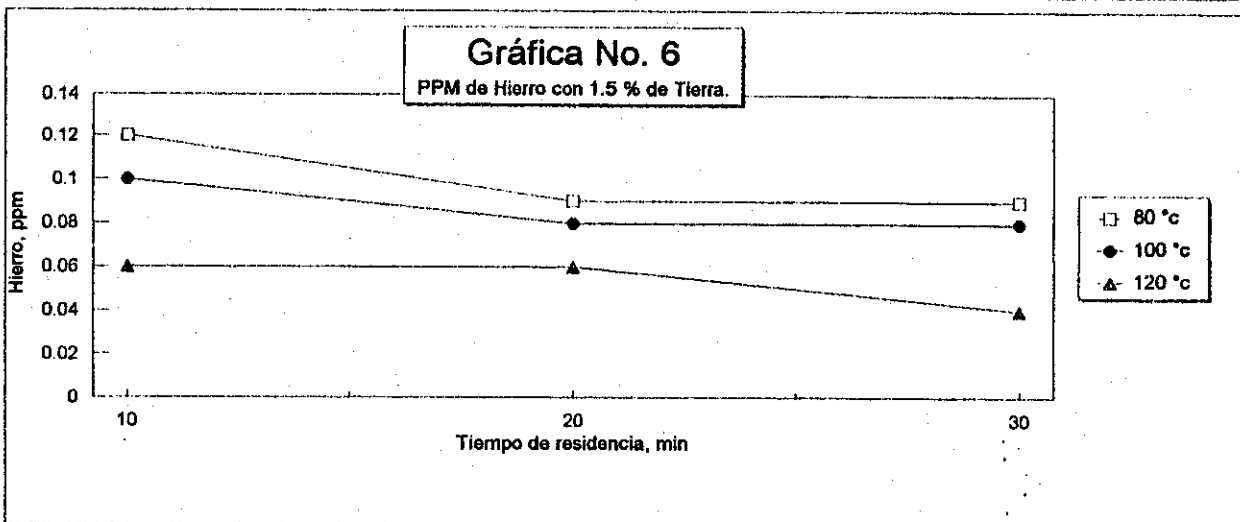
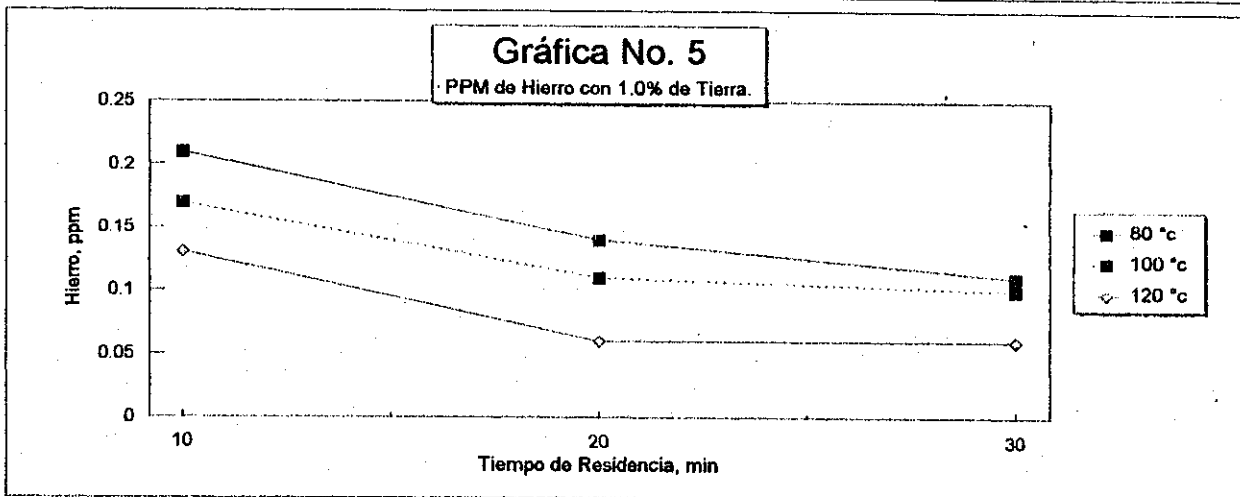
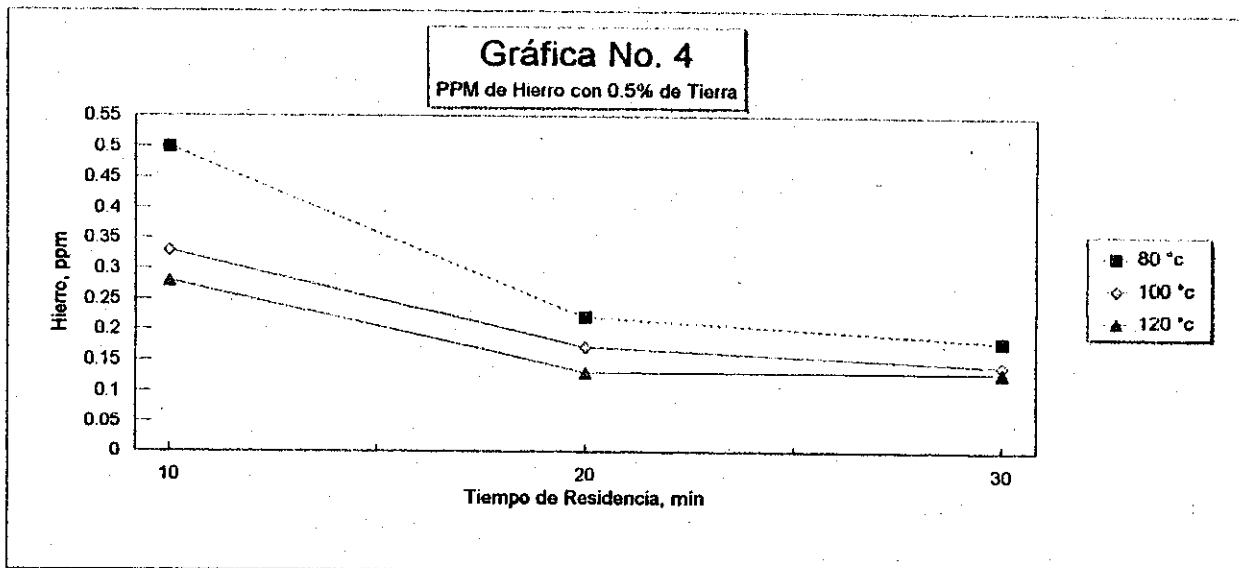
Tabla No. 8: Pruebas de blanqueo con 1.0% de tierra activada  
Tonsil Optimum 320 FF.

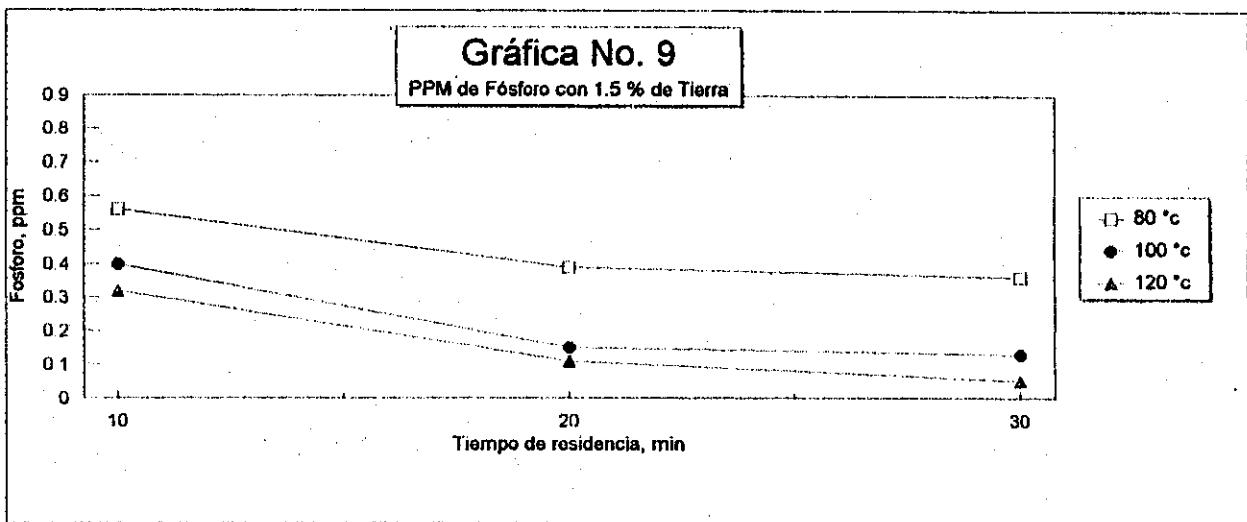
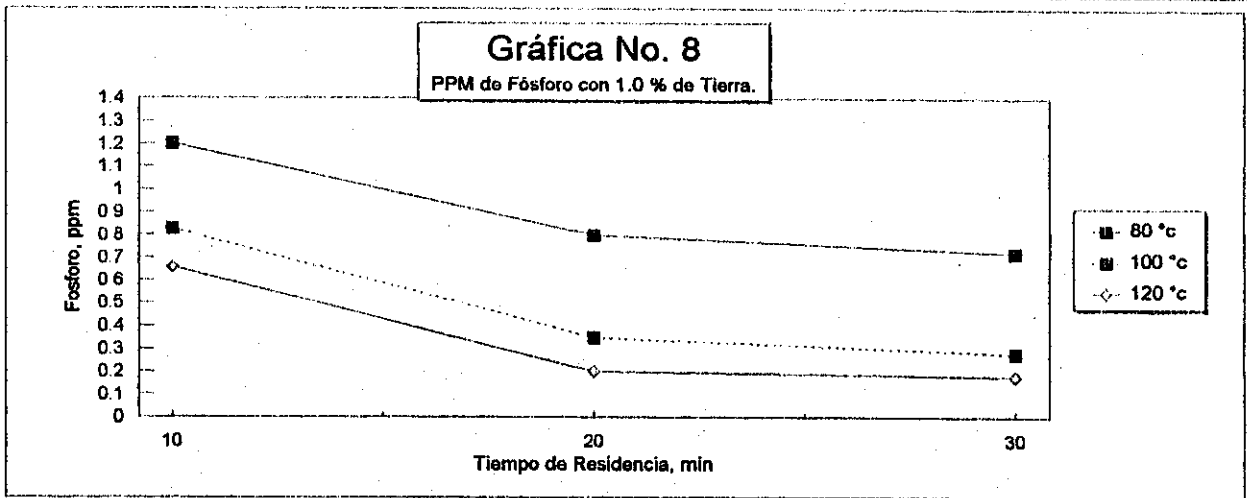
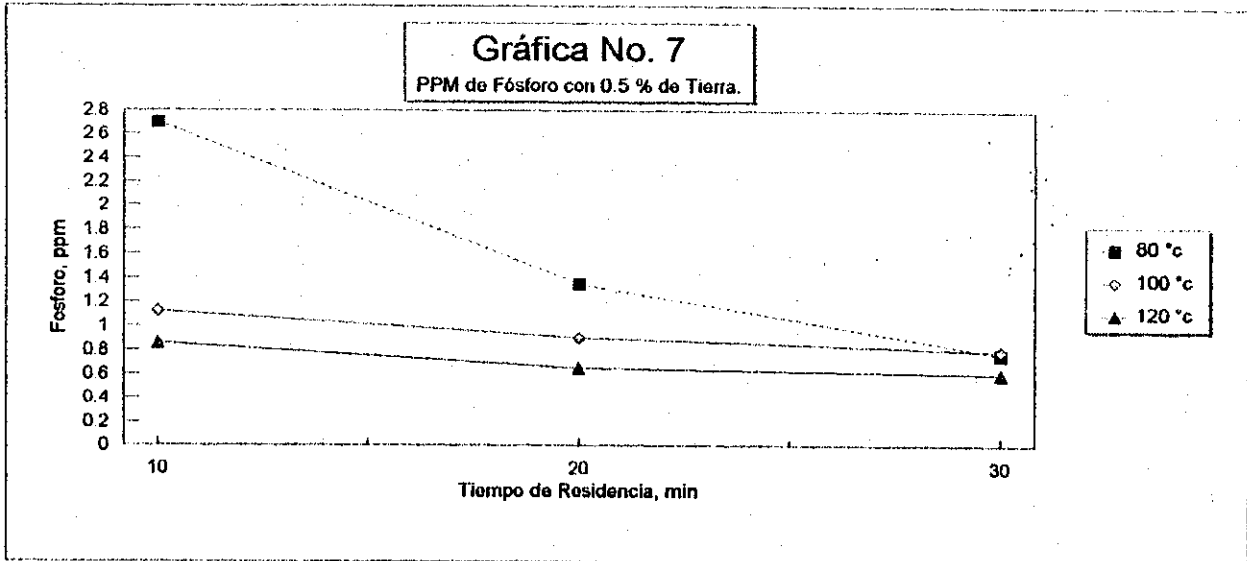
%Tierra	T° Blanqueo Seco	Tiempo de Residencia	Color Lov. (5 l/4)	Peroxido meq/g	Hierro ppm	Fosforo ppm
1.0	80 ° c	10 min	70A + 16.8 R	0.60	0.21	1.20
		20 min	70A + 17.0 R	0.45	0.14	0.80
		30 min	70A + 16.5 R	0.40	0.11	0.72
	100 ° c	10 min	70A + 16.2 R	0.35	0.17	0.83
		20 min	70A + 16.0 R	0.21	0.11	0.35
		30 min	35A + 16.1 R	0.20	0.10	0.28
	120 ° c	10 min	35A + 16.5 R	0.11	0.12	0.66
		20 min	35A + 15.1 R	0.00	0.06	0.20
		30 min	35A + 14.8 R	0.00	0.06	0.18

Tabla No. 9: Pruebas de blanqueo con 1.5% de tierra activada  
Tonsil Optimum 320 FF.

% Tierra	T° Blanqueo Seco	Tiempo de Residencia	Color Lov. (5 l/4)	Peroxido meq /g	Hierro ppm	Fosforo ppm
1.5	80 ° c	10 min	70 A + 14.2 R	0.51	0.11	0.56
		20 min	70 A + 15.0 R	0.38	0.09	0.39
		30 min	70 A + 13.2 R	0.24	0.09	0.36
	100 ° c	10 min	70 A + 13.8 R	0.38	0.10	0.40
		20 min	35 A + 12.1 R	0.19	0.08	0.15
		30 min	35 A + 9.8 R	0.14	0.08	0.13
	120 ° c	10 min	35 A + 10.5 R	0.10	0.06	0.32
		20 min	35 A + 8.9 R	0.00	0.06	0.11
		30 min	35 A + 8.6 R	0.00	0.04	0.05







## 9. Discusión de Resultados

Con base en los resultados obtenidos de los análisis de durabilidad de los aceites producidos localmente, se puede comprobar que la industria aceitera nacional no brinda el énfasis necesario al control de proceso de refinamiento, ya que prácticamente solo el aceite Ideal cumple con las normas que dicta la A.O.C.S. (Sociedad Americana de Químicos de Aceites) y los aceites Bonella y Olmecca se aproximan bastante a dichos estándares.

Analizando dichos resultados se comprueba la incidencia de iones metálicos en la estabilidad oxidativa, ya que en aquellos aceites en los cuales los valores de concentración de hierro y fósforo son elevados (en los casos de Maya y Capullo), su durabilidad es menor respecto a los aceites que presentaban valores menores ( Ideal, Bonella, Olmecca); mucho más crítica la diferencia al compararlos contra el aceite patrón.

Menos incidencia, se puede decir que tiene la acidez en la durabilidad, ya que todos presentan valores y deltas (diferencias) muy similares o iguales, pero diferentes grados de deterioro.



Lo afirmado inicialmente, pudo confirmarse al observar detenidamente el proceso para determinar los parámetros del proceso de blanqueo, ya que éstos no son respetados o seguidos a cabalidad, muchas veces por negligencia o falta de responsabilidad por parte del personal operativo (falta de entrenamiento), otra de las causas es que utilizan instrumentos deteriorados o que tienen desperfectos en la medición o mal aplicados y algunas veces por el deficiente control de calidad.

Al evaluar los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, se puede observar en las gráficas de la No. 1 a la No. 3, que la disminución de los valores de peróxido, dependen primordialmente de la temperatura, ya que a mayores valores de temperatura se logran valores de peróxido más bajos, respecto a la incidencia de la concentración de tierra, afecta pero en menor escala, ya que la disminución del valor de peróxido al aumentar el porcentaje de tierra a una temperatura constante no varía mucho, esto se visualiza en las gráficas 1, 2 y 3, siendo mucho menos la incidencia del tiempo de residencia.

Tal como era de esperarse la tendencia de la concentración de hierro y fósforo (gráficas No. 4 a la

No.6), tienen comportamiento similares, dependiendo su disminución más de la concentración de tierra que de la temperatura y tiempo de residencia.

Aunque no se presentan las gráficas, puede notarse al igual que en otros análisis que los parámetros de mayor incidencia en la reducción de color es la concentración de tierra y la temperatura, más que el tiempo de residencia.

Debido a que cuantitativamente, los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio indican que los valores puntuales de los parámetros que se escogieron para realizar las pruebas no fueron los más adecuados, ya que no se lograron valores de peróxido y concentraciones de hierro y fósforo de cero o ilegibles, pero proporcionan su influencia de una forma cualitativa y la tendencia de su variación.

Lo anterior no significa que en la industria aceitera nacional no se puedan obtener valores de cero o ilegibles. Lo cierto es que dentro de cada planta refinadora y dentro de cada proceso específico para cada tipo de aceite, se tienen que ajustar las condiciones que permitan llegar a valores cero o ilegibles.

## 10. Conclusiones

1. De los cinco aceites locales analizados solamente uno cumple a cabalidad las especificaciones A.O.C.S., dos aceites se encuentran muy cerca o en el límite máximo de éstos valores y dos definitivamente no cumplen dichas especificaciones, por lo que presentan grandes problemas de control de proceso, tal como se discutió anteriormente, debido al factor humano, equipo e instalaciones.

2. Valores altos de acidez (mayores de 0.05%), significa un mal proceso de neutralización y/o deodorización (si es refinación física). Valores altos de iones metálicos es un indicio directo de un mal proceso de blanqueo. Altos valores de peróxido se deben a un mal blanqueo.

Al comparar los análisis iniciales, sin realizar pruebas de durabilidad, se tiene una primera y cercana idea sobre la eficacia del proceso de refinamiento y calidad del aceite.

3. De los parámetros estudiados el que presentó mayor influencia en la remoción de iones metálicos, fue la concentración de tierra activada y esto se debe a que en la actualidad se tienen a disposición mejores y más efectivas tierras. Para la reducción de peróxidos, la mayor influencia la presenta la temperatura.
4. El tiempo de residencia para unas mismas condiciones de temperatura y concentración de tierra activada presenta poca o nula variación a partir de los 20 minutos, es decir un tiempo óptimo de residencia o reacción, se encuentra entre los 10 y 20 minutos.
5. En este estudio no se obtuvieron los valores cuantitativos de los estándares internacionales de calidad, pero se determinó la tendencia de éstos al variar las condiciones de operación.

## 11. Recomendaciones

Es obvia la diferencia existente entre los aceites locales y el aceite patrón, en cuanto al cumplimiento de los estándares de calidad. Esto no significa que la industria local no pueda cumplir dichos parámetros. Para ayudar a cumplirlos se dan las siguientes recomendaciones:

- 1.- Si bien es cierto que existen condiciones de operación de los procesos y equipos, recomendados por los fabricantes o proveedores lo ideal es que cada planta refinadora realice pruebas y corridas a diferentes condiciones y de acuerdo a su equipo (Por lotes, semi-continuo, continuo, niveles de vacío, y temperatura, etc), para encontrar y definir las condiciones que cumplan con los estándares internacionales.
- 2.- Aunque no todos los laboratorios de las industrias cuentan con los equipos para realizar éstos análisis (Espectrofotómetros, etc), se pueden contratar

los servicios de laboratorios locales como el ICAITI o de otras industrias para realizarlos.

3.- Todas las industrias deberían realizar estudios como el presente a fin de evaluar las condiciones de sus procesos, no sólo en el proceso de blanqueo, ya que estudios como éstos les ayudarán a mejorar la calidad del aceite, a ser más eficientes y rentables sus procesos.

4.- Se recomienda reforzar la parte de control de calidad y/o aseguramiento de calidad, en cuanto al monitoreo de los procesos y del producto final.

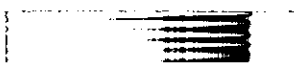
## 12. Bibliografía

- 1.- Cowan, J. C., " El Blanqueo teoría y práctica", **American Oil Chemistry Society**, Vol. 43., Núm. 300 (septiembre 1996). pp. 1-10
- 2.- Erickson, D.R.J. " La función de la tierra de blanqueo en el procesamiento del aceite", **American Oil Chemistry Society**, Vol. 60., Núm. 351 (marzo 1983). pp. 15-17
- 3.- Erickson, D R. And L. Wiedermann  
INFORM 2:200 (1991).
- 4.- Frankel, E. N. **Practical Handbook of Soybean Oil Processing and Utilization**. Estados Unidos: Ed. AOCs PRESS, 1995.
- 5.- Henderson J Arianz, D.R. Taylor, y C.B. Ungermann  
**Proceedings International Meeting on Fat and Oil Technology**. Brasil: Ed. Campinas, 1991.
- 6.- Norris F. A. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**. Cuarta edición, Vol. II. Nueva York: Ed. Elsevier Publication, 1982.
- 7.- Rich, A.D.J., "Blanqueo húmedo de aceite una nueva tendencia en el procesamiento de aceite", **American Oil Chemistry Society**, Vol. 47., Núm. 564 A. (marzo 1990). pp. 2-9

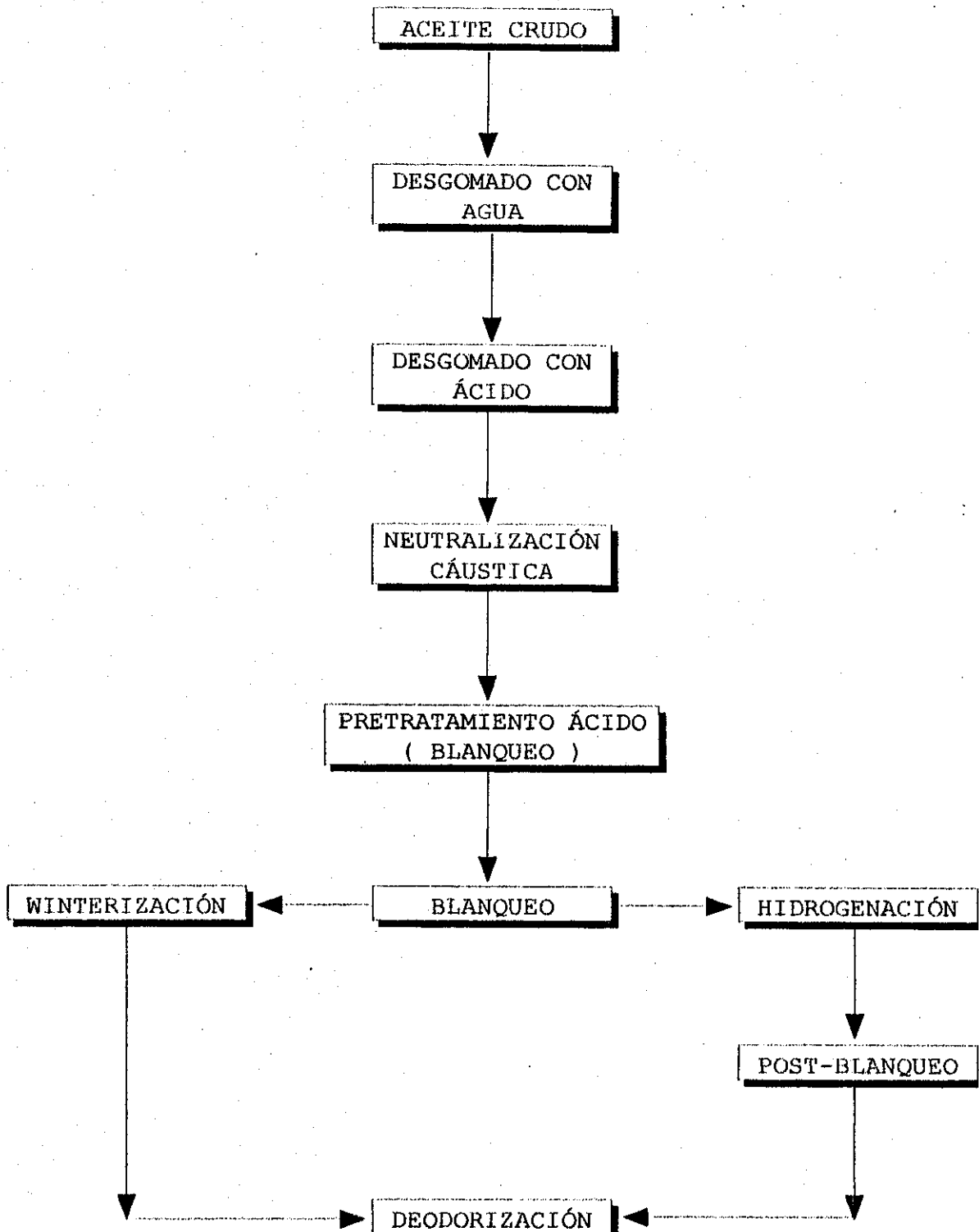
- 8.- Raymond E. Kirk. **Enciclopedia de Tecnología Química.** Primera Edición en Español, México: Ed. UTHEA, 1992.
- 9.- Richardson, L. L. "Operaciones críticas en el blanqueo" **American Oil Chemistry Society**, Vol. 55, Núm 77 (enero 1978). pp. 7-13
- 10.- Weidemann, L. H. "Tecnología de aceites y grasas vegetales", **American Oil Chemistry Society**, Vol. 58, Núm. 15 (enero 1981). pp. 13-16
- 11.- Manual Técnico de Químicos Sumex S.A. de C.V. **Blanqueo y filtración**, México: s.e., 1996.
- 12.- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) **Producción de Semillas Oleaginosas y Aceites Comestibles, Situación y Perspectivas.** México: Rev. mayo 1990.



**13. Anexos**



Anexo 13.1. DIAGRAMA DE LAS ETAPAS DEL PROCESO DE REFINACIÓN DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES.



**Anexo 13.2. Especificaciones A.O.C.S.**

La calidad de los aceites y las grasas es establecida mediante parámetros químicos, físicos y sensoriales. Se mencionan las especificaciones más comunes las cuales reflejan la calidad del aceite o de la grasa.

- Ácidos grasos libres	0.05 % máximo
- Índice de peróxido	1.0 meq/kg máximo
- Concentración de fósforo	3.0 ppm
- Concentración de hierro	0.1 ppm
- Color (escala Lovibond) celda de 5'' aceites refinados celda de 1'' aceites crudos	1. Base amarilla 2. Base roja 3. Azul o verde
- Sensoriales	Sin olor, sin sabor

### Anexo 13.3. Descripción de análisis fisicoquímicos y sensoriales

#### ÁCIDOS GRASOS LIBRES: (AGL)

Mide la acidez relativa. Este método determina el porcentaje de AGL presentes en el aceite, mediante la titulación con un álcali (NaOH). Es aplicable a aceites vegetales crudos y refinados, aceites marinos y grasas animales.

Esta determinación es una medida del grado de hidrólisis de los triacilglicéridos por acción de lipasas, tales como altos niveles de humedad en el aceite, temperaturas inadecuadas de almacenamiento, contaminación por hongos, levaduras y enzimas. La descomposición de las grasas y aceites comestibles por hidrólisis tiene implicaciones negativas en el sabor, debido a que los AGL (ácidos orgánicos) tienen olores y sabores fuertes, consecuentemente el sabor del aceite y/o del producto alimenticio es alterado. Por lo tanto, éste análisis es usado como una indicación general de la condición y comestibilidad de los aceites y/o productos alimenticios.

(Ref. No. 5)

Altos niveles de AGL en aceites refinados (mayor de 0.05%), indican que los aceites no han sido propiamente refinados. A.O.C.S. Ca 5a-40, 1992.

Frecuentemente los AGL son expresados en término de VALOR DE ÁCIDO, el cual es definido como el número de miligramos de NaOH o KOH necesario para neutralizar la acidez libre de 1 gramo de aceite. En la mayoría de aceites y grasas, el porcentaje de AGL es calculado como ácido oléico; sin embargo, en algunos casos como en el aceite de coco y palma es expresado como ácido láurico y palmítico, respectivamente (A.O.C.S., 1992 Ca 5a-40).

#### VALOR DE PERÓXIDOS: (VP)

Este método determina todos los compuestos primarios de oxidación, en términos de miliequivalentes de peróxidos oxidados por el yoduro de potasio en 1 g de aceite. Es aplicable a todos los aceites y las grasa, incluyendo a las margarinas. Este método es empírico y cualquier variación en el procedimiento de la prueba puede ocasionar una alteración a los resultados. (A.O.C.S. Cd 8-53, 1992)

Altos valores en este análisis (mayor de 1.0 meq/Kg) indican que la reacción de oxidación en los aceites se está

llevando a una velocidad acelerada, debido a que no fueron sometidos a un proceso de refinación adecuado o las condiciones de almacenamiento son inapropiadas. Por otro lado, los hidroperóxidos tienen una duración corta, por lo tanto, bajos valores en este análisis indican dos cosas, que la rancidez oxidativa apenas inicia o en su defecto que la rancidez esta tan adelantada que la mayoría de los hidroperóxidos se convirtieron en aldehidos y cetonas (productos secundarios de oxidación). (Ref. 5)

#### PRESENCIA DE IONES METÁLICOS:

**FÓSFORO:** este método determina el contenido de fósforo o su equivalente, el contenido de fosfátidos, al incinerar el aceite en presencia de óxido de zinc, esto con el fin de que el fósforo que se encuentra en forma de meta pirofosfato, durante la digestión se transforme en ortofosfato, el cual al reaccionar con el molibdato, pasa a fosfomolibdato de amonio que con un agente reductor como el sulfato ferroso forma un compuesto colorido, denominado azul de molibdeno, el cual se lee espectrofotométricamente a 660 nm. (Ref. 3)

Altos niveles (mayor 3 ppm) indican que el aceite no

fue procesado (desgomado) adecuadamente y por lo tanto, tiene elevados niveles de fosfátidos. (A.O.C.S. Ca 12-55)

**HIERRO:** el hierro es un catalizador pro-oxidante tan fuerte como el cobre, pero altos niveles de éste ( mayor de 1.0 ppm) podrían disminuir significativamente la estabilidad del aceite. (Ref. 3)

La presencia de trazas de hierro se determina por espectrofotometría de absorción atómica. (A.O.C.S. Ca 12-55).

**COLOR:**

Este método es aplicable para la determinación de color en grasas y aceites que no presentan turbiedad y se basa en la igualación de color de la muestra con la escala Lovibond, teniendo como primera base amarillo, luego rojo y por último, azul o verde.

Se entiende por color en grasas y aceites, al color propio del producto crudo o al que adquiere después de ser sometido a procesos de refinación. Se recomienda utilizar la celda de 1 pulgada para aceites crudos y la de pulgadas para aceites refinados. (Ref. 4)

#### PRUEBAS SENSORIALES:

Es un método científico usado para evaluar, medir analizar e interpretar reacciones desarrolladas en materiales o productos alimenticios, causando cambios que pueden ser percibidos por los sentidos de la vista, olfato, sabor, tacto y oído. La evaluación sensorial en los aceites, se limita al sabor y olor. (Ref. 1)

Los aceites comestibles no deben presentar sabor ni olor; sin embargo, los olores y sabores que se perciben ocasionalmente o frecuentemente son productos generados de la oxidación o liberación de ácidos grasos (Ref. 1)

El olor a rancio es típico de aceite que contienen ácido linoléico y es detectado en aceites con un valor de peróxidos mayor que 5 meq/Kg de aceite. El olor a pintura es típico de aceites que contienen el ácido linoléico (aceite de soya y de canola) y se detecta cuando éstos tienen un valor de peróxidos mayor que 5.0 meq/Kg. (Ref. 1)

Generalmente, la vida media de un aceite es el máximo tiempo en el cual el aceite mantiene los niveles mínimos de aceptación. (A.O.C.S. Cg 2-83).



## Anexo 13.4. Evaluación de olor y sabor

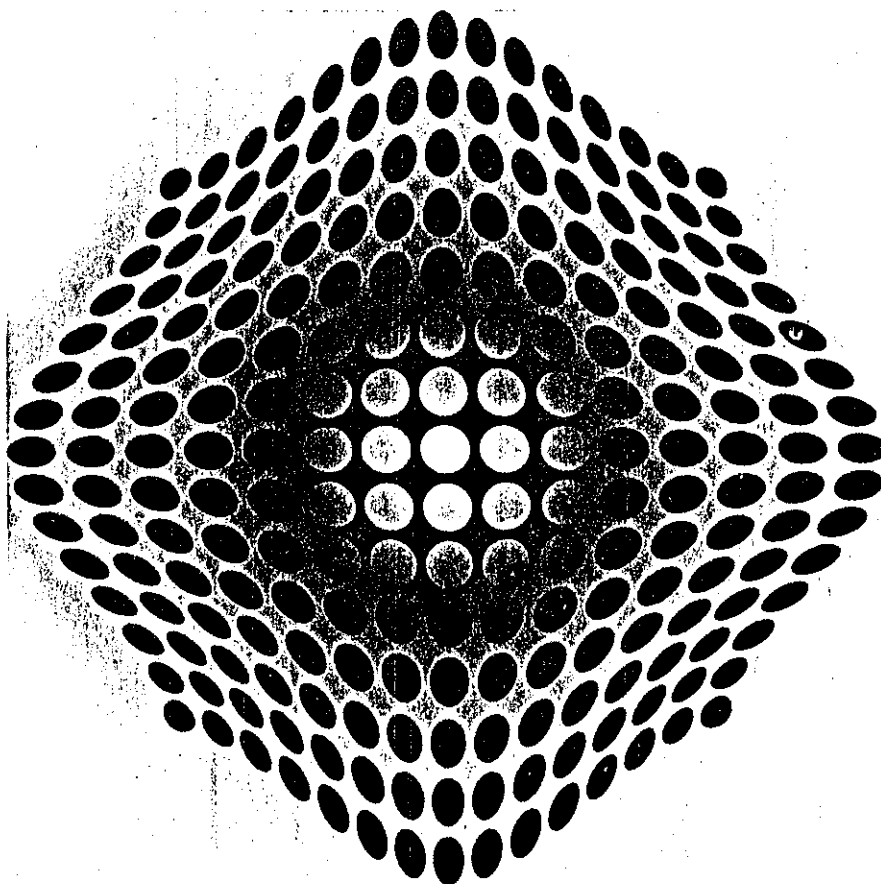
Evaluación de olor y sabor									
Fecha:				Nombre:					
Descripción	olor				Descripción	Sabor			
	1	2	3	4		1	2	3	4
Sin olor	( )	( )	( )	( )	Sin Sabor	( )	( )	( )	( )
Ligero olor	( )	( )	( )	( )	Ligero Sabor	( )	( )	( )	( )
olor característico leve	( )	( )	( )	( )	Sabor Característico leve	( )	( )	( )	( )
olor característico fuerte	( )	( )	( )	( )	Sabor Caracaterístico fuerte	( )	( )	( )	( )
olor a rancio, quemado	( )	( )	( )	( )	sabor a rancio, quemado, etc.	( )	( )	( )	( )
Calificación					(1)				
9. Muy Bueno, sin olor, sin sabor					(2)				
8. Bueno, ligero olor o sabor					(3)				
7. Aceptable olor o sabor característico sin ser desagradables					(4)				
6. No aceptable, olor y sabor definido ya desagradables					(5)				
5 o menos. Olor a quemado o rancio o a pintura.					Promedio ( )				



**Arcillas adsorbentes altamente activadas  
para el procesamiento de aceites y grasas**

**TONSIL®**

**Highly Active Bleaching Earths  
for Processing of Fats and Oils**



**QUIMICA SUMEX, S.A. DE C.V.**

Fuente: Manual Técnica de Químicos Sumex S.A.  
México, 1996.

# TONSIL® OPTIMUM 320 FF

Es una arcilla montmorillonítica activada por medio ácido recomendada para usarse en el procesamiento de aceites vegetales y marinos. Nuestro TONSIL Optimum 320 FF es altamente reconocido por su versatilidad de aplicaciones, destacando aquéllas donde se requiere alta eficiencia de adsorción, sin provocar incrementos en los ácidos grasos libres.

La distribución del tamaño de partícula de esta arcilla asegura una excelente velocidad de filtración.

Este producto también está disponible en calidad no FF identificado con el nombre de TONSIL Optimum 321.

## ESPECIFICACIONES

	METODO
Humedad, %	15.0 máx. IO09STE04
Velocidad de filtración, seg.	90 máx. IO09STE12
Acidez residual (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), %	0.40 máx. IO09STE13

## INFORMACION ADICIONAL

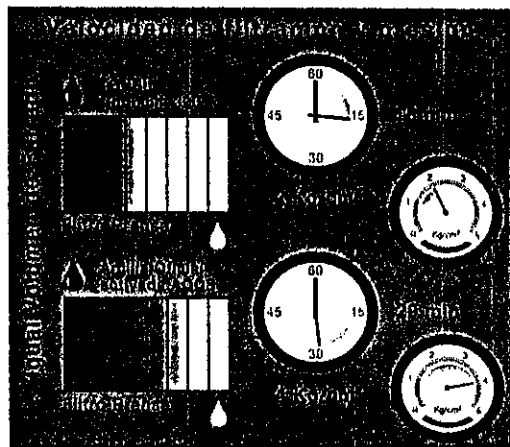
(Valores Típicos)

Densidad aparente, g/l 600

+ 230 mallas (63 micrones), % 28

Superficie específica, BET m<sup>2</sup>/g 210

pH (Suspensión al 10 %) 2.5



## Composición química típica (% en peso, base seca)

SiO <sub>2</sub>	62.2	CaO	5.8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.5	K <sub>2</sub> O	1.8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.6	Na <sub>2</sub> O	0.9
MgO	1.8		
Pérdida por calcinación:	12.4		

Presentaciones: Sacos de papel kraft conteniendo 25 kgs. netos, paletizado, Big-Bags y granel.

Sida Chemie es el proveedor mundial de productos y servicios que reducen los costos de distribución y preservan el medio ambiente.

Fuente: Manual Técnico de Químicos Sumex S.A.  
México 1996.

## RECOMENDACIONES DE APLICACION PARA LA NUEVA GENERACION DE ARCILLAS

**SORBAMOL**

**TONSIL**

SORBAMOL 420												
	<b>PRETRATAMIENTO Y BLANQUEO EN REFINACION QUIMICA Y FISICA</b>	SUPREME 120 FF	SUPREME 121	SUPREME 122 FF	SUPREME 123 FF	ACTISIL 220 FF	ACTISIL 221	EXTRA 222 FF	OPTIMUM 320 FF	OPTIMUM 321	L-80 322 FF	
<b>UNA RESPUESTA PARA LA REMOCION DE FOSFORO Y JABONES EN LA OPTIMIZACION DE PROCESO, VIA REDUCCION DE AGUA</b>	<b>Aceites vegetales</b>	Aceite de aguacate		▲								
		Aceite de algodón					▲		▲	▲		
		Aceite de ajonjolí								▲	▲	▲
		Aceite de arroz	▲	▲								
		Aceite de cacahuete					▲			▲	▲	
		Aceite de canola	▲	▲		▲		▲	▲			
		Aceite de cártamo					▲			▲	▲	
		Aceite de coco					▲			▲		▲
		Aceite de girasol					▲			▲	▲	
		Aceite de joboba		▲								
		Aceite de linaza	▲	▲			▲					
		Aceite de maíz					▲					
		Aceite de nabo	▲	▲		▲	▲					
		Aceite de oliva										
		Aceite de almendra de palma	▲	▲			▲	▲				
		Aceite de palma	▲	▲	▲					▲	▲	▲
		Aceite de ricino				▲						
		Aceite de soya					▲			▲	▲	
	Aceite de pepita de uva		▲									
	<b>Grasas animales</b>	Aceite de pescado								▲	▲	
		Sebo	▲	▲			▲		▲			
	<b>Otros</b>	Aceltes y grasas hidrogenados								▲	▲	
		Acidos grasos					▲					
	<b>Aceites minerales</b>	Aceltes aislantes										▲
		Aceite blanco					▲		▲			
		Aceite lubricante reciclado					▲		▲			
		Aceite de rolado										▲
		Parafinas					▲					▲

FF=Filtración rápida

Fuente: Manual Técnico de Químicos Sumex S.A. México, 1996.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**Biblioteca Central**