



**UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL “SOAP STOCK” DEL ACEITE DE  
ALGODÓN EN LA EMPRESA ACOSINÚ S.A. UBICADA EN EL MUNICIPIO DE  
CERETÉ - CÓRDOBA.**

**Proyecto Final de Graduación presentado como requisito parcial para optar  
por el título de Máster en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad  
de Alimentos**

**PABLO ARTURO SUÁREZ SILGADO**

**SAN JOSÉ, COSTA RICA**

**MARZO, 2017**

**UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL (UCI)**

**ESTE PROYECTO FINAL DE GRADUACION FUE APROBADO POR LA  
UNIVERSIDAD COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE  
MASTER EN GERENCIA DE PROGRAMAS SANITARIOS EN INOCUIDAD DE  
ALIMENTOS**

---

**RANDALL CHAVES ABARCA  
PROFESOR TUTOR**

---

**CARLOS EDUARDO GÓMEZ CÓRDOBA  
LECTOR**

---

**PABLO ARTURO SUÁREZ SILGADO  
SUSTENTANTE**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por acompañarme, guiarme, ser mi fortaleza en todo momento y bríndame una vida llena de aprendizajes, experiencias, inteligencia y sabiduría. A mis padres por apoyarme en todo momento, todos los valores que me han inculcado, por ser un excelente ejemplo de vida a seguir. A mis hermanas que han sido un apoyo incondicional.

## RECONOCIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de la maestría, por ser mi fortaleza en todos los momentos.

A mis Padres y hermanas que por su ejemplo, disciplina, constancia siempre me han apoyado en todo momento. Por los valores que me han inculcado, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida y brindado la confianza y ánimo para salir adelante día a día.

A mi futura esposa Kathia Milena por su compañía, dedicación y ayuda en todo momento.

A todos los compañeros, profesores y tutor.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	iii
RECONOCIMIENTOS .....	iv
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4 OBJETIVO GENERAL .....	6
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de la industria de aceites vegetales .....	7
2.1.1. Antecedentes mundiales. ....	7
2.1.2 Antecedentes Colombianos. ....	11
2.2. Producción de Grasas y Aceites.....	12
2.3 Proceso de extracción de aceite.....	15
2.3.1 Procesamiento de semillas oleaginosas. ....	15
2.3.2 Procesamiento para la refinación de aceite. ....	16
2.4. Proceso de extracción del aceite bruto de algodón. ....	20
2.5 SOAP STOCKS O Pastas de neutralización .....	21
2.5.1 Obtención del Soap Stock de aceite de algodón. ....	22
2.5.2. Parámetros fisicoquímicos del Soap Stock.....	24
III. METODOLOGÍA .....	25
3.1 Área de desarrollo del proyecto .....	25
3.2. Fuentes de información.....	25

3.2.1 Fuentes primarias.....	25
3.2.1 Fuentes secundarias.....	25
3.3 Diseño metodológico.....	25
3.4. Tratamiento gráfico.....	26
3.5. Técnicas de análisis de muestras empleadas.....	26
3.5.1. Determinación de materia grasa total (M.G.T) en Soap Stock (% de ácido oleico).....	27
3.5.2. Materia grasa neutra (M.G.N) y ácidos grasos libres (A.G.L) presentes en el Soap Stock (% de ácido oleico).....	27
3.5.3. Título (°C).....	28
3.5.4. Alkali libre (%NaOH). ....	29
3.5.5. Color.....	29
3.5.6. Densidad.....	30
IV. RESULTADOS.....	31
4.1. Descripción del proceso actual de extracción de aceite comestible de algodón en la empresa ACOSINU S.A. ....	31
4.1.1. Selección, deslente, preparación y extracción mecánica.....	31
4.1.2. Extracción por solvente.....	34
4.1.3. Refinería.....	377
4.2. Parámetros fisicoquímicos de las muestras de soap stock.....	400
4.2.1 Materia grasa total.....	422
4.2.2 Ácidos grasos libres.....	433
4.2.3. Materia Grasa Neutra.....	444
4.2.4. Título.....	455
4.2.5 Alkali Libre.....	466
4.2.6 Densidad.....	477
4.3. Interpretación de datos y gráficas.....	488

4.3. Potencialidades de uso del Soap Stock .....	500
V. CONCLUSIONES .....	522
VI. RECOMENDACIONES.....	533
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	555
VIII. ANEXOS.....	577

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Muestra de Soap Stock (primera y segunda semana).....	41
<b>Tabla 2.</b> Muestras de Soap Stock (Tercera y cuarta semana), .....	41
<b>Tabla 3.</b> Variable N° 1: Materia grasa total, M.G.T. (%),.....	422
<b>Tabla 4.</b> Variable N° 2: Ácidos grasos libres, A.G.L. (%), .....	433
<b>Tabla 5.</b> Variable N° 3: Materia grasa neutra, M.G.N. (%),.....	444
<b>Tabla 6.</b> Variable N° 4: Título o punto de solidificación, (°C), .....	455
<b>Tabla 7.</b> Variable N° 5: Álcali libre, (% NaOH), .....	466
<b>Tabla 8.</b> Variable N° 6: Densidad, (gr/ml),.....	477
<b>Tabla 9.</b> Parámetros fisicoquímicos del Soap Stock.....	488

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Utilización del algodón semilla .....	13
<b>Figura 2.</b> Diagrama del proceso de extracción del aceite bruto de algodón .....	21
<b>Figura 3.</b> Proceso de refinación alcalina de aceites vegetales.....	23
<b>Figura 4.</b> Diagrama del proceso de selección, deslinte, preparación y extracción mecánica de aceite de semilla de algodón.....	333
<b>Figura 5 .</b> Diagrama del proceso de extracción por solvente de aceite de semilla de algodón.....	36
<b>Figura 6.</b> Diagrama del proceso de refinación de aceite de semilla de algodón. ....	38
<b>Figura 7.</b> Diagrama de bloque del proceso de extracción de aceite y algodón y soya en ACOSINU S.A.....	399
<b>Figura 8.</b> Representación gráfica M.G.T. vs Muestra.....	42
<b>Figura 9.</b> Representación gráfica A.G.L. vs Muestra.....	433
<b>Figura 10.</b> Representación gráfica M.G.N. vs Muestra .....	444
<b>Figura 11.</b> Representación gráfica TITULO vs muestra.....	455
<b>Figura 12.</b> Representación gráfica ALCALI LIBRE vs muestra.....	466
<b>Figura 13.</b> Representación gráfica DENSIDAD vs muestra .....	477

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Cálculo materia grasa total.....	27
Ecuación 2 Cálculo ácidos grasos libres.....	28

## RESUMEN EJECUTIVO

Los años treinta pueden señalarse como el inicio de lo que hoy es la industria colombiana de aceites y grasas. En aquel entonces se consumían como materia prima el maní en pepa, la semilla de ajonjolí (*Sesamum indicum*), semilla de algodón (*Gossypium*), semillas de coco, (*Cocos nucifera*) y almendra de babasú (*Attalea speciosa*). No estaban aún el fruto de la palma de aceite y el frijol de soya como fuentes agrícolas de la producción de grasas y aceites. Es en la década de los setenta cuando la palma de aceite comienza a perfilarse como fuente importante de la producción local de grasas en Colombia, y se consolida a raíz de la notable disminución de la producción de soya, ajonjolí y algodón desde principios de la década de los noventa.

La Cadena productiva en Colombia está conformada por tres eslabones: cultivo, extracción, y refinación, aunque dada la estructura de producción, los dos primeros están integrados. Estos se pueden considerar como eslabones primario e intermedio, y el de refinación como el eslabón industrial. (Agrocadenas, 2001)

Este trabajo caracteriza fisicoquímicamente el Soap Stock de aceite de algodón y se recopilan los usos potenciales con el fin de encontrar una forma adecuada de utilización de este subproducto generado por ACOSINU S.A., quedando planteadas varias fuentes como líneas temáticas para otras investigaciones.

La investigación se desarrolló en el área de laboratorio de la empresa ACOSINU S.A., obteniendo la información a través del empleo de técnicas de análisis utilizadas en el laboratorio de control de calidad de ésta y otras fuentes bibliográficas.

Se hizo un diagnóstico del proceso y de la empresa con relación a los procesos que se dan para la extracción de aceite, a su vez, se realizaron análisis de control de calidad con el fin de conocer las normas y especificaciones utilizadas.

La calidad del Soap Stock depende principalmente de la calidad del aceite y del contenido de materia grasa total presente. Los Soap Stock de los aceites de coco (*Cocos nucifera*) y palmiste, son de mejor calidad por su baja tonalidad (amarillo claro) y mayor contenido de materia grasa (aproximadamente el 40 %), el Soap stock del aceite de algodón producido por ACOSINU S.A. es pobre en calidad, por su alta tonalidad (café oscuro) y un menor contenido de materia grasa (aproximadamente el 35%), además presenta un olor fuerte desagradable; no siendo esto un obstáculo para su aprovechamiento.

El Soap Stock puede tener diversas formas de aprovechamiento, es vendido a muy bajo precio a las fábricas de jabones y ácidos grasos, llegando a ser una materia prima para estas fábricas, la cual deja muy buena rentabilidad si es tratada con un proceso de acidulación, dando valor agregado a éste.

Al analizar el proceso de producción de la extracción de aceite de algodón se pudo observar que los diagramas representativos, estaban diseñados de tal manera que las actividades eran descritas en forma muy general y no enfatiza en las operaciones que en estas se realizan.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

ACOSINU S.A. es una planta extractora de aceite de algodón, ubicada en el Departamento de Córdoba en el kilómetro 1 de la carretera que conduce de Cereté a Ciénaga de Oro.

Las principales actividades económicas de ACOSINU S.A. son la extracción de aceite de semillas de algodón y la comercialización de cascarilla, torta y linter; a nivel local, nacional e internacional.

La línea de producción de la planta tiene una capacidad de 100 toneladas por día de semillas de algodón de las cuales se extrae 16 toneladas de aceite crudo por día. El aceite neutro de algodón se puede obtener a partir de procesos de refinación física y química.

En la refinación química empleada en ACOSINU S.A. se realiza la neutralización de los ácidos grasos con soda cáustica que por naturaleza tienen los aceites.

Como subproducto del proceso de neutralización se obtiene Soap Stock el cual se caracteriza por tener una alta carga contaminante, cuya disposición implica altos costos para la sociedad y la empresa. Sin embargo, el Soap Stock puede ser aprovechado productivamente, después de someterlo a un proceso de desdoblamiento con ácido sulfúrico, se obtiene aceite ácido que es el principal insumo para la fabricación de jabones.

ACOSINU S.A. procesa entre 26.000 y 37.000 mil toneladas de semilla de algodón al año, que producen aproximadamente 1760 toneladas de Soap Stock.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La planta de Aceites Comestibles del Sinú S.A. (ACOSINU S.A.), produce 5850 toneladas de aceite por año aproximadamente.

En la refinación del aceite crudo de algodón se obtiene como subproducto una pasta jabonosa, la cual equivale al 30 % del total del aceite que entra a refinería, ésta es conocida comúnmente como s.s. (Soap Stock) conformada por agua, el jabón formado a partir de la acidez libre del aceite, aceite y todas las impurezas que acompañan a este.

En el año 2015, se produjeron de 7 a 10 toneladas diarias de s.s. y en la actualidad hay almacenadas 600 toneladas del mismo.

La importancia del s.s. radica en el aprovechamiento de los ácidos grasos presentes en él para la posterior fabricación de jabones, grasos y aceites lubricantes, tensoactivos (detergentes), pinturas, emulsificantes, polímeros y otros.

Debido a los costos elevados de almacenamiento ACOSINU S.A. quiere comercializar el Soap Stock, pero para ello se debe caracterizar fisicoquímicamente identificando las potencialidades de uso del mismo.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En la extracción del Aceite de Algodón en la planta ACOSINU S.A., se obtiene como residuo pastas jabonosas o Soap Stock en cantidades considerables que producen pérdidas económicas. Actualmente la planta está arrojando estas pastas jabonosas a basureros rentados lo cual acarrea gastos en el transporte, mano de obra y en el alquiler de las tierras.

La empresa requiere disminuir costos y aumentar ganancias por medio de los subproductos que genera, por ello se pretende realizar la caracterización de los parámetros fisicoquímicos del Soap Stock y describir sus usos potenciales, dando inicio a posteriores estudios relacionados con el diseño de una planta para el aprovechamiento de las pastas de neutralización.

## **1.4 OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar fisicoquímicamente el Soap Stock obtenido después de la extracción del aceite de la semilla de algodón para su aplicación en futuras investigaciones a realizar en la empresa ACOSINU S.A.

## **1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las operaciones del proceso de obtención de aceite de algodón en la empresa ACOSINU S.A.
- Identificar los productos y subproductos obtenidos en el proceso de producción de aceite de algodón.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos del Soap Stock tales como porcentaje de materia grasa total, ácidos grasos libres y materia grasa neutra, título, álcali libre, color y densidad por medio de los métodos de análisis de la AOCS (American Oil Chemist Society) y AOAC (Association of Official Analytical Chemists) al igual que otros establecidos en el laboratorio de control de calidad de ACOSINU S.A.
- Identificar las potencialidades de uso del Soap Stock obtenido del proceso de extracción del aceite de la semilla de algodón.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la industria de aceites vegetales

#### 2.1.1. Antecedentes mundiales.

**ALGODÓN:** Desarrollo Histórico de la Industria. <sup>1</sup>

**Pionero de la industria de aceites vegetales.** En la década del veinte a lo largo del valle del río Indus donde en la actualidad se encuentran Pakistán, la sociedad arqueológica de India encontró un trozo de tela y dos pedazos de hilo en vasijas de plata. El análisis mostró que era fibra de algodón, el cual se producía ya en el año tres mil a.C.

Erethias, en el año cuatrocientos cuarenta y cinco a.C. se refirió a esta fibra para vestidos usados en India como “lana de Árbol” y conjeturó sobre sus excelentes características.

La molienda del algodón para obtener aceite fue documentada en los primeros libros médicos indios. Se preparaba un medicamento tópico triturando las semillas del algodón después de lo cual se las hervía para extraer el aceite. Un primitivo proceso chino para la extracción de aceite lo constituyó la prensa, pero se desconoce si se la uso para extraer aceite de algodón.

En mil setecientos sesenta y ocho, el Dr. Otto de Bethlehem, Pensilvania, presentó ante la sociedad filosófica norte americana de Filadelfia un trabajo en el cual informaba que se podía obtener nueve pintas de aceite de 1.5 bushel de semillas. Menos de dos décadas después, en Inglaterra, el interés por una nueva fuente de aceite comestible, así como también como un forraje para animales de alto

---

<sup>1</sup>REVISTA A&G. ACEITES Y GRASAS. Argentina. Diciembre 1996. P 13-16.

contenido proteico, evoco las promesas del gobierno de otorgar medallas de oro y plata por la producción de una tonelada de algodón.

Después de siglos de lento crecimiento, Europa occidental experimentó un rápido aumento en la población con el advenimiento de la revolución industrial. Con la multiplicación de la población a un ritmo más rápido que los alimentos, algunos economistas pronosticaron hambruna y calamidades. Las innovaciones tecnológicas y científicas que estaban transformando el mundo occidental afortunadamente proveyeron los medios de aumentar las existencias de alimentos.

La industria de los aceites vegetales debió sus orígenes a esta combinación de circunstancias. Para el siglo XIX, la escasez de grasas y aceites habían provocado el alza de los precios de esos artículos a niveles que hacían difícil la incursión de grasa en cantidades adecuadas en la dieta de muchos europeos de bajos recursos. Como los olivos sólo prosperaban en climas secos y cálidos, el aceite de oliva preferido por los habitantes de la cuenca del mediterráneo no podía expandirse.

La manteca y grasas animales sólidas consumidas tradicionalmente por los europeos del norte tampoco podían responder a la demanda debido al tiempo y gastos requeridos para incrementar las cabezas de ganado. A fin de satisfacer la demanda de grasa más económica, los empresarios europeos comenzaron a pensar aceites de una variedad de semillas y nueces, incluyendo algodón de Egipto e India. Durante un tiempo, Marsella fue el centro aceitero más importante del mundo.

El empresario Paúl Aldige de nueva Orleáns, visto Marsella en mil ochocientos cincuenta y dos para aprender la tecnología más avanzada sobre la producción de aceites vegetales. Los estados norte americanos menos densamente poblados contaban con suministros adecuados de grasas animales hasta que el ritmo de la industrialización y urbanización se aceleró durante la segunda mitad del siglo XIX.

A pesar de ello, la perspectiva de traer aceite de algodón atrajo la atención de algunos hombres con más visión. La invención de la desmotadora de algodón por

Eli Whitney propulsa la rápida expansión del cultivo de algodón y salpico los campos sureños con montes de algodón cultivado. Solo se requería plantar una fracción de la semilla por año excepto como fertilizantes de los suelos agotados del sudeste, y ocasional empleo como forraje animal. La eliminación de las semillas excedentes, sin amenazar la vida de peces en ríos u ofender a la población con el desagradable olor emitido por las pilas en descomposición, se convirtió en un problema cada vez más difícil. La única solución eficaz residía en encontrar usos comerciales para el algodón.

Durante las décadas de 1820 y 1830, algunos empresarios se dedicaron a producir aceite de algodón, pero ninguno de estos intentos duro mucho. El más exitoso fue un molino de Natchez sobre el río Mississippi, el cual opero durante unos cinco años antes de la depresión de fines de la década de 1830. La demanda limitada de los productos derivados del algodón en el sur rural, las dificultades y gastos en el transporte de los volúmenes de algodón a los molinos y el problema tecnológico de descargar el algodón, constituyeron obstáculos formidables.

La semilla de algodón de fibra corta norteamericana, a diferencia de los de Sea Island, Egipto y otras variedades de fibra larga posee una cáscara dura que aun después del desmotado, está cubierta con fibras cortas de algodón llamadas linters. Usando el proceso desarrollado para producir aceite de linaza de la semilla del lino, los molineros europeos trituraron entero el algodón egipcio “desnudo”. Antes de que la industria algodонера norteamericana pudiera convertirse en comercialmente viable, hubo que inventar un triturador eficaz que pudiera separar la pepa dura y los linters de la pulpa, ya que las fibras residuales no solo absorbían al aceite valioso, sino que tornaban la torta de algodón demasiado borrosa.

Los primeros trituradores tendían a moler antes que a quebrar la semilla. El cambio se produjo en 1857 cuando William Fee de Cincinnati invento una máquina con cuchillas giratorias que quebraban o abrían las cáscaras librando la pepa. Fee de pronto inventó también una prensa hidráulica mejorada y, aunque habría

muchos adelantos en los procesos mecánicos de la trituración del algodón, la tecnología básica existente en vísperas de la guerra civil permaneció sin cambios hasta bien entrado el siglo XX. En 1860 operaban siete molinos trituradores de algodón en Nueva Orleans, Mobile, Memphis, Cincinnati y Providence.

Todos estaban ubicados sobre cursos de agua para minimizar los costos de transporte de la materia prima y los productos terminados. Durante la guerra, cinco de los molinos dejaron de funcionar, pero en 1867 se había recuperado el terreno perdido. Debido al volumen y naturaleza estable del algodón, los industriales comprendieron que económicamente no era viable operar los molinos de aceite crudo lejos de los campos algodoneiros del sur.

Las refinerías podían establecerse en grandes centros poblacionales donde existía la mayor demanda de productos terminados. La década de 1870 resultó ser rentable para los industriales norteamericanos dedicados a la trituración y refinación del algodón si bien la necesidad de un sustituto económico del aceite de ballena desapareció en 1859 cuando el pozo de petróleo en Pennsylvania de Edwin Drake hizo despegar la industria petrolera norteamericana, existía en el extranjero un mercado ansioso de aceites y pastas de algodón.

Los europeos comprendieron el valor de la pasta y la harina de algodón como forraje de alto valor proteico, y en Europa meridional el aceite de algodón se mezclaba con el de oliva proveniente de su propio país de origen. Sin embargo, en la década de 1870, las dos terceras partes de aceite de algodón producido se usaba aún en la fabricación de algodón. El uso difundido del aceite de algodón como componente de adulteración le otorgó inicialmente una reputación dudosa en los Estados Unidos y llevó a los países europeos productores de oliva a imponer derechos de importación sobre el aceite de algodón importado. Al aumentar rápidamente el número de molinos y disminuir las exportaciones, las existencias de aceite de algodón norteamericano comenzaron a superar la demanda durante principios de la década de 1880.

Esto trajo aparejado una caída en el precio interno del aceite de algodón de los Estados Unidos, lo cual estimuló el uso del aceite en numerosos productos del país.

### **2.1.2 Antecedentes Colombianos.**

Los años treinta pueden señalarse como el inicio de lo que hoy es la industria colombiana de aceites y grasas. “En un censo industrial realizado en 1945, se registraba la existencia de treinta y tres (33) unidades productoras de aceites y grasas vegetales y siete (7) de grasas animales” ICA, 1998. En aquel entonces se consumían como materia prima el maní en pepa, la semilla de ajonjolí, semilla de algodón, semillas de coco, almendra de babasú, y manteca de cerdo. No estaban aún el fruto de la palma de aceite y el frijol soya como fuentes agrícolas de la producción de grasas y aceites. Es en la década de los setenta cuando la palma de aceite comienza a perfilarse como fuente importante de la producción local de grasas en Colombia, y se consolida a raíz de la notable disminución de la producción de soya, ajonjolí y algodón desde principios de la década de los noventa. (Agrocadenas, 2001)

La Cadena productiva en Colombia está conformada por tres eslabones: cultivo, extracción, y refinación, aunque dada la estructura de producción, los dos primeros están integrados. Estos se pueden considerar como eslabones primario e intermedio, y el de refinación como el eslabón industrial.

Las organizaciones gremiales de la Cadena en el área agrícola son, FEDEPALMA, Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite que agrupa la mayor parte de las unidades productoras, el Centro de Investigación en Palma de Aceite CENIPALMA y C.I ACEPALMA, dedicada a la comercialización externa de aceites de palma. COAGRO, Cooperativa de Agricultores de Ginebra Valle. COAGROMETA, Cooperativa de Agricultores del Meta, CONALGODON, Confederación Colombiana del Algodón, creada en Julio de 1980. En el área industrial figuran: COLDEACEITES, Asociación Colombiana

de Fabricantes de Grasas y Aceites Comestibles, creada en Agosto de 1981 y FECOLGRASAS, Federación Colombiana de Fabricantes de Grasas y Aceites Comestibles, el 19 de Agosto de 1988. (ICA, 1998)

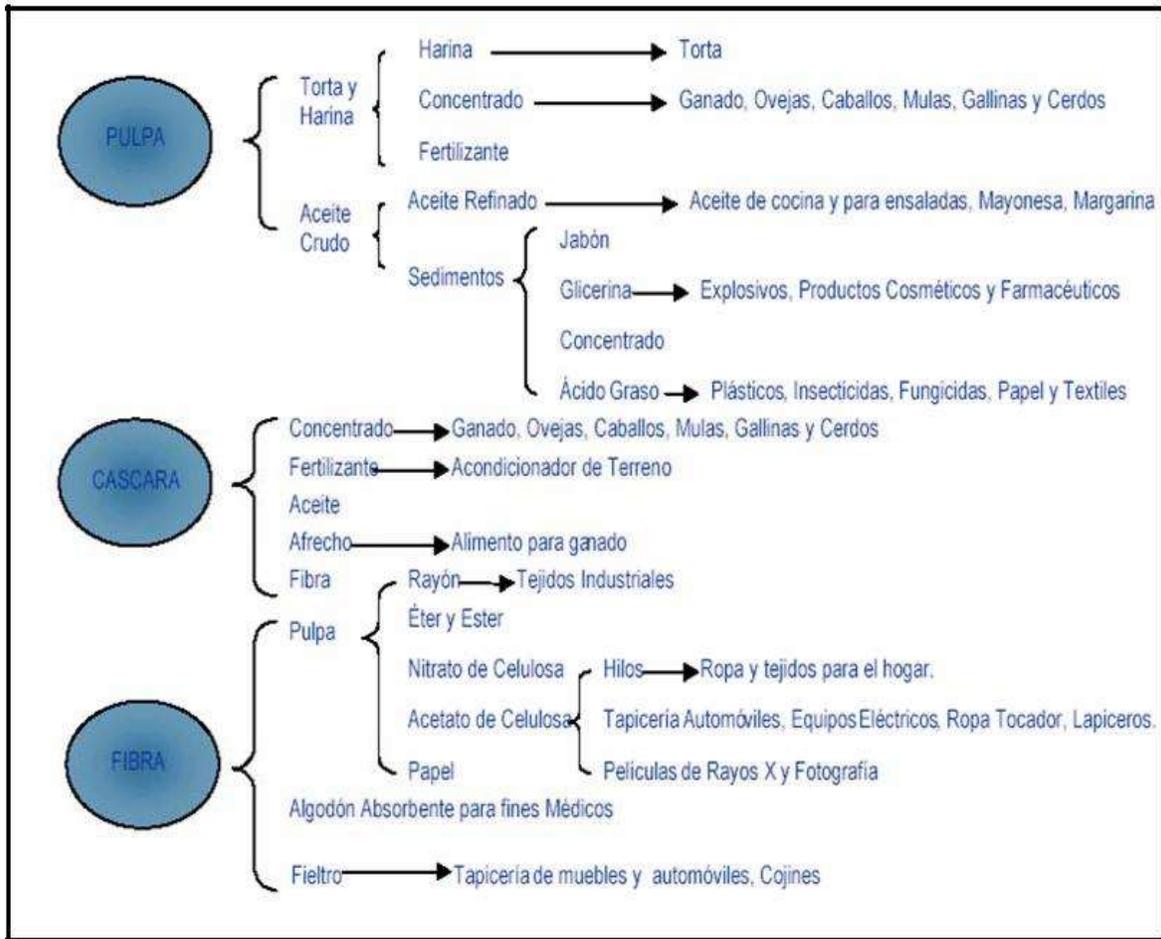
## **2.2. Producción de Grasas y Aceites**

La producción de aceites y grasa en el mundo ha tenido tradicionalmente dos grandes fuentes originarias de naturaleza eminentemente agropecuaria: material vegetal oleaginoso el cual, dependiendo de la especie, lo contienen alternativamente el fruto, la nuez y la semilla; y material animal contenido generalmente en la leche, piel, músculos y otros órganos de bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, aves, peces y mamíferos marinos. La canasta de oleaginosas tradicionalmente la componen principalmente trece cultivos: ajonjolí (*Sesamum indicum*), algodón (*Gossypium*), coco (*Cocos nucifera*), colza (*Brassica napus*), girasol (*Helianthus annuus*), linaza (*Linum usitatissimum*), maíz (*Zea mays*), maní (*Arachis hypogaea*), oliva (*Olea europaea*), palma ce aceite (*Elaeis guineensis*), palmiste, ricino (*Ricinus communis*), soya (*Glycine max*). La de grasas animales la componen manteca de cerdo, sebo, mantequilla y aceite de pescado.

Para la obtención de las grasas y aceites, los métodos utilizados son muy variados y van desde la simple extracción por trituramiento, fusión y mezcla de la materia prima originaria, hasta procedimientos químicos muy complejos como la hidrogenación, interesterificación, re-esterificación etc., los cuales dan como resultado una gama muy amplia de productos intermedios y finales, refinados y no refinados. La utilidad de estos productos es igualmente amplia, siendo sus usos más reconocidos la alimentación humana, animal y el uso industrial.

En lo referente al aceite de algodón, este es conocido por su sabor neutro y su ligero gusto a nuez. Por esta razón el aceite de algodón es a menudo utilizado como estándar de comparación con otros aceites debido a su aroma placentero, sabor y rendimiento.

En el procesamiento de alimentos, el aceite de algodón y su semilla tienen una vida útil y además múltiples usos, como se muestra en la *figura 1*.



**Figura 1.** Utilización del algodón semilla

**Fuente:** (Martínez Covalada & Barrio, 2001)

“El aceite bruto de algodón se obtiene de las plantas *Gossypium (anexo A)*; tiene un olor y sabor característicos muy fuertes y un color pardo rojizo oscuro, por la presencia de sustancias fuertemente coloreadas, arrastradas de la semilla. Su contenido de ácidos grasos libres y en general su calidad depende considerablemente, del estado del tiempo durante la época en que el algodón está en la tierra, después de haber llegado a la madurez. Por esto, la calidad del aceite bruto varía en una misma localidad, de un año a otro, siendo mejor cuando el

tiempo es seco y peor en caso contrario o cuando se almacena con un alto grado de humedad. El aceite de algodón contiene más ácidos grasos saturados que cualquier otro aceite de yodo equivalente; por esto su título es elevado y el aceite puede llegar a solidificar parcialmente durante su almacenamiento a temperaturas por debajo de los 10°C-15°C.”<sup>2</sup>

Las características “standard” aconsejadas por la A.O.C.S. para este aceite son las siguientes:

Densidad a 25°C (gr/ml).....	0,916-0,918
Índice de refracción a 25°C.....	1,468-1,472
Índice de yodo.....	106-113
Índice de saponificación.....	106-198
Materia insaponificable, (%).....	no más del 1,5%
Título, °C.....	32-36
Ácidos grasos libres (% ácido oleico).....	no más de 0,25
Transparencia.....	Limpio a 21,1°C por lo menos durante tres horas

El aceite de algodón, puede ser utilizado en todo tipo de manufactura de alimentos y puede ser fabricado de acuerdo a los requerimientos del cliente para satisfacer sus necesidades específicas.

---

<sup>2</sup>BERBARDINI, E. Y BAQUERO, J. *Tecnología de aceites y grasas. 1° edición española. España. A.G. grupo s.a. 1981*

## **2.3 Proceso de extracción de aceite.**

Los procesos de Producción para la fabricación de Grasas y Aceites se pueden separar en dos grupos que son: el procesamiento para obtener Aceites Crudos de las semillas oleaginosas y el procesamiento para la refinación de los Aceites Crudos.

### **2.3.1 Procesamiento de semillas oleaginosas.**

El proceso de obtención de aceite crudo a partir de oleaginosas, comienza cuando la semilla es sometida a un proceso de secado para estandarizar su humedad. Luego se procede a una limpieza eliminando todos los elementos extraños como ramas, hojas, piedras, cáscaras cuando corresponda, etc. Una vez limpias, viene la etapa en que la semilla es laminada. (Rural, 2006)

“En esta etapa las semillas que contienen en su interior celdillas microscópicas con aceite, pasan por rodillos los cuales se encargan de laminarlas. Posteriormente, las láminas son sometidas a un calentamiento y a una cocción con vapor directo, cuya función es dilatar los tejidos celulares de las semillas preparando de esta forma éstos para la etapa de prensado.”<sup>3</sup>

Las hojuelas cocinadas, que contienen alrededor de un 40 a 45% de aceite, se someten a un prensado que consiste en comprimirlas en un tornillo sin fin contra un cono circular. De este proceso se obtiene el aceite crudo y la torta. El aceite crudo pasa por una etapa de filtración y luego se envía a los estanques de almacenamiento. La torta, que aún contiene entre un 15 y un 25% de aceite, pasa a la etapa de extracción por solvente.

En la etapa de extracción, la torta se somete a una lluvia de solvente adecuado, normalmente hexano, el que es capaz de disolver grandes cantidades de aceite sin extraer otros compuestos presentes en éste. Posteriormente, a través de un proceso de destilación, se retira todo el solvente utilizado, condensándolo para su

---

<sup>3</sup>BAYLE, Alton. *Aceites y grasas industriales*. Buenos Aires, editorial Reverte. 1978

re-utilización. De esta forma queda el aceite crudo listo para ser mezclado en el estanque de almacenamiento con el aceite de prensado.

### **2.3.2 Procesamiento para la refinación de aceite. (Anexo B y C)**

La refinación tiene como objetivo retirar del aceite todos aquellos compuestos indeseables y adecuar su estructura química con la finalidad de lograr un producto terminado óptimo para el consumo humano.

#### **Neutralización, desgomado y blanqueo.**

Los componentes menores de los aceites crudos y que son indeseables para el sabor, estabilidad, aspecto y para su procesamiento, deben ser removidos o reducida su participación. Dentro de estos componentes están los ácidos grasos libres, pigmentos, compuestos proteicos, restos de semillas, residuos de pesticidas, hidratos de carbono, colesterol, etc.

Como se indicó anteriormente, el aceite crudo debe purificarse para mejorar algunos atributos y permitir procesarlo exitosamente para obtener finalmente productos terminados de calidad adecuada.

El proceso a través del cual se logra este objetivo es la Neutralización y el Blanqueo.

En efecto, el primer proceso importante en las refinerías, es la Neutralización que se realiza en forma batch, o bien, en forma continua. Los procesos batch se tienen en Plantas que operan en pequeña escala, 20 a 50 ton/día, siendo estas instalaciones de un menor costo de capital, sin embargo, la operación se hace más dependiente del operador, las pérdidas son mayores y la calidad obtenida es inferior.

En plantas continuas que se utilizan para producciones mayores, se dispone de un estanque de alimentación diaria, desde donde se provee el aceite crudo a un intercambiador de calor de placas, para temperarlo a las condiciones de proceso. A continuación, el aceite es tratado con ácido fosfórico para su Desgomación -

eliminación de fosfátidos no hidratables - y luego con soda cáustica para su Neutralización. Tanto la Desgomación, como la Neutralización, se llevan a cabo en mezcladores continuos especialmente diseñados para tener tiempos adecuados.

El producto de reacción de estas etapas - el jabón o Soap Stock - junto al aceite, es conducido a una centrífuga, para su separación. Después de esta etapa, el aceite aun lleva jabón en suspensión, el que es removido por lavados con agua blanda caliente, la que a su vez, con los residuos de jabón, es separada del aceite por medio de otra centrífuga. Se puede hacer un segundo lavado del aceite con una tercera centrífuga. Finalmente el aceite es conducido a una torre de secado.

Con todos estos procesos se han reducido fuertemente del aceite, los ácidos grasos libres, las gomas, la humedad, jabones, compuestos azufrados, de oxidación, metales, etc.

El aceite neutro y seco se lleva a la etapa de Blanqueo, en la cual el aceite es tratado con tierras activadas las que tienen la propiedad de retirar componentes menores por adsorción. Si bien esta etapa se conoce por Blanqueo, en los procesos posteriores como son la Hidrogenación y la Desodorización del aceite, también se produce una baja del color, debido a la degradación térmica de los pigmentos presentes en los aceites marinos y en los aceites vegetales.

Esta etapa bien puede llamarse 'purificación adsortiva', ya que es el mecanismo por el cual actúan las tierras activadas, limpiando el aceite tratado en cuanto a pigmentos, trazas de jabón residual, gomas incluyendo fosfátidos de los cuales se señalan como precursores de inestabilidad del sabor, trazas de sustancias metálicas pro-oxidantes y demás.

El Blanqueo se lleva a cabo en estanques de acero cerrados de unos 10 m<sup>3</sup> de capacidad, en los cuales se acondiciona la temperatura del aceite y se pone en contacto con la tierra activada un tiempo breve y definido, período en el que se verifica la adsorción. Posteriormente la tierra es retenida en filtros quedando el aceite neutro-blanqueado listo para procesos posteriores.

Todo este proceso debe realizarse bajo vacío para protección del aceite. El aceite neutro blanqueado se almacena en tanques.

### **Hidrogenación.** *(Anexo D)*

“La Hidrogenación es un cambio químico que se realiza a nivel molecular, para producir las modificaciones, que tienen como objetivo estabilizar los aceites y proveer de la consistencia adecuada a las materias grasas para su aplicación final. El proceso de Hidrogenación se realiza sobre el aceite neutro-blanqueado y este debe estar muy purificado para llevarlo a cabo con buen resultado.

En el caso del aceite de pescado, la Hidrogenación cumple un papel fundamental ya que es el proceso que permite que sea utilizado en productos destinados a la alimentación humana.”<sup>4</sup>

La Hidrogenación es un proceso de tipo batch que se lleva a cabo en convertidores construidos en acero, en los cuales se verifica una reacción en fase heterogénea, es decir, interactúa un gas con un líquido y en presencia de un catalizador sólido. Por este motivo, son reactores cerrados, diseñados para operar bajo presiones moderadas, provistos de agitación, de intercambiadores de calor, dispersores de gas, etc. El agitador se construye de modo que, el gas que es admitido por la parte inferior del convertidor esté la mayor parte del tiempo en contacto con el aceite líquido. Una vez que el gas llegue al cabezal del reactor, con las paletas superiores del agitador se debe lograr succionar dicho gas. La reacción prosigue, en las curvas de temperatura que corresponda, hasta que el operador verifique que se hayan obtenido las características finales del producto. Logradas estas condiciones, el lote de producción se descarga y se retira el catalizador por medio de filtración.

### **Fraccionamiento y cristalización.** *(Anexo E)*

El Fraccionamiento es el proceso por el cual se obtiene los sólidos que existen en un aceite a una cierta temperatura, separados de los líquidos que coexisten a esa

---

<sup>4</sup>BERBARDINI, E. Y BAQUERO, J. *Tecnología de aceites y grasas. 1° edición española. España. A.G. grupo s.a. 1981*

temperatura en ese aceite. En realidad, la separación se verifica por medios físicos y el proceso en sí constituye un cambio en el aceite donde se ha modificado la configuración molecular de las fracciones obtenidas, con respecto al aceite original.

La winterización es un caso particular de fraccionamiento, ya que en aquel proceso se separan por cristalización, pequeñas cantidades de los componentes sólidos, ya sean éstos triglicéridos (el caso de aceite de pescado y algodón) o bien ceras (el caso de aceites de maíz). En todos los casos, el proceso se realiza enfriando el aceite, cristalizando cuidadosamente los sólidos que existan a esa temperatura, y separando por un método que normalmente es la filtración.

### **Desodorización.** *(Anexo F)*

Este proceso se lleva a cabo después de la neutralización, el blanqueo y la hidrogenación, una vez que se hayan mezclado y estandarizado todos los componentes de la base grasa de los productos finales.

La desodorización es un proceso de destilación al vacío con arrastre a vapor, cuya finalidad es retirar de los aceites las trazas de sustancias que les comunican olor y sabor. Esto es factible debido a la gran diferencia de volatilidad que existe entre los triglicéridos y aquellas sustancias odoríferas que les imparten olor y sabor. La desodorización se realiza bajo vacío y a alta temperatura, para facilitar la remoción de las sustancias volátiles, para evitar la hidrólisis de las grasas y aceites y para hacer más eficiente el uso del vapor. La desodorización no tiene ningún efecto significativo en la composición de los ácidos grasos de los aceites.

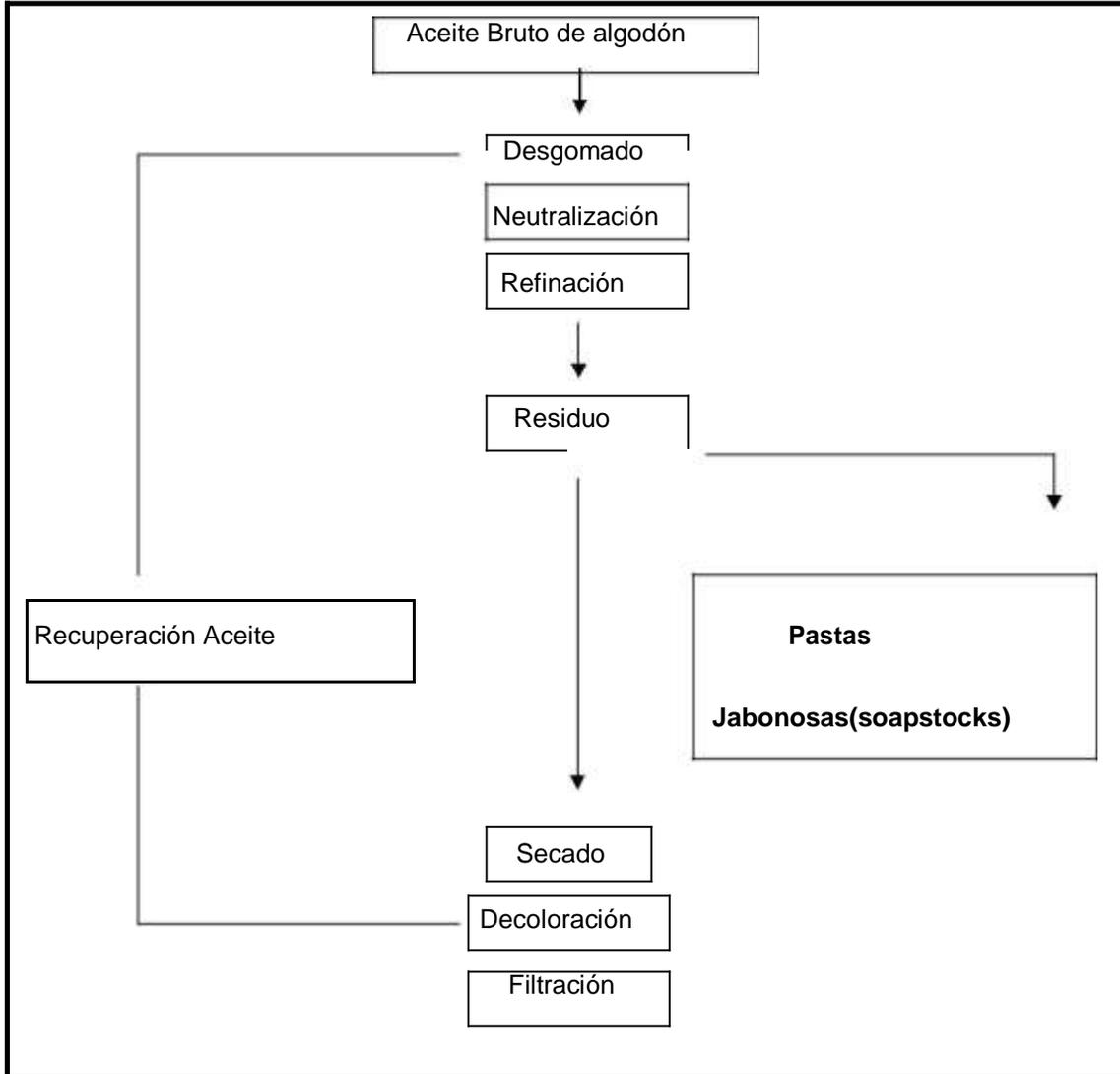
Este proceso se puede realizar en instalaciones tipo batch, semicontinuas o continuas, las que se seleccionan según el número de cambios de alimentación que se tenga en la Planta. Si el proceso tiene sólo un pequeño número de cambios de producto, se selecciona el proceso continuo por ser de una menor inversión y resultar de un mejor rendimiento operativo. Los equipos deben ser construidos en acero inoxidable, disponer de los sistemas de calefacción que permitan alcanzar las altas temperaturas necesarias para el buen resultado del

proceso, tener un sistema de generación de alto vacío y el equipamiento de control que garanticen el cumplimiento de los parámetros prefijados. La desodorización demanda un alto consumo energético, por lo que el buen uso de este recurso, como también el máximo de recuperación de él, constituye un requisito primordial.

Las etapas descritas anteriormente podrán ser vistas en el *anexo G*, el cual es una instalación continua completa de refinado de aceites.

#### **2.4. Proceso de extracción del aceite bruto de algodón.**

El Proceso de extracción del aceite bruto de algodón pasa por diferentes etapas, la primera de estas es el desgomado, posteriormente se neutraliza y refina dejando residuos los cuales pasan por un proceso de secado, decoloración y filtración y a su vez se extrae el soapstocks, lo cual se muestra en el siguiente diagrama:



**Figura 2.** Diagrama del proceso de extracción del aceite bruto de algodón

**Fuente:** (BERNARDINI, 1981)

### 2.5 SOAP STOCKS O Pastas de neutralización

El aceite neutro de algodón se puede obtener a partir de procesos de refinación física y química como se mencionó anteriormente.

La refinación química consiste en la neutralización con soda cáustica de los ácidos grasos que por naturaleza tienen los aceites. Como subproducto del proceso de

neutralización se obtiene Soap Stock (s.s.) el cual es un subproducto de alta carga contaminante, cuya disposición implica altos costos para su adecuación y tratamiento. Sin embargo, el Soap Stock puede ser aprovechado productivamente gracias a que, después de someterlo a un proceso de desdoblamiento (reacción con ácido sulfúrico), se obtiene aceite ácido que es el principal insumo del jabón.

Los ácidos grasos sirven también como suplemento energético para alimentos concentrados de consumo animal.

### 2.5.1 Obtención del Soap Stock de aceite de algodón.<sup>5</sup>

Como se anotó anteriormente el s.s. se origina en el proceso de refinación alcalina de los aceites vegetales, fundamentalmente es el resultado de la combinación de los ácidos grasos libres presente en los aceites con soda cáustica en solución, según la siguiente reacción:



La refinación alcalina tiene por objeto separar los ácidos grasos presentes en los aceites vegetales inicialmente neutralizados con un álcali (soda cáustica) y posteriormente separándolos en forma de jabón; en la separación el jabón arrastra todas la impurezas presentes en el aceite crudo (goma y pigmentos), el álcali que no reacciona en la refinación, aceite neutro y agua; posterior a la refinación el aceite se blanquea, desodoriza y empaca. El s.s. es almacenado en tanques de hierro para su posterior expedición y aprovechamiento.

El proceso de refinación alcalina para obtener s.s. se realiza de dos formas; en forma continua utilizando máquinas centrifugas para la reparación del s.s. del aceite ya neutralizado o en forma discontinua o Baches utilizando tanques con calefacción o vapor de gran capacidad donde se realiza la separación del aceite

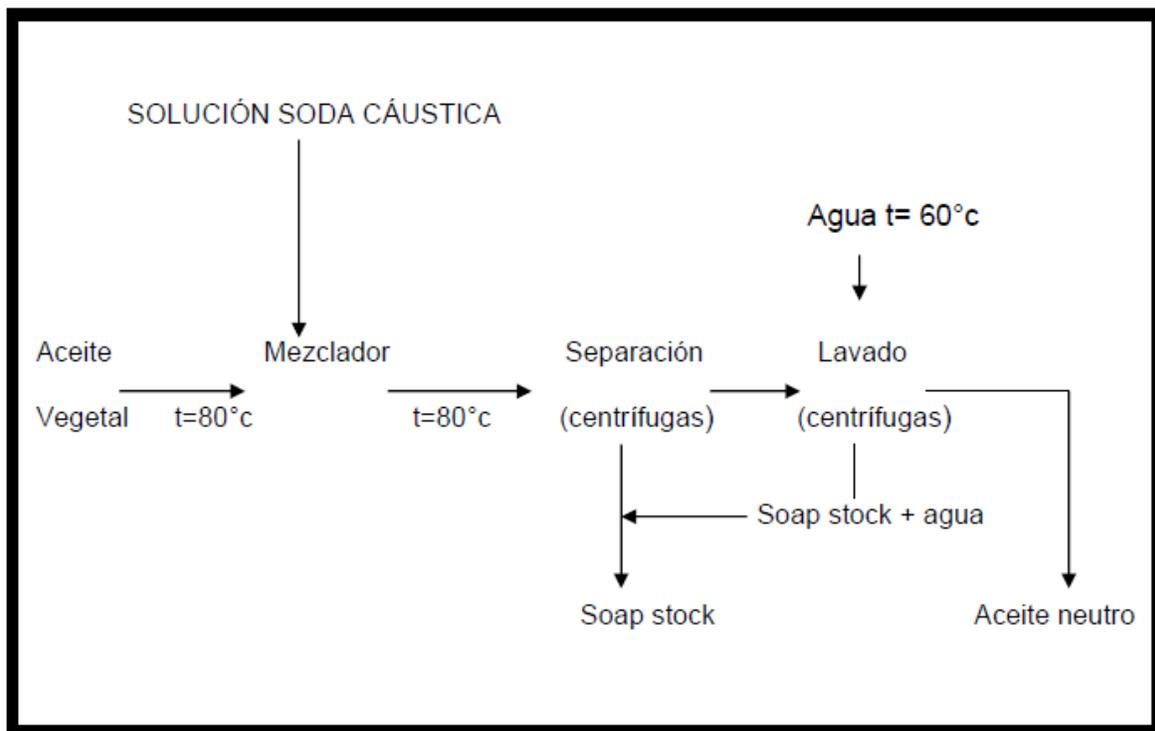
---

<sup>5</sup>MARRUGO NEGRETE, JOSE L. *Diseño de una planta para el aprovechamiento de las pastas de neutralización. Trabajo realizado para REPRESENTAR LTDA. Montería, Córdoba. Octubre. 1993*

por decantación siendo el s.s. el que ocupe la parte inferior del recipiente por presentar mayor densidad o ser más pesado.

En la actualidad, en la gran mayoría de refinerías existentes se utiliza el proceso continuo ya que facilita el proceso, se trabaja con cantidades mayores de aceite y hay menos pérdidas de aceite refinado con el s.s.

En la *figura 3*, se muestra el proceso de refinación alcalina para la obtención de s.s. a partir de aceites vegetales:



**Figura 3.** Proceso de refinación alcalina de aceites vegetales

Fuente: autor.

### **2.5.2. Parámetros fisicoquímicos del Soap Stock.**

Fundamentalmente se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

#### **MATERIA GRASA TOTAL (M.G.T.)**

Se refiere al material graso que se puede recuperar del s.s. y que se encuentra como aceite neutro y combinado como sal sódica (jabón) a partir de los ácidos grasos libres del aceite.

#### **ÁCIDOS GRASOS LIBRES (A.G.L.)**

Se refiere a la materia grasa que se encuentra combinada en forma de jabón en el s.s. y que al recuperarla se convierte en A.G.L.

#### **MATERIA GRASA NEUTRA (M.G.N)**

Se refiere al aceite que es arrastrado por el jabón formado en la refinación y que se presenta como tal en el s.s.

$$\text{M.G.T.} = \text{A.G.L.} + \text{M.G.N.}$$

Ecu. 1. Cálculo de materia grasa total

#### **TITULO (°C)**

Se refiere al punto de solidificación del Soap Stock y se expresa en grados centígrados (°C).

#### **ÁLCALI LIBRE (%NaOH)**

Se refiere al álcali que no reacciona en la refinación y se expresa en porcentaje de soda cáustica (%NaOH).

#### **COLOR**

Se define como la tonalidad del s.s. y se establece comparando el s.s. con patrones de la escala cromática de colores.

#### **DENSIDAD (gr/ml)**

Se refiere a los gramos del s.s. presentes en un mililitro de este, se expresa en gr/ml a 25°C.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Área de desarrollo del proyecto**

El proyecto se desarrolló en el área de laboratorio de la empresa ACOSINU S.A., la cual se encarga de realizar los análisis y estudios relacionados con el aceite de algodón, cascarilla, linter y subproductos del proceso.

#### **3.2. Fuentes de información**

##### **3.2.1 Fuentes primarias.**

La información se obtuvo a través del empleo de técnicas de análisis utilizadas en el laboratorio de control de calidad de ACOSINU S.A. complementadas con los libros oficiales de la AOCS (American Oil Chemists Society) y AOAC (Association of Official Analytical Chemists).

##### **3.2.1 Fuentes secundarias.**

Revisión bibliográfica sobre el tema tratado.

#### **3.3 Diseño metodológico**

Se realizaron diversas actividades durante el período del desarrollo del proyecto:

1. Diagnóstico del proceso: mediante inspección se observaron los procesos de la planta, donde se identificaron los posibles temas a manejar. Conociendo detalladamente los procesos que se dan para la extracción de aceite, se buscó la colaboración de los técnicos, operarios y supervisores de la empresa.

2. Diagnóstico de la empresa: se evaluó la situación de la empresa con respecto a la utilización de subproductos y se llegó a la conclusión de la investigación a desarrollar.

3. Análisis de laboratorio: para conocer el manejo al control de calidad en la empresa, se realizaron análisis de control de calidad con el fin de conocer las normas y especificaciones utilizadas.

4. Análisis de muestras: se tomaron muestras aleatorias del Soap Stock para la posterior caracterización fisicoquímica.

### **3.4. Tratamiento gráfico**

Este estudio se realizó un seguimiento de análisis de muestras de Soap Stock, donde se tomaron en forma aleatoria dos muestras por semana durante el mes de octubre de 2016, las cuales podemos evidenciar en la tabla 1 y 2, obteniéndose valores representativos.

Los parámetros determinados fueron materia grasa total, materia grasa neutra, ácidos grasos libres, título, color, densidad y álcali libre.

Al final del ejercicio se reportó en una tabla los datos arrojados, y se realizaron las representaciones gráficas correspondientes a cada variable a manejar analizando su comportamiento por semana.

### **3.5. Técnicas de análisis de muestras empleadas**

Los siguientes métodos de análisis, son una recopilación de algunas técnicas empleadas en el laboratorio de control de calidad de ACOSINU S.A. para el análisis de aceites y grasas vegetales; estas fueron complementadas con los libros oficiales de la AOCS (American Oil Chemists Society) y AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Los parámetros son definidos para los aceites, grasas y jabones vegetales y se hacen extensivos para sus subproductos incluyendo el Soap Stock.

### 3.5.1. Determinación de materia grasa total (M.G.T) en Soap Stock (% de ácido oleico).

#### Procedimiento

1. Se pesan 10 gramos de muestra en un beaker, y se adicionan 150 ml de agua destilada, calentando hasta completar disolución, posteriormente se agregan 25 ml de ácido clorhídrico, continuando el calentamiento hasta separar completamente la grasa.
2. Se lleva a un embudo de separación, dejando enfriar; se lava el beaker con hexano o éter, este hexano se le agrega al embudo de separación.
3. Se separa la grasa del agua, y se guarda el agua para continuar los lavados procurando que ésta no arrastre grasa. Se lava la capa de hexano o éter materia grasa con agua destilada hasta que no presente acidez. Esto se prueba adicionando metil naranja.
4. Se lleva la capa de hexano o éter materia grasa a un erlenmeyer previamente pesado pasando a través del papel filtro.
5. Se lava el papel filtro con hexano asegurándose que no haya grasa en el papel. Se evapora el hexano en una estufa. Y se seca en el horno por dos horas a 110°C enfriar y se pesa.

#### *f* Cálculos

*f*

$$\text{MGT} = \frac{\text{C18:1}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Peso de la muestra

Ecuación 1. Cálculo materia grasa total.

### 3.5.2. Materia grasa neutra (M.G.N) y ácidos grasos libres (A.G.L) presentes en el Soap Stock (% de ácido oleico).

### Procedimiento

1. De la materia grasa total se pesan 0,5 gramos de la muestra y se adicionan 100 ml de alcohol etílico previamente neutralizado.
2. Se valora con solución de hidróxido de sodio 0,1 N usando fenolftaleína como indicador hasta un viraje color rosa.

### *f* Cálculos

$$\text{Ácidos grasos libres} = \frac{V \times N \times 28,25}{\text{de la muestra}} \text{ Peso}$$

### Ecuación 2. Cálculo ácidos grasos libres

V: volumen gastado titulación

N: normalidad del NaOH

% aceite neutro = 100 – % ácidos grasos libres.

### 3.5.3. Titulo (°C).

#### Procedimiento

1. Situar el frasco o recipiente exterior a una temperatura de 20 a 30 °C inferior al título presumible, sumergiéndolo exteriormente en un baño de agua caliente o fría.
2. Se funde el Soap Stock llevándolo a una temperatura de 10 °C aprox. Posteriormente se vierte en el tubo de ensayo hasta una altura de 5 ml aprox.
3. Se coloca el termómetro suspendido con la mayor exactitud posible en el eje del tubo de ensayo y su extremidad inferior a 1 cm del fondo del tubo.
4. Se observa la columna de mercurio; en principio baja rápidamente y después cada vez más lentamente.
5. Simultáneamente, se visualiza una cristalización que parte del fondo del tubo y va recubriendo, poco a poco, la parte inferior del depósito del termómetro.

6. Cuando la columna de mercurio parece pararse después de cuatro observaciones, con cinco segundos de intervalo, inmediatamente se le hace al termómetro un movimiento circular, tres veces a la derecha y tres veces a la izquierda, teniendo cuidado de romper bien los cristales formados.

7. Se vuelve a colocar rápidamente el termómetro después de haber bajado bruscamente durante la agitación, vuelve a subir, alcanzando un máximo para descender de nuevo.

Este máximo se toma como punto de solidificación o título.

### **Cálculos**

La expresión de resultados se da en grados centígrados.

#### **3.5.4. Alkali libre (%NaOH).**

##### **Procedimiento**

1. Se determina el álcali cáustico libre disolviendo al baño maría 10 gramos de jabón en 100 cm<sup>3</sup> de alcohol, filtrando con embudo calentado con agua caliente y valorando el filtrado con ácido clorhídrico, hasta desaparición del color rojo debido a la fenolftaleína que se usó como indicador.

##### **Cálculos**

Se tiene en cuenta que 1 cm<sup>3</sup> de ácido clorhídrico es igual a 0,0040 gramos de NaOH.

#### **3.5.5. Color**

##### **Procedimiento**

1. Se compara el color del s.s. con los presentes en la escala cromática de colores.

### 3.5.6. Densidad.

#### Procedimiento

1. Se llena el picnómetro hasta tres cuartas partes, aproximadamente de su altura, con la grasa. Dejar 1 hora en estufa, a la temperatura de fusión.
2. Añadir agua, a la temperatura, de referencia, hasta el borde superior del picnómetro, dejar 1 hora en un baño a la temperatura de referencia, secar el picnómetro y pesar.

#### *f* Cálculos

$$\text{Densidad} = (P'' - P) / \{P' - P - (P'' - P'')\} D \text{ g/cm}^3$$

P: peso en gr del picnómetro vacío

P': peso del picnómetro lleno con agua a la temperatura de referencia.

P'': peso en gr del picnómetro lleno con s.s. a la Temperatura de referencia

P''': peso en gr del picnómetro lleno con grasa y agua a la temperatura de referencia.

D: densidad del agua a la temperatura de la determinación.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Descripción del proceso actual de extracción de aceite comestible de algodón en la empresa ACOSINU S.A.**

La línea de producción de la planta tiene una capacidad de 100-130 toneladas por día de semillas de algodón de las cuales se extrae 16 toneladas de aceite crudo por día.

Para la descripción del proceso actual de extracción de aceite comestible de semilla de algodón en la empresa ACOSINU S.A., se tomó cada una de las áreas de producción, las cuales fueron analizadas para conocer la importancia de su función dentro del proceso; esto con el fin de lograr una mejor comprensión.

#### **4.1.1. Selección, deslinte, preparación y extracción mecánica.**

Al ser alimentada la planta, las semillas de algodón reciben una primera limpieza en un sistema de corriente de aire llamada trampa de aire número uno, donde se retiran materias extrañas pesadas como: piedras, tornillos, palos, etc., y materiales livianos como semilla vana (no tienen almendra), lanas, etc.

Después de pasar las semillas por la trampa número uno, se someten a la operación de remoción del linters residual que queda adherido a la semilla después del desmote, esto se realiza con máquinas deslintadoras de las cuales la empresa cuenta con catorce ubicadas en paralelo, de las deslintadoras se producen dos corrientes:

Una que es llamada linters, la cual pasa a la limpiadora de linters donde son desmenuzados y zarandeados, con el objetivo de retirar cascarillas, almendra y tierra, para obtener un linters limpio con impurezas no superiores al 1 %, el cual es

prensado en pacas de 220 kilogramos cada uno con un rendimiento que va del 75 al 80%.

La segunda corriente que sale de las deslintadoras son las semillas deslintadas o también semillas grises, estas semillas pasan a la trampa número dos que es un sistema similar a la trampa número uno, donde se separan materiales pesados como tuercas, tornillos, etc., y materiales livianos llamados linters de segunda, uniéndose este a la primera corriente del linters que sale de las deslintadoras.

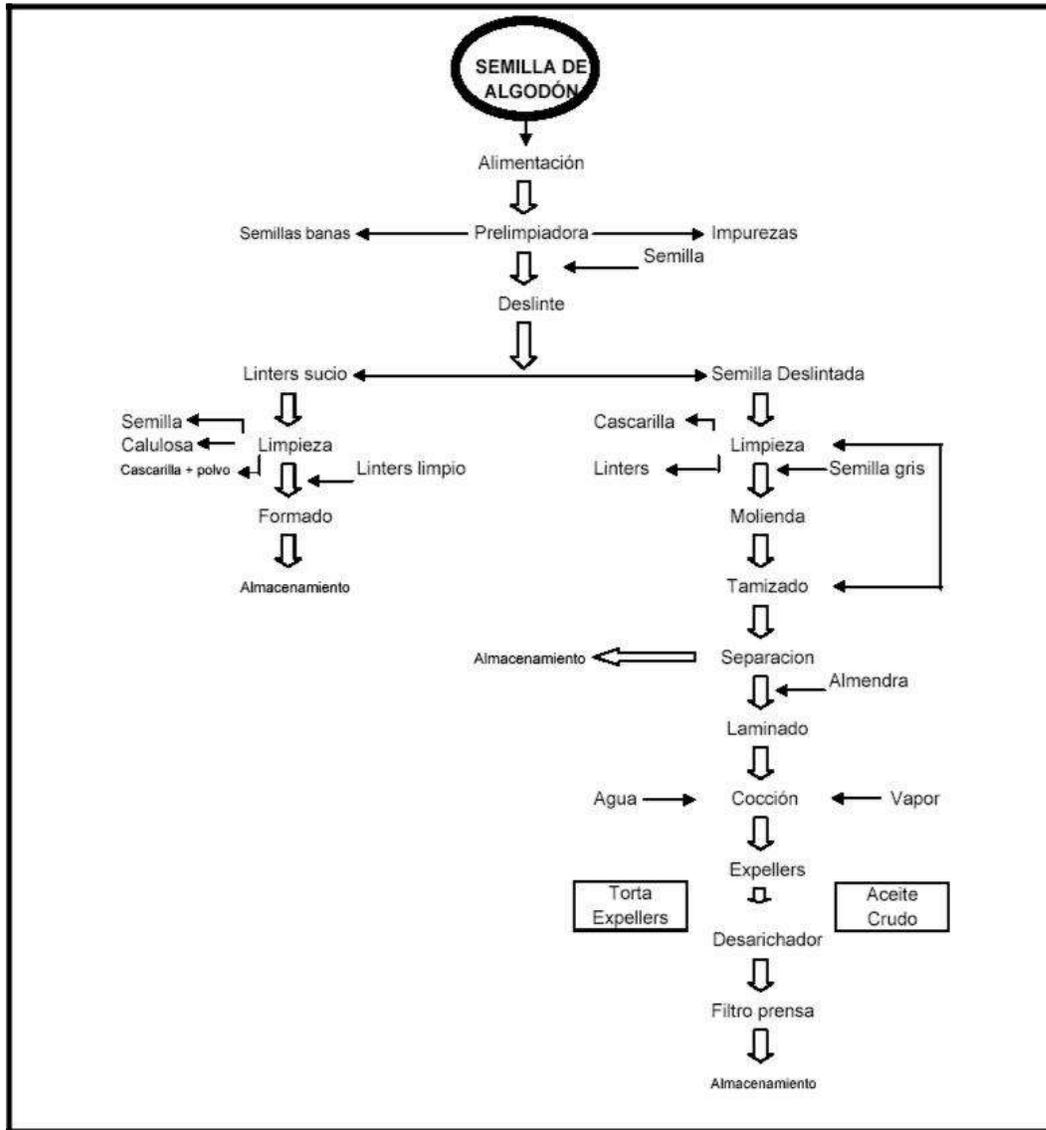
Una vez deslintadas, las semillas siguen su recorrido llegando hasta molinos quebrantadores y zarandas, que por un sistema de succión de aire separa la almendra de las cascarillas. Las cascarillas se separan del proceso para su respectivo empaque y almacenamiento en bultos de 20 kilogramos cada uno con un rendimiento del 24 al 27%.

La almendra resultante continúa en proceso y se someta a un acondicionamiento previo, a la extracción mecánica. Inicialmente se hace pasar por un molino laminador obteniéndose hojuelas con espesor de 0,2 mm cada una, las hojuelas pasan al cocinador donde se hace un tratamiento térmico con vapor y agua con el objetivo de preparar la almendra para obtener óptimos rendimientos durante la extracción mecánica e inhibir una sustancia tóxica propia del algodón llamada gopipol, el cual es indeseable en altas proporciones en la preparación de alimentos concentrados para animales.

La cocción se da en un recipiente vertical enchaquetado, de compartimentos superpuestos que permiten la inyección de vapor directo a la hojuela de la almendra. Las hojuelas cocidas se llevan a la zona de extracción mecánica (prensas expellers). Las prensas mecánicas extraen parte del aceite contenido en las hojuelas, obteniéndose así aceite crudo el cual contiene residuos de harina, lo que obliga a pasarlo por un desharichador donde se separa el líquido del sólido. El aceite de la parte superior es bombeado hacia un filtro prensa donde se terminan de retirar los últimos residuos de harina en el aceite. El aceite crudo pasa a los tanques de almacenamiento.

En la operación realizada por los expellers, de los cuales existen dos en la empresa ACOSINU S.A., se obtiene tanto aceite crudo como torta expellers, la cual contiene aceite residual entre el 10 y el 12%.

Dicho proceso se detalla en la figura 4.



**Figura 4.** Diagrama del proceso de selección, deslinte, preparación y extracción mecánica de aceite de semilla de algodón.

Fuente: autor.

#### **4.1.2. Extracción por solvente**

La torta resultante de la extracción en las prensas expellers se lleva mediante un sistema de transporte por arrastre a la etapa de extracción por solvente (lixiviación), con el objetivo de extraer la mayor cantidad de aceite posible que viene impregnado en la torta, esto se realiza en un equipo llamado extractor de celdas, el cual es un sistema giratorio a baja velocidad, dividido en una serie de compartimentos con fondo de láminas perforadas. La torta entra por medio de un tornillo y llena los compartimentos o celdas.

Durante el movimiento que representa el giro, la masa de torta contenida en una celda recibe un lavado contra corriente de hexano a 50°C. El hexano extrae el aceite de la torta y al final de la operación del extractor, sale torta impregnada de hexano y una mezcla de aceite y hexano llamada miscela. La miscela es bombeada hasta a un depósito (tanque), para lavar la celda precedente que contiene tortas más ricas en aceite. La celda que va a llegar al punto de descarga de la harina se lava con solvente puro para lograr el agotamiento final. Al llegar al punto de descargue, el fondo de la celda se abre automáticamente cayendo la harina sobre el extractor, para llegar al desolventizador tostador.

##### **4.1.2.1. Desolventizador Tostador**

La torta agotada en aceite pero con hexano, llega al desolventizador tostador (D.T.), con el propósito de retirarle hexano esto se logra mediante calentamiento y uso de vapor directo, a la vez se lleva a cabo un secado y tostado. En la medida en que se hace su recorrido en el D.T., entra en una etapa crítica ya que son varias las variables que hay que controlar, por ejemplo, el porcentaje de humedad debe mantenerse entre 11.5 y 12%, las proteínas totales entre 34 y 40% y el gopisol debe tener menos de 500 ppm. Estas variables se ven afectadas si la temperatura disminuye los 105° C o sobrepasa los 108°C.

#### **4.1.2.2. Enfriamiento.**

La torta de algodón extractada debe ser enfriada para evitar daños en la misma durante el periodo de almacenamiento, además para facilitar la operación de empaque. Al producto se le disminuye la temperatura haciéndolo pasar por el equipo enfriador el cual por un sistema de ventilación inyecta aire en su interior en un flujo contracorriente al de la harina. Alcanzando el punto de 40°C es descargada la harina y transportada por un sistema de tornillo sin fin, llegando hasta un elevador de cangilones y por ultimo hacia una tolva de almacenamiento para luego ser empacada en bultos de 50 kilogramos cada uno y almacenarla para su posterior comercialización.

#### **4.1.2.3. Recuperación de aceite y de hexano.**

Después de la operación de extracción debe separarse el hexano del aceite; el hexano para ser re-utilizado y el aceite para su posterior refinación, así mismo en la operación de desolventización salen vapores ricos en hexano. Esta separación de aceite y hexano se lleva a cabo mediante la combinación de equipos evaporadores, destiladores y condensadores.

En la recuperación de aceite, la miscela que sale del extractor llega al tanque de miscela y por medio de una bomba centrífuga es alimentada al primer evaporador, luego para al segundo evaporador para liberar hexano del aceite. El aceite que sale de los evaporadores es destilado para retirar cualquier resto de hexano que pueda llevar, se enfría y se almacena como aceite crudo para su posterior refinación.

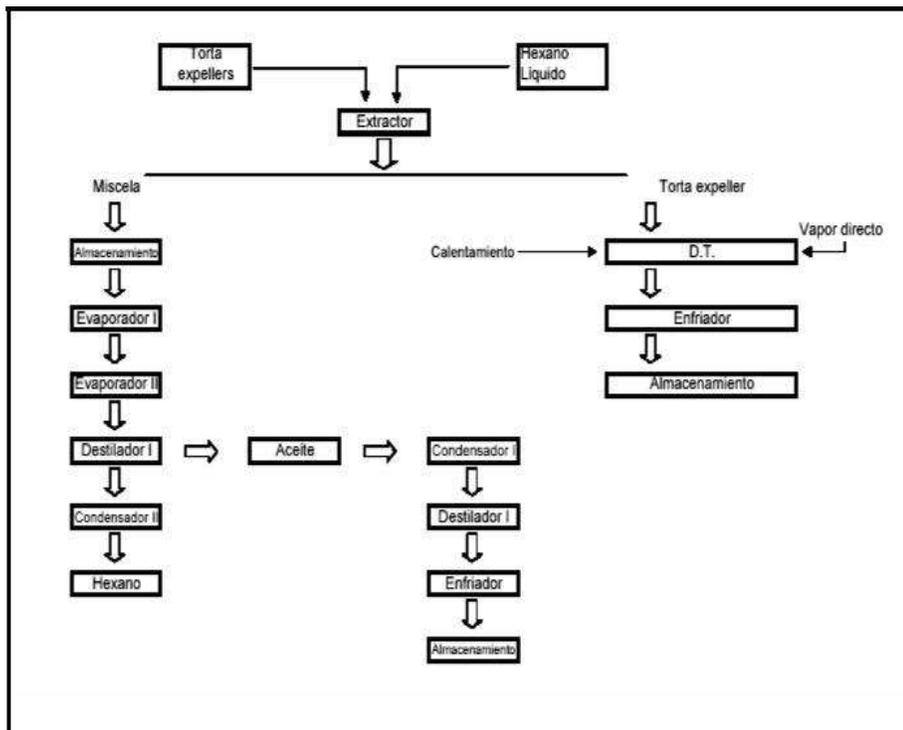
El rendimiento de aceite obtenido es del 16 % y el rendimiento de la harina (torta extractada) es del 46%.

En la recuperación de hexano, los vapores que se desprenden del D.T. pasan a un ciclón para separar cualquier partícula fina de torta, y son usados para calentar el primer evaporador en el recorrido.

Así mismo, de este evaporador salen condensados que arrastran vapores de hexano y otros gases provenientes del segundo evaporador y de las dos columnas de destilación. Los vapores no condensados salen del tanque de miscela hacia el primer condensador y los vapores que no logran condensarse se envían a un sistema de recuperación con aceite mineral; el cual consta de una columna de desorción que opera al vacío, los vapores de hexano recuperados llegan al primer condensador repitiéndose el ciclo.

El hexano que no alcanza a ser recuperado llega a un exhaustor para luego ser expulsados al ambiente a través de una válvula.

Este proceso se describe en la figura 5.



**Figura 5.** Diagrama del proceso de extracción por solvente de aceite de semilla de algodón.

**Fuente:** autor.

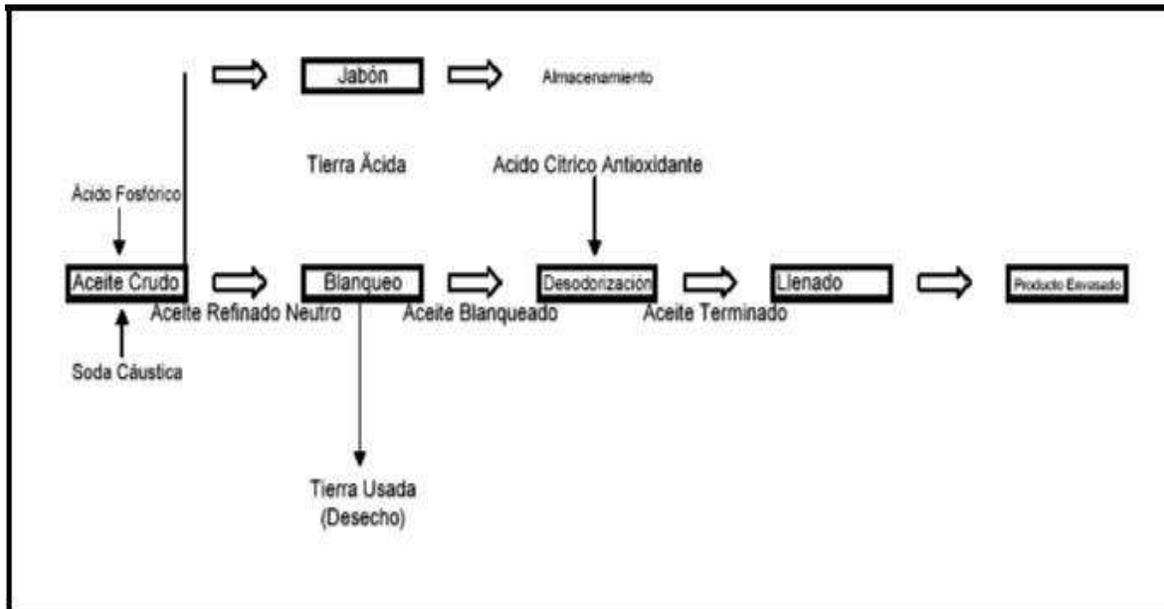
### **4.1.3. Refinería**

En este proceso, el aceite crudo de algodón (prensa mecánica, extracción por solvente), tiene una acidez libre por lo tanto debe someterse a una operación donde se neutraliza la acidez. La neutralización consiste en tratar el aceite con una solución acuosa de un hidróxido (usualmente sodio), para lograr mediante la centrifugación por diferencia de pesos específicos separar el aceite de la parte jabonosa, producto de la reacción de la neutralización. El aceite neutralizado pasa a la etapa de blanqueo, en la cual el aceite se trata con una tierra decolorante, que hace que se retenga todas aquellas sustancias indeseables que le confieren color al aceite.

Esta operación, se da en un recipiente acondicionado para suministrar vapor como medio de calefacción indirecta, para tratar el aceite bajo condiciones dadas de temperatura. La tierra adicionada al aceite se separa de este en un filtro prensa, al cual a través de una serie de capas o telas de lona, retiene la tierra cuando el aceite es pasado a presión. Entonces la tierra es desechada y el aceite sigue su proceso.

El aceite blanqueado y filtrado entra a la etapa de desodorización, el aceite es sometido a altas temperaturas y a altos vacíos con el fin de retirarle todas aquellas sustancias que le confieren olor. Esta operación se lleva a cabo en un recipiente acondicionado para suministrar vapor como medio de calefacción indirecto y directo, y un sistema para generar alto vacío, cuenta además con una unidad de enfriamiento. El aceite desodorizado va a tanques de almacenamiento para su posterior envase. El envasado se realiza utilizando un sistema de diferencia de peso.

Dicho proceso de refinación se muestra en la figura 6.



**Figura 6.** Diagrama del proceso de refinación de aceite de semilla de algodón.

Fuente: autor.

6.2. DIAGRAMA DE BLOQUE DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE ALGODÓN Y SOYA EN ACOSINU S.A.

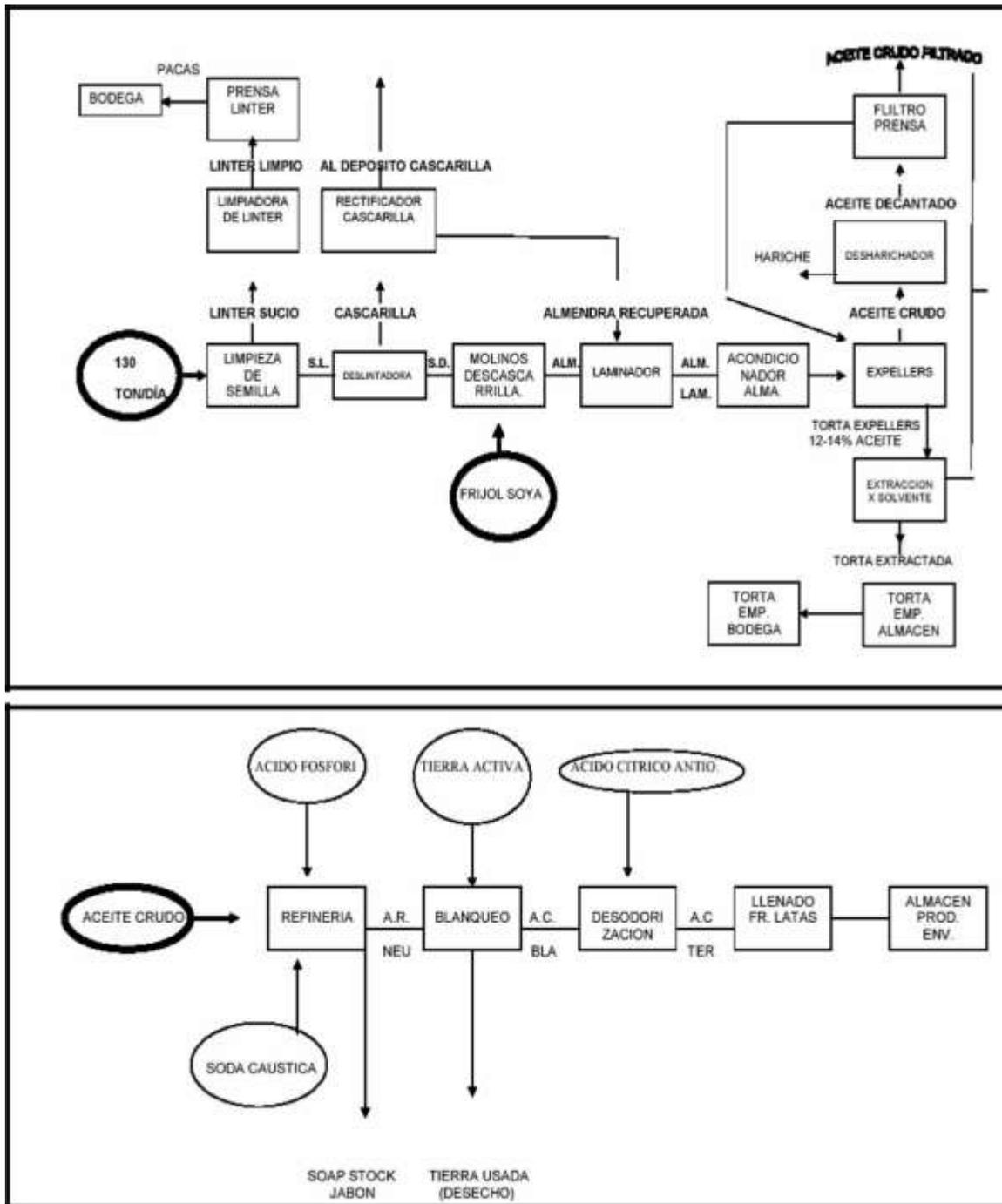


Figura 7. Diagrama de bloque del proceso de extracción de aceite y algodón y soya en ACOSINU S.A.

Fuente: autor.

## 4.2. Parámetros fisicoquímicos de las muestras de soap stock

Las siguientes muestras fueron tomadas durante el mes de octubre de 2016 de la siguiente manera:

Primera semana (del 4 al 8 de Octubre): muestras 1 y 2.

Segunda semana (del 11 al 15 de Octubre): muestras 3 y 4.

Tercera semana (del 19 al 22 de Octubre): muestras 5 y 6.

Cuarta semana (del 25 al 29 de Octubre): muestras 7 y 8.

Se manejaron siete (7) variables o parámetros fisicoquímicos las cuales se denominan de la siguiente manera:

- ✓ Variable N° 1: Materia grasa total o M.G.T. (%),
- ✓ Variable N° 2: Ácidos grasos libres o A.G.L. (%),
- ✓ Variable N° 3: Materia grasa neutra o M.G.N. (%)
- ✓ Variable N° 4: Título o punto de solidificación (°C),
- ✓ Variable N° 5: Álcali libre expresado (% NaOH),
  
- ✓ Variable N° 6: Densidad (g/ml),
- ✓ Variable N° 7: Color, no se maneja gráficamente

**Tabla 1.** Muestra de Soap Stock (primera y segunda semana)

	PRIMERA SEMANA		SEGUNDA SEMANA	
PARAMETRO FISICOQUIMICO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
M.G.T. (%)	35,7	35,3	34,9	34,60
A.G.L. (%)	23,5	23,4	23,4	23,30
M.G.N. (%)	12,2	11,9	11,5	11,31
Título (°C)	33	34	34	34
Álcali libre (%NaOH)	2,64	2,5	2,39	2,30
Color	<i>Café oscuro</i>	<i>Café oscuro</i>	<i>Café oscuro</i>	<i>Café oscuro</i>
Densidad g/ml 25°C	1,024	1,024	1,023	1,023

Fuente: autor,

**Tabla 2.** Muestras de Soap Stock (Tercera y cuarta semana),

	TERCERA SEMANA		CUARTA SEMANA	
PARAMETRO FISICOQUÍMICO	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8
M.G.T. (%)	36,20	35,90	35,50	34,60
A.G.L. (%)	23,60	23,30	23,40	23,30
M.G.N. (%)	12,6	12,60	12,10	11,00
Título (°C)	34	33	33	33
Álcali libre (%NaOH)	2,8	2,7	2,8	2,20
Color	<i>Café oscuro</i>	<i>Café oscuro</i>	<i>Café oscuro</i>	<i>Café oscuro</i>
Densidad g/ml 25°C	1,025	1,023	1,024	1,023

Fuente: autor,

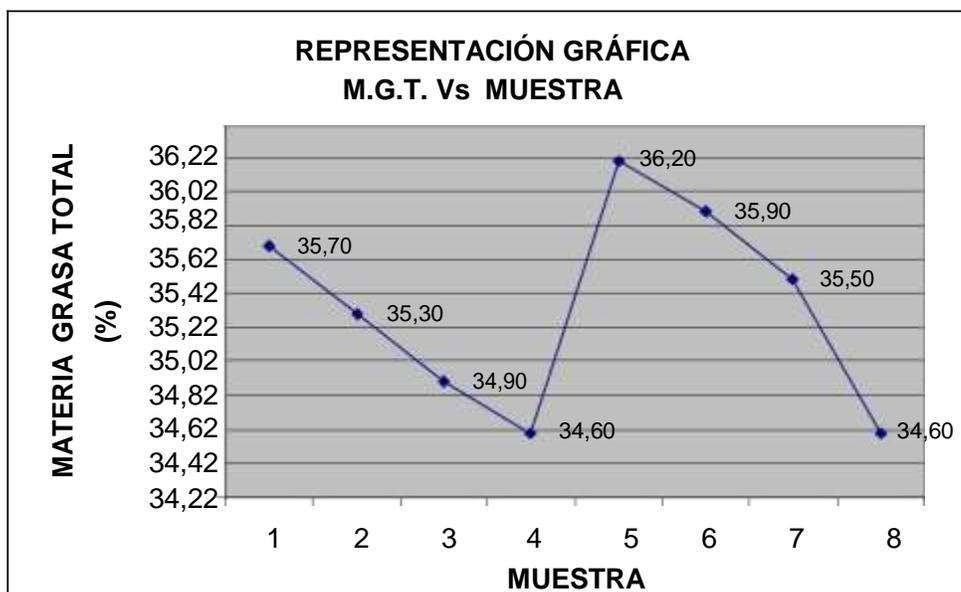
A continuación se realiza un tratamiento en forma gráfica a cada una de estas variables, para observar su comportamiento durante las semanas de muestreo.

#### 4.2.1 Materia grasa total

**Tabla 3.** Variable N° 1: Materia grasa total, M.G.T. (%),

M,G,T	(%)
MUESTRA 1	35,70
MUESTRA 2	35,30
MUESTRA 3	34,90
MUESTRA 4	34,60
MUESTRA 5	36,20
MUESTRA 6	35,90
MUESTRA 7	35,50
MUESTRA 8	34,60
Media	35,4

Fuente: autor,



**Figura 8.** Representación gráfica M.G.T. vs Muestra

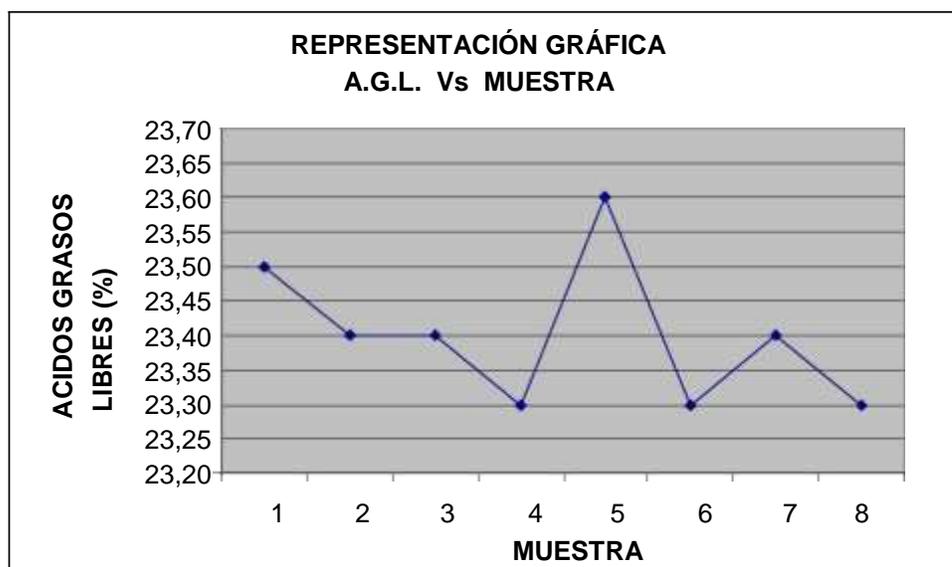
Fuente: autor,

#### 4.2.2 Ácidos grasos libres

**Tabla 4.** Variable N° 2: Ácidos grasos libres, A.G.L. (%),

A,G,L,	(%)
Muestra 1	23,5
Muestra 2	23,4
Muestra 3	23,4
Muestra 4	23,3
Muestra 5	23,6
Muestra 6	23,3
Muestra 7	23,4
Muestra 8	23,3
Media	23,45

Fuente: autor,



**Figura 9.** Representación gráfica A.G.L. vs Muestra

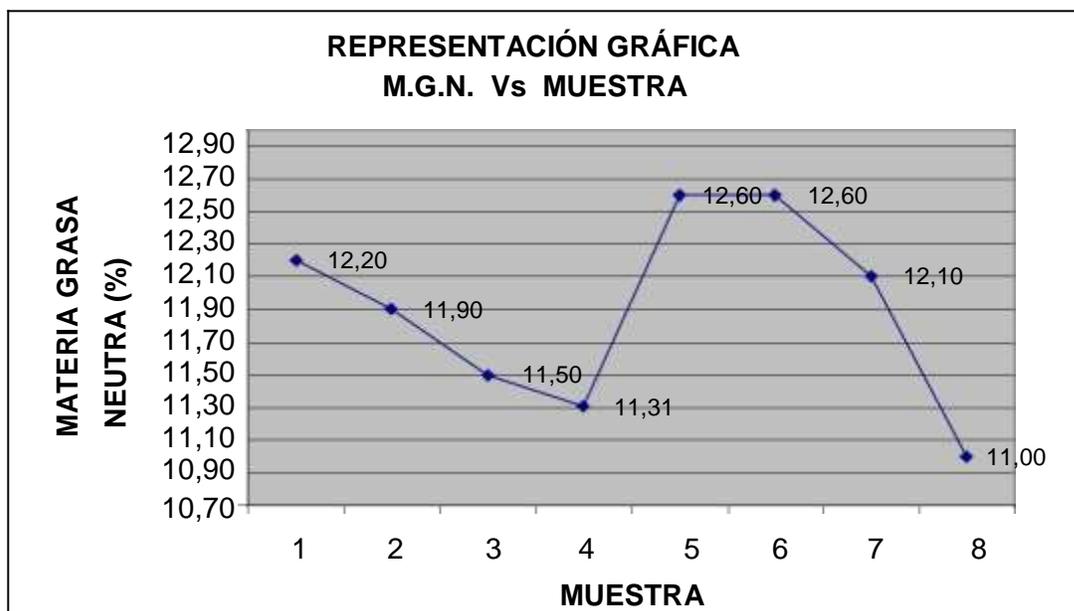
Fuente: autor,

### 4.2.3. Materia Grasa Neutra

**Tabla 5.** Variable N° 3: Materia grasa neutra, M.G.N. (%),

M,G,N,	(%)
Muestra 1	12,2
Muestra 2	11,9
Muestra 3	11,5
Muestra 4	11,31
Muestra 5	12,6
Muestra 6	12,6
Muestra 7	12,1
Muestra 8	11
Media	11,8

Fuente: autor,



**Figura 10.** Representación gráfica M.G.N. vs Muestra

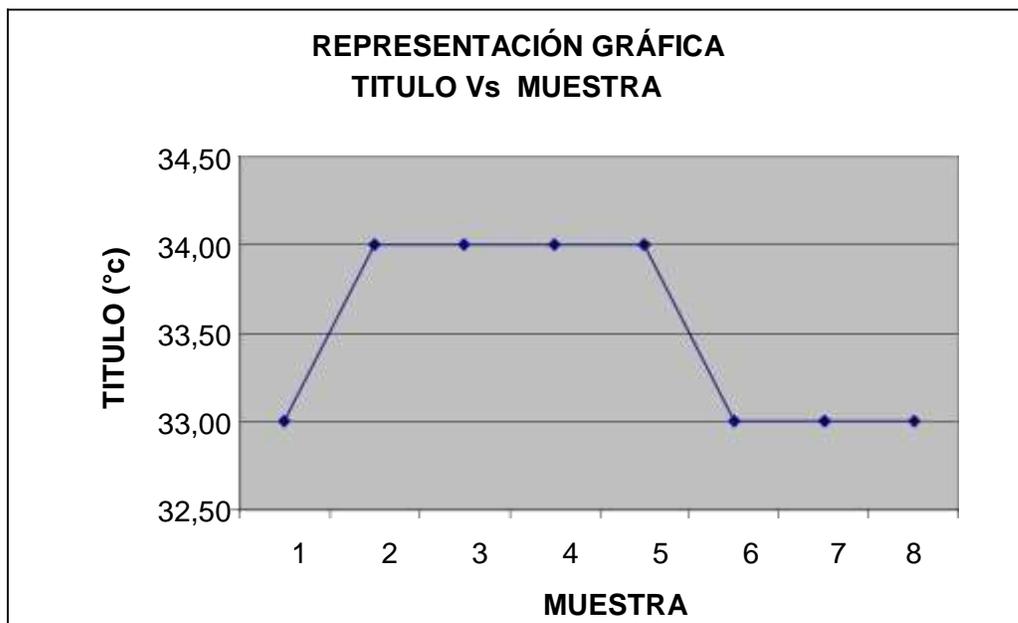
Fuente: autor,

#### 4.2.4. Título

**Tabla 6.** Variable N° 4: Título o punto de solidificación, (°C),

TITULO	(°C)
Muestra 1	33
Muestra 2	34
Muestra 3	34
Muestra 4	34
Muestra 5	34
Muestra 6	33
Muestra 7	33
Muestra 8	33
Media	33,5

Fuente: autor,



**Figura 11.** Representación gráfica TITULO vs muestra

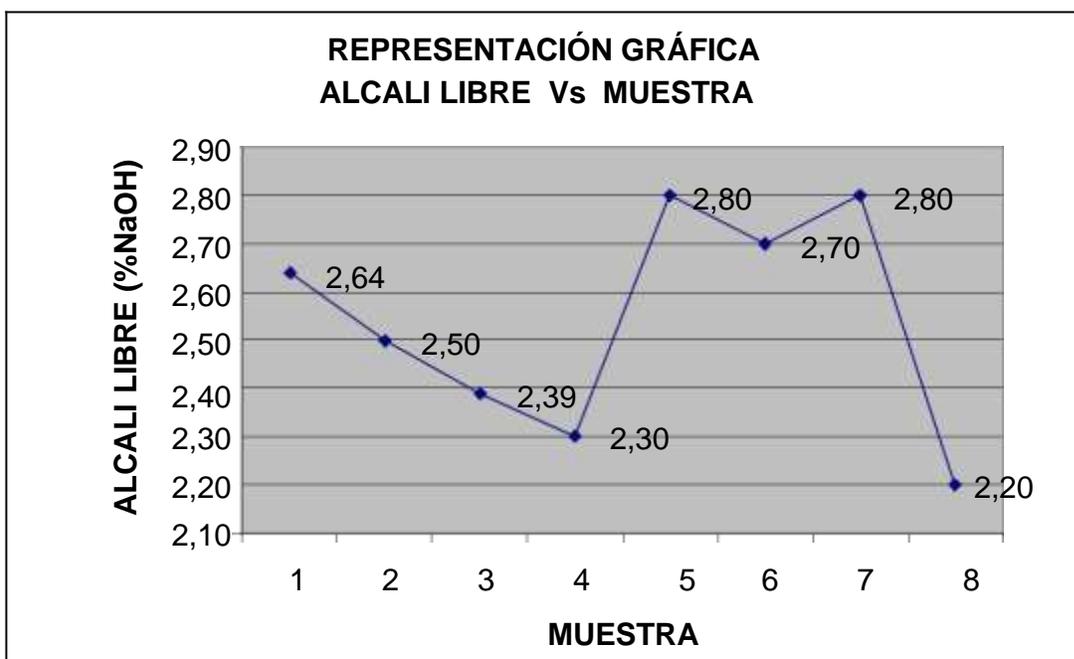
Fuente: autor,

### 4.2.5 Álcali Libre

**Tabla 7.** Variable N° 5: Álcali libre, (% NaOH),

ALCALI LIBRE	(% NaOH)
Muestra 1	2,64
Muestra 2	2,5
Muestra 3	2,39
Muestra 4	2,3
Muestra 5	2,8
Muestra 6	2,7
Muestra 7	2,8
Muestra 8	2,2
Media	2,55

Fuente: autor,



**Figura 12.** Representación gráfica ALCALI LIBRE vs muestra

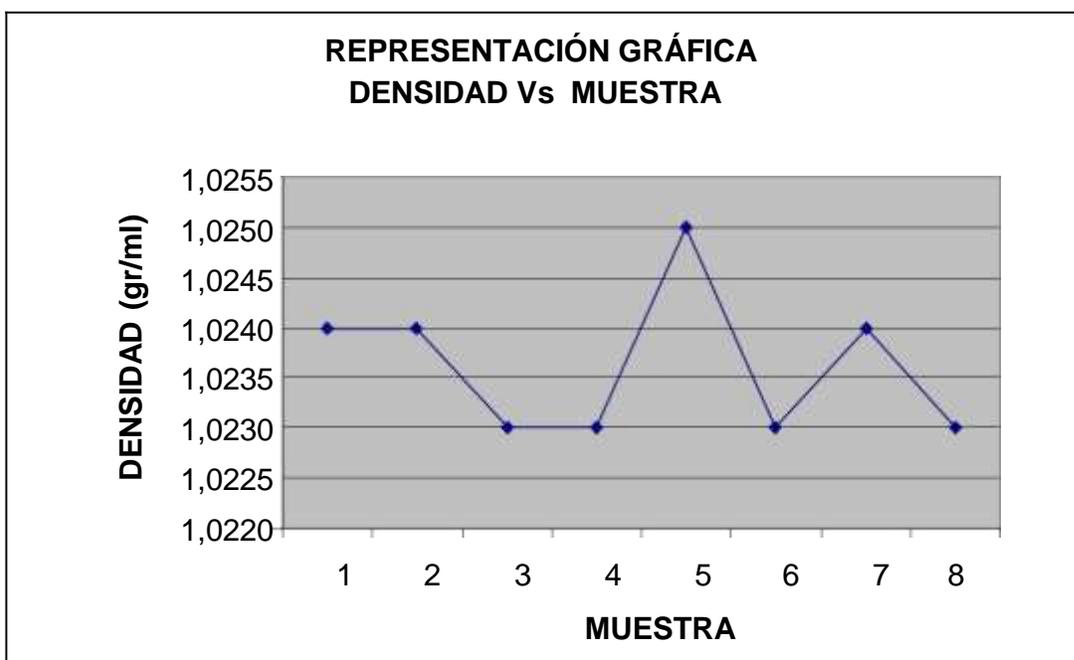
Fuente: autor,

#### 4.2.6 Densidad

**Tabla 8.** Variable N° 6: Densidad, (gr/ml),

DENSIDAD	(gr/ml)
Muestra 1	1,024
Muestra 2	1,024
Muestra 3	1,023
Muestra 4	1,023
Muestra 5	1,025
Muestra 6	1,023
Muestra 7	1,024
Muestra 8	1,023
Media	1,024

Fuente: autor



**Figura 13.** Representación gráfica DENSIDAD vs muestra

Fuente: autor

Se presenta a continuación en la *tabla 9* las características fisicoquímicas del Soap Stock del aceite de semilla de algodón:

**Tabla 9.**

PARAMETROS FISICOQUIMICOS DEL SOAP STOCK DE ACEITE DE SEMILLA DE ALGODÓN OBTENIDO EN ACOSINU S.A.	
<b>M.G.T. (%)</b>	35,4 (+/- 0,8)
<b>A.G.L. (%)</b>	23,45 (+/- 0,15)
<b>M.G.N. (%)</b>	11,8 (+/-0,8)
<b>Título (°C)</b>	33,5 (+/-0,5)
<b>Álcali libre (%NaOH)</b>	2,55 (+/- 0,25)
<b>Color</b>	<i>Café oscuro</i>
<b>Densidad g/ml 25°C</b>	1,024

Fuente: autor

### 4.3. Interpretación de datos y gráficas

El porcentaje de materia grasa total presente en las muestras de Soap Stock se encuentra alrededor del 35,4 % (+/- 0,8) ACOSINU S.A., produce 1760 toneladas de Soap Stock anualmente de las cuales 623 toneladas se encuentran como material graso representado por aceite neutro y jabón o sal sódica. De este 35,4 %, el 23,5% es materia grasa que está combinada en forma de jabón y se puede recuperar convirtiéndola en ácidos grasos por medio de un proceso de acidulación ya sea con ácido clorhídrico o con ácido sulfúrico. El 11,8% restando es simplemente aceite neutro que durante el proceso es arrastrado por el jabón que se forma durante la refinación y representa pérdidas de producto para la empresa.

La calidad del s.s., depende de la calidad del aceite y del contenido de grasa total presente, es por esto que el Soap Stock del aceite de algodón es pobre comparado con los de aceites de coco y palmaste que tienen un contenido de materia grasa del 40%.

En las tres primeras gráficas se puede observar el comportamiento de las variables 1, 2 y 3, notándose que durante la primera y segunda semana del mes disminuyen los porcentajes; en la tercera semana se ve un aumento en el contenido y posteriormente una disminución considerable.

La variación del porcentaje de materia grasa total durante mes de Octubre se atribuye a diversos factores entre estos se destaca el lugar la procedencia de la materia prima, su contenido de impurezas y la calidad de aceite del cual se obtienen el Soap Stock además de la época de cosecha del algodón; viéndose afectado el contenido de ácidos grasos libres y de materia grasa neutra presentes debido a que si disminuye el porcentaje de la M.G.T., disminuyen los A.G.L., y la M.G.N.

Los anteriores parámetros fueron expresados en porcentaje de ácido oleico ya que se han establecido en las normas empleadas, porque es el ácido graso que se encuentra en mayor porcentaje en la mayoría de los aceites vegetales, especialmente el de algodón.

El punto de solidificación o título del Soap Stock se encuentra en el rango de 33-34 °C, por lo general este tiende a ser constante, pero debido a errores al momento de realizar la lectura y a factores externos, este tiene una variación de unidad (+/- 1), Con un título tan alto, al jabón puede llegar a solidificar parcialmente durante su almacenamiento.

Otro parámetro determinado fue el contenido de soda cáustica presente en el Soap Stock conocido comúnmente como álcali libre, Del Soap Stock el 65% de este son impurezas divididas de la siguiente forma:

- Gomas, pigmentos y agua (62,5%).
- Álcali que no reacciona, (aproximadamente el 2,5%), Varía su porcentaje debido a la cantidad de álcali o soda que deja de reaccionar en la refinación del aceite.

El color café oscuro que presenta el Soap Stock es desventajoso debido a que si se utilizan los ácidos grasos para la elaboración de jabón este se obtendría con un color café claro.

La densidad del Soap Stock es de 1,024 gr/ml aproximadamente, difiere 0,001 unidades por el peso inicial de la muestra tomada.

### **4.3. Potencialidades de uso del Soap Stock**

Las grasas y aceites vegetales son materias primas importantes para la industria química a nivel mundial.

Entre la amplia gama de procesos de reacción química, las siguientes aplicaciones del Soap Stock son sin duda las más importantes y serán de mucha ayuda para propiciar el diseño de una planta para el tratamiento y utilización industrial y agroindustrial del mismo:

- Fabricación de resinas y otros materiales de revestimiento (industria de pinturas).
- Fabricación de jabones y detergentes. Las materias primas empleadas en la fabricación de jabones son aceites o grasas, “pastas de refinado alcalino” o soap stock, que prácticamente son jabones, o ácidos grasos, bajo un vacío prolongado, Si se utilizan ácidos grasos libres, la fabricación de jabón se reduce a una neutralización exacta de esos ácidos con soda, fusión y moldes de pasta.

Además de estas aplicaciones hay una serie completa de otras áreas que usan ácidos grasos derivados de grasas y aceites de algodón, es decir, los Acid Oil o Soap Stock acidulados, como material iniciador:

- Industria de aditivos lubricantes, emulsificantes, mejoradores de índice de viscosidad, etc.
- Industria farmacéutica: como base para ungüentos, base para supositorios, emulsificantes, etc.
- Industria de cosméticos: como base para cremas, base para labiales, espumantes para higiene dental, etc.
- Industria tecnoquímica: aditivos utilizados en las industrias textil (tensoactivos y suavizantes), de pieles, papelería, de la construcción petrolera y minera.
- Industria de alimentos balanceados para animales: Los ácidos grasos sirven también como suplemento energético para alimentos concentrados de consumo animal.
- Las grasas constituyen, además, la única fuente importante de glicerina, necesaria para la fabricación de materias plásticas y explosivos.

## V. CONCLUSIONES

Como parte final de este trabajo se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. En ACOSINU S.A., se procesa de 100-130 toneladas de semilla de algodón por día, de las cuales se extraen 16 toneladas de aceite crudo por día. En el proceso de refinación de este aceite se obtienen 1760 toneladas de Soap Stock anualmente. De este Soap Stock el 35 % es materia grasa total y el 65% restante son impurezas (2,5 % de álcali libre y 62,5 % de agua, gomas y pigmentos); del porcentaje de materia grasa total el 23,5 % son ácidos grasos libres y 11, 8 % es materia grasa neutra.

2. La calidad del Soap Stock depende principalmente de la calidad del aceite y del contenido de materia grasa total presente. Los Soap Stock de los aceites de coco y palmiste, son de mejor calidad por su baja tonalidad (amarillo claro) y mayor contenido de materia grasa (aproximadamente el 40 %), el Soap stock del aceite de algodón producido por ACOSINU S.A, es pobre en calidad, por su alta tonalidad (café oscuro) y un menor contenido de materia grasa (aproximadamente el 35 %), además presenta un olor fuerte desagradable; no siendo esto un obstáculo para su aprovechamiento.

3. El Soap Stock puede tener diversas formas de aprovechamiento, este como tal es vendido a muy bajo precio a las fábricas de jabones y ácidos grasos llegando a ser este subproducto una materia prima para estas fábricas que deja muy buena rentabilidad si se trata con un proceso de acidulación dando valor agregado a éste.

4. Al analizar el proceso de producción de la extracción de aceite de algodón se pudo observar que los diagramas representativos, estaban diseñados de tal manera que las actividades eran descritas en forma muy general y no enfatiza en las operaciones que en estas se realizan.

## VI. RECOMENDACIONES

Los conocimientos que tienen los actuales analistas del laboratorio de control de calidad de ACOSINU S.A. son empíricos, ya que no existen manuales de procedimientos ni manual de laboratorio completo; es por tal motivo que para la realización del anterior estudio se recurrió a la recopilación de algunas técnicas empleadas en dicho laboratorio para el análisis de aceites y grasas vegetales; complementadas con los métodos de análisis de los libros oficiales de la AOCS (American Oil Chemists Society) y AOAC (Association of Official Analytical Chemists) .

Se recomienda a la administración, elaborar un plan que motive a los empleados a la elaboración de manuales y desarrollo de investigaciones que permita lograr el mejoramiento de la empresa.

Se propone enviar muestras de Soap Stock de aceite de semilla de algodón a laboratorios especializados para obtener los ácidos grasos presentes en este y realizar la caracterización fisicoquímica de los mismos, incluyendo otros parámetros tal como viscosidad.

A continuación se describe un método para la obtención de ácidos grasos del Soap Stock de aceite de algodón que puede ser empleado por ACOSINU S.A.

“El Soap Stock puede comenzar a ser recuperado para la producción de aceite ácido o ácidos grasos acidulados mediante un proceso de acidulación. El aceite ácido es un insumo para la producción de jabón, con potencial comercial, pero que desafortunadamente en este momento no puede ser aprovechado adecuadamente por la empresa debido a que esta no cuenta con una planta de acidulación.

Los ácidos grasos del Soap Stock se conocen también como Acid Oil o Soap stock acidulado, como se mencionó anteriormente, y el proceso para la obtención del S.S. se conoce como acidulación para poner en marcha un proyecto de esta magnitud, se requiere de tanques o pailas apropiadas resistentes a los álcalis y ácidos, provistos de sistemas de calefacción y enfriamiento, como también de mecanismos para el llenado y vaciado de las pailas, adición de agua y ácido sulfúrico concentrado.

Se propone la realización de un proyecto en donde se diseñe la planta para el tratamiento del Soap Stock y los equipos correspondientes.

Se recomienda hacer un estudio de evaluación socio-económica para ver la viabilidad técnica y financiera de la puesta en marcha de una planta para el aprovechamiento de las pastas de neutralización o Soap Stock.

Se sugiere mejorar el desempeño ambiental de la empresa por medio de prácticas eco-eficientes para el manejo adecuado del Soap Stock (refinación) y de las tierras negras (blanqueo).

## VII. BIBLIOGRAFÍA

**ACEITES COMESTIBLES DE SINÚ S.A. (ACOSINU).** (2016) Cereté- Córdoba, Colombia

**AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS.** (1990). Official methods of analysis, Fifteenth edition, Edited by Kenneth Helrich. Arlington, Virginia, USA.

**AOCS, AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY.** (1989). Official and tentative methods, 4th edition.

**Bayle, A.** (1978) Aceites y grasas industriales. Editorial Reverte. Buenos Aires, Argentina.

**Bernardini, E.; Baquero, J.** (1981) Tecnología de aceites y grasas, 1° ediciones Española A, G, Grupo, S.A. España.

**Egan, H.; Kirk, R.; Sawyer, R.** (1991). Análisis químico de alimentos de Pearson, 4° edición, Compañía editorial continental, S.A. de C.V., México.

**ICA, M. d.** (1998). COMPETITIVIDAD DE LA CADENA DE OLEAGINOSAS, ACEITES Y GRASAS VEGETALES Y ANIMALES.

**Lawson, H.** (1999). Aceites y grasas alimentarias, Tecnología, utilización y nutrición. Editorial Acribia S.A. España.

**Madrid, A.; Cenzano. I.; Vicente J.M.** (1974). Manual de aceites y grasas comestibles, Primera edición, AMV ediciones. Madrid, España.

**Madrid, A.; Cenzano. I.; Vicente J.M.** (1994). Métodos oficiales de análisis de los alimentos. AMV ediciones. Madrid, España

**Madrid, A.; Cenzano. I.; Vicente J.M.** (1994) Producción, análisis y control de calidad de aceites y grasas comestibles, AMV ediciones. Madrid, España.

**Marrugo, José L.** (1993). Diseño de una planta para el aprovechamiento de las pastas de neutralización. Representar Ltda. Montería, Córdoba.

**Martínez, Héctor J.; Barrios Urrutia, Camilo A.** (2001). Características y Estructura de la Cadena de Algodón en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, Colombia.

**Perry, R.; Chilton, C.** (1986). Biblioteca del ingeniero químico. 5° edición. MC Graw Hill, Editores. México.

**Revista A&G.** (Diciembre, 1996) Aceites y grasas, ALGODÓN: Desarrollo Histórico de la Industria Argentina.

**Theme, J.G.** (1970). La industria del aceite de coco. Roma, Italia

**Ziller, Steve.** (1996) Grasas y Aceites alimentarios. Editorial Acribia, S.A. España.

## VIII. ANEXOS

### PERFIL (Chárter) del PFG



#### ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

**Nombre y apellidos:** PABLO ARTURO SUAREZ SILGADO

Lugar de residencia: Montería – Córdoba – Colombia

Institución: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA)

Cargo / puesto: Médico Veterinario Oficial

Información principal y autorización del PFG	
<b>Fecha:</b> 25 de Junio de 2016	<b>Nombre del proyecto:</b> Caracterización fisicoquímica del “soap stock” del aceite de algodón en la empresa Acosinu S.A. ubicada en el municipio de Cereté – Córdoba, Colombia.
<b>Fecha de inicio del proyecto:</b> 5 de Septiembre de 2016	<b>Fecha tentativa de finalización:</b> 15 de Febrero de 2017
<b>Tipo de PFG:</b> (tesina / artículo) Tesina	
<p><b>Objetivos del proyecto</b></p> <p><b>Objetivo General</b></p> <p>Caracterizar fisicoquímicamente el Soap Stock obtenido después de la extracción del aceite de la semilla de algodón para su aplicación en futuras investigaciones a realizar en la empresa ACOSINU S.A.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar las operaciones del proceso de obtención de aceite de algodón en la empresa ACOSINU S.A. para obtener mejores resultados en el producto final.</li> <li>• Describir los productos y subproductos obtenidos en el proceso de producción de aceite de algodón para clasificarlos y no generar pérdidas económicas ni daños al medio ambiente.</li> </ul>	

- Clasificar los parámetros fisicoquímicos del Soap Stock a través de los métodos de análisis de la AOCS (American Oil Chemist Society) y AOAC (Association of Official Analytical Chemists) para potencializar el uso de jabones, grasas, aceites lubricantes y otros productos.

**Descripción del producto:**

La planta de Aceites Comestibles del Sinú S.A. (ACOSINU S.A.), producen alrededor de 7200 toneladas de aceite por año aproximadamente.

En la refinación del aceite crudo de algodón se obtiene como subproducto una pasta jabonosa, la cual equivale al 30 % del total del aceite que entra a refinería, ésta es conocida comúnmente como S.S. (Soap Stock) conformada por agua, el jabón formado a partir de la acidez libre del aceite, aceite y todas las impurezas que acompañan a este.

La importancia del S.S. radica en el aprovechamiento de los ácidos grasos presentes en él para la posterior fabricación de jabones, grasos y aceites lubricantes, tensoactivos (detergentes), pinturas, emulsificantes, polímeros y otros.

Debido a los costos elevados de almacenamiento ACOSINU S.A. quiere comercializar el Soap Stock, pero para ello se debe caracterizar fisicoquímicamente identificando las potencialidades de uso del mismo.

**Necesidad del proyecto:**

En la extracción de aceite de algodón en la planta ACOSINU S.A., se obtiene como residuo pastas jabonosas o Soap Stock en cantidades considerables que producen pérdidas económicas. Actualmente la planta está arrojando estas pastas jabonosas a basureros rentados lo cual acarrea gastos en el transporte, mano de obra y en el alquiler de las tierras.

La empresa requiere disminuir costos y aumentar ganancias por medio de los subproductos que genera, por ello se pretende realizar la caracterización de los parámetros fisicoquímicos del Soap Stock y describir sus usos potenciales, dando inicio a posteriores estudios relacionados con el diseño de una planta para el aprovechamiento de las pastas de neutralización.

**Justificación de impacto del proyecto:**

El aceite neutro de algodón se puede obtener a partir de procesos de refinación física y química.

La refinación química consiste en la neutralización con soda cáustica de los ácidos grasos que por naturaleza tienen los aceites. Como subproducto del proceso de neutralización se obtiene Soap Stock el cual es un subproducto de alta carga contaminante, cuya disposición implica altos costos para su adecuación y tratamiento. Sin embargo, el Soap Stock puede ser aprovechado productivamente ya que, después de someterlo a un proceso de desdoblamiento (reacción con ácido sulfúrico), se obtiene aceite ácido que es el principal insumo del jabón.

Los ácidos grasos sirven también como suplemento energético para alimentos concentrados de consumo animal.

Restricciones: Ninguna

Entregables: Se realizarán avances y se enviarán al tutor para las respectivas revisiones y correcciones para garantizar un excelente proyecto.

Identificación de grupos de interés:

Cliente(s) directo(s): Empresa ACOSINU S.A., agricultores.

Cliente(s) indirecto(s): Departamento de Córdoba, empresas comercializadoras en general.

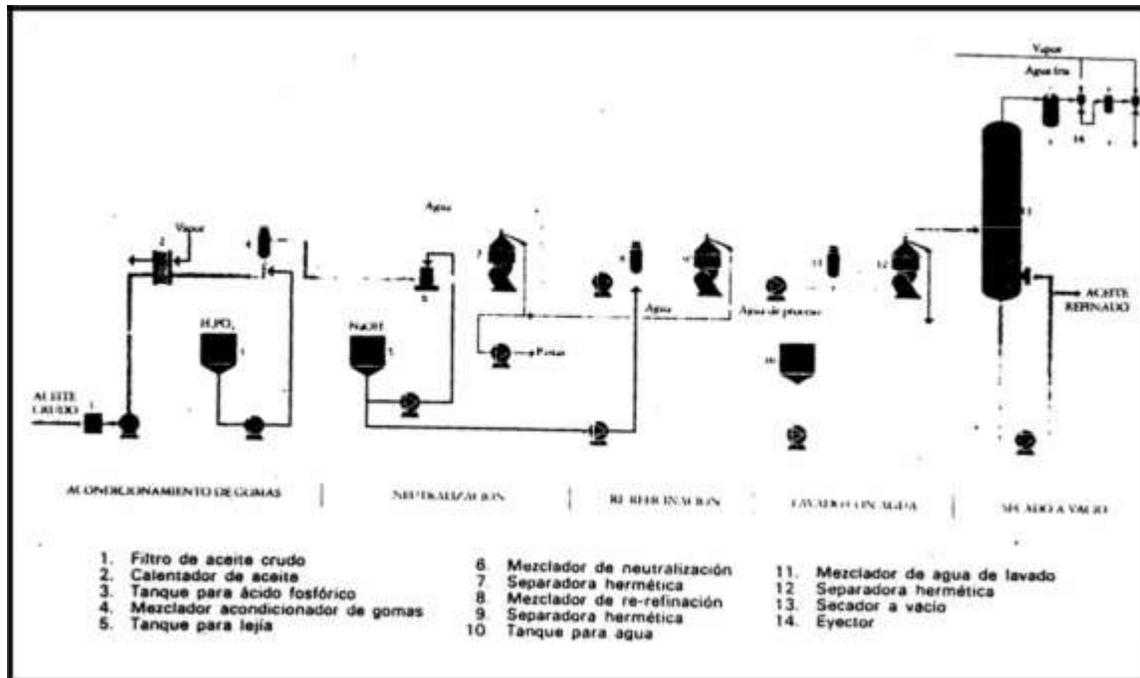
**ANEXO A**

**PLANTA GOSSYPIUM**



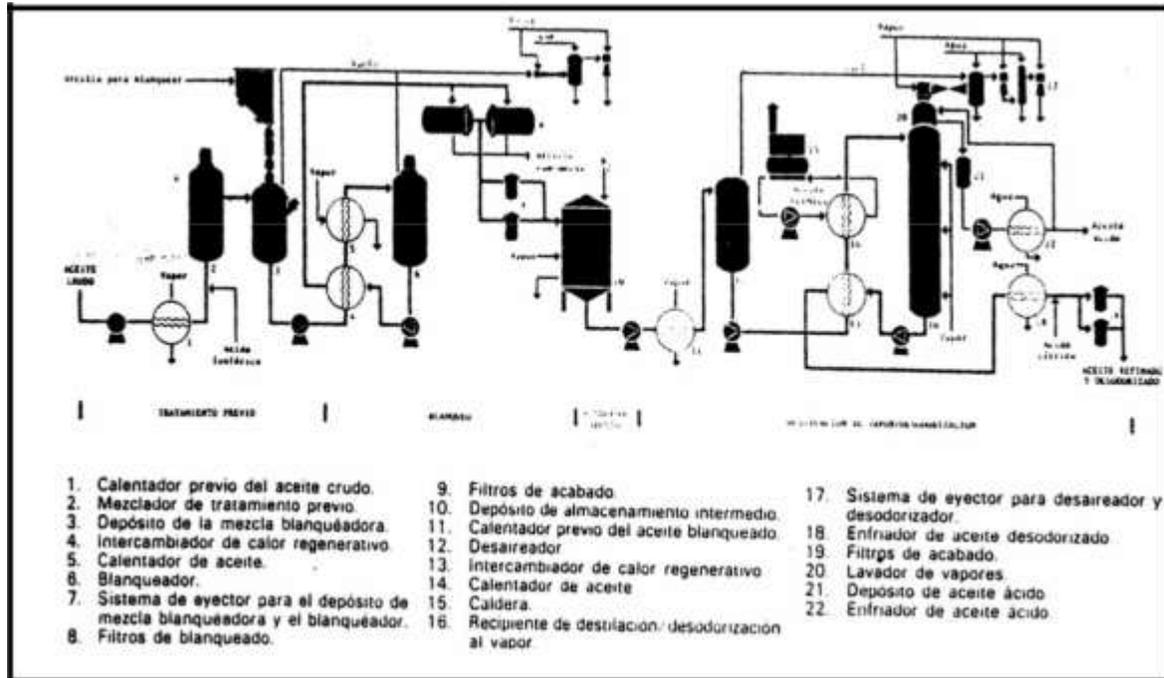
## ANEXO B

## SISTEMA CONTINUO Y HERMÉTICO DE REFINACIÓN ALCALINA DE ACEITES Y GRASAS



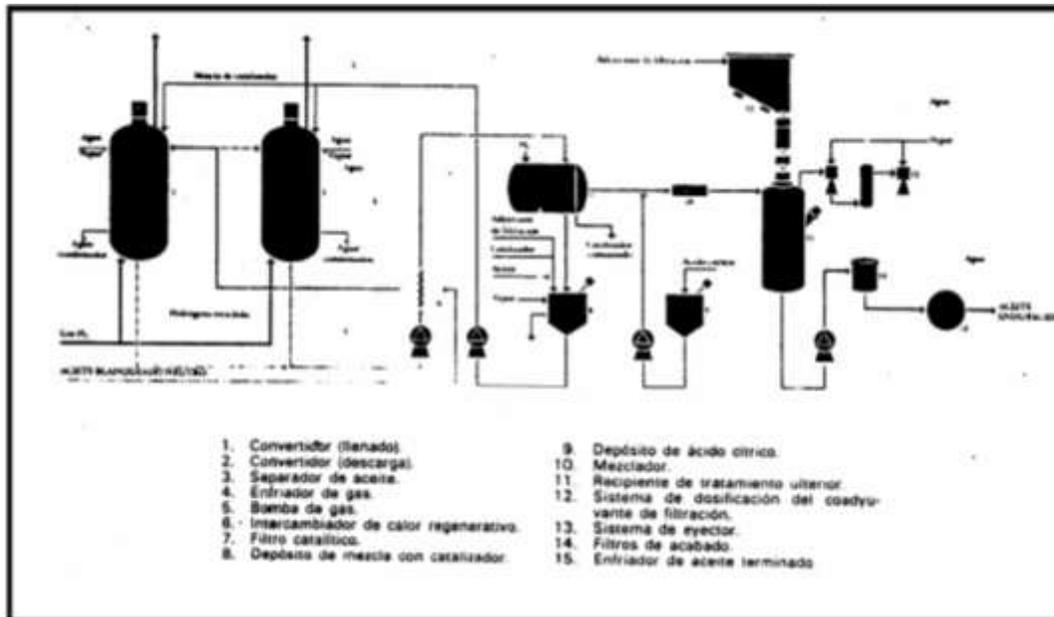
## ANEXO C

## SISTEMA DE REFINACIÓN FÍSICA DE GRASAS Y ACEITES



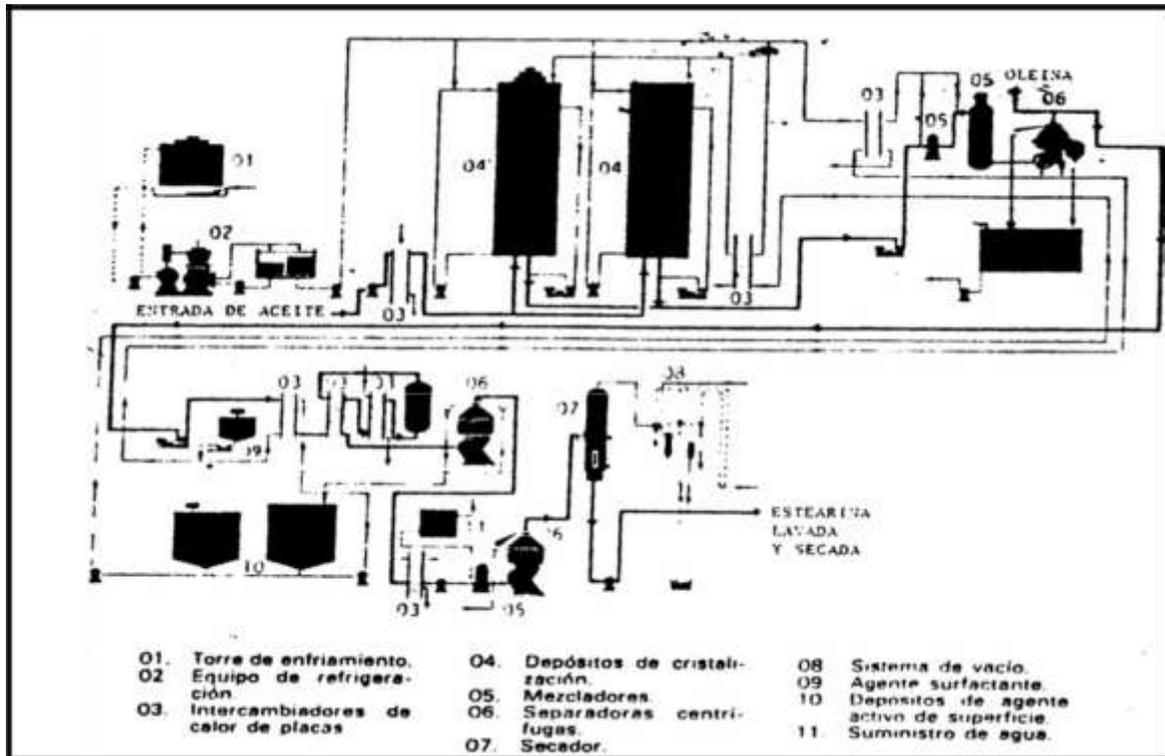
## ANEXO D

## SISTEMA DE HIDROGENACIÓN DE ACEITES Y GRASAS



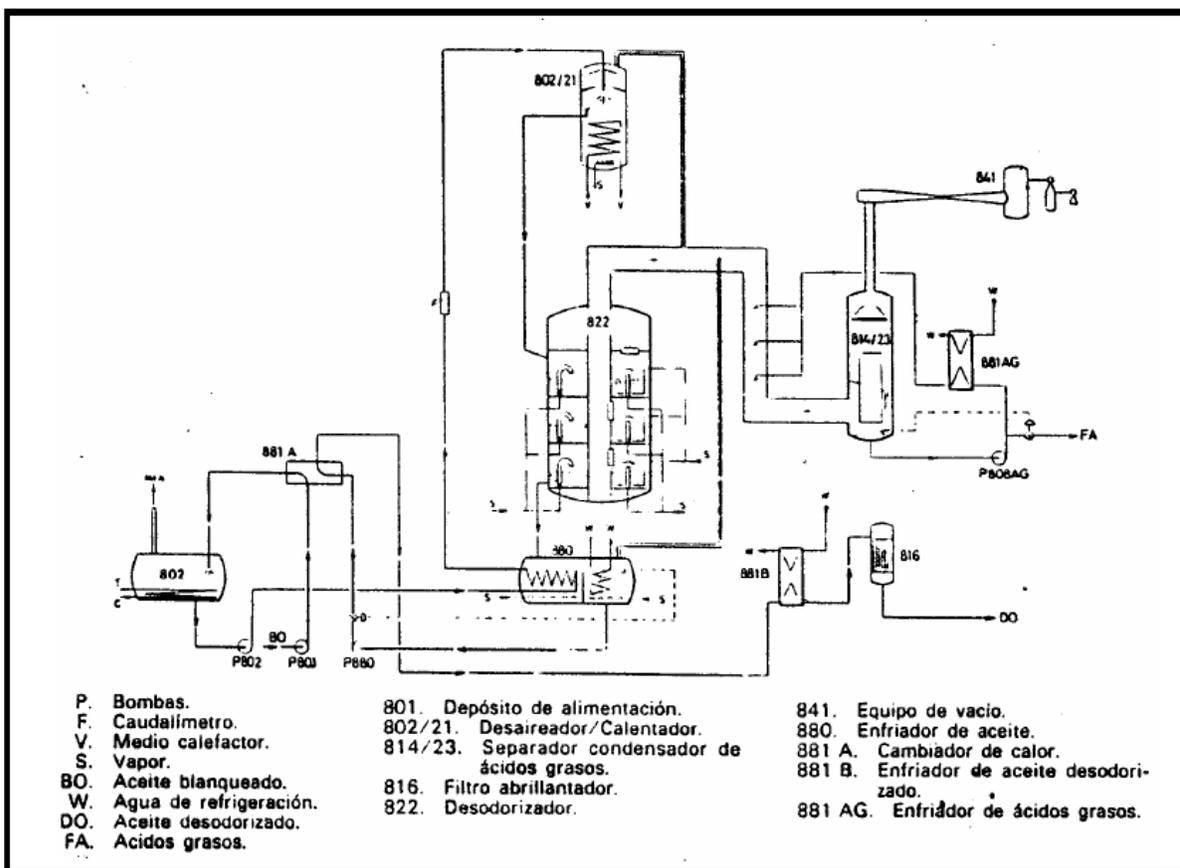
## ANEXO E

## INSTALACIÓN PARA LA CRISTALIZACIÓN FRACCIONADA DE ACEITES Y GRASAS



## ANEXO F

## MODERNA INSTALACIÓN DE DESODORIZACIÓN EN RÉGIMEN CONTINUO DE ACEITES Y GRASAS



## ANEXO G

## INSTALACIÓN CONTINUA DE REFINADO DE ACEITES Y GRASAS

