

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO
DE INGENIERO QUIMICO**

TEMA:

**“OBTENCION DEL ACEITE VIRGEN DE LA SEMILLA DE
AJONJOLI”**

INTEGRANTES:

FABRICIO IGNACIO ZAVALA GILER
FABIAN ALCIDES CASTILLO FARFAN

2007-2008

DEDICATORIA

Cada sacrificio tiene su recompensa y esta es una de ellas ya que llega con mucho orgullo por tal motivo se los dedico a mis queridos padres Ignacio y Rita ejemplo y apoyo incondicional en toda la etapa estudiantil y por haber hecho de mi no solo un profesional sino un hombre de principios y valores, capaz de enfrentar los retos que se presentan en el diario vivir, haciendome entender que en el camino de la superación y el progreso no existen límites y que la única superioridad que se puede dar entre los seres humanos sólo se encuentra en el campo de la inteligencia, a mis hermanos Luis y Patricio amigos de toda la vida, a mis tios Jorge y Gladys que supieron darme su cariño y me hicieron sentir como en casa, a todos ellos les dedico este esfuerzo y gracias por estar siempre ahí cuando más los necesitaba.

Fabricio Zavala

AGRADECIMIENTO

De los valores mas grandes que hay en el mundo, está la gratitud, por eso hoy al culminar mi carrera agradezco en primer lugar a Dios por permitir realizarme como profesional, a mis maestros, quienes con su sapiencia supieron emular sus conocimientos, nobles ideales y virtudes superiores.

A mi Universidad por haberme cobijado estos años, a mis padres por ser un apoyo sincero en mi diario vivir, a mis familiares quienes incondicionalmente solo guiados por el amor constituyeron el valuarte fundamental en mis estudios.

Y a mis amigos y compañeros por hacerme sentir fuera de casa, ese calor vital que reconforta el alma, a todos ellos mil gracias.

Fabricio Zavala

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis queridos padres Alcides y Janeth como recompensa por su apoyo moral y económico recibido en todo este tiempo, a mi querida esposa Ma. Fernanda, por incentivar-me a terminar este proyecto y estar conmigo en los momentos cuando mas la he necesitado.

Fabián Castillo

AGRADECIMIENTO

A Dios, el Ser Supremo que con su infinito Poder me dió las fuerzas necesarias para no doblegar en los momentos difíciles.

A mi tia Celia por haberme apoyado en el tiempo que viví junto a ella.

Debo expresar un sincero agradecimiento al personal docente de la Facultad de Ingeniería Química que durante todos estos años de estudio supieron darme las herramientas y la orientación necesaria para poder llegar a una de mis metas en mi vida.

Fabián Castillo

INTRODUCCIÓN

El ajonjolí se utiliza para la elaboración de aceite comestible, margarinas (es apreciado en los países que lo consumen por su sabor agradable y ser fácilmente digerible), como ingrediente en la industria farmacéutica, en la fabricación de jabones, cosméticos y pinturas. Después de la extracción del aceite, queda la parte residual (torta) útil para la alimentación del ganado y aves de corral. Contiene de 40 a 50% de proteínas. La semilla de ajonjolí se utiliza en la preparación de pan, galletas y confitería.

La demanda de semilla de ajonjolí va en aumento cada año debido al interés comercial e Industrial despertado por el alto contenido de aceite.

El sésamo es una planta anual, cuyo ciclo puede variar entre 80 a 130 días. Es una especie rústica y de rápido crecimiento. Posee sistema radicular bien desarrollado, muy ramificado y fibroso, formado por una raíz principal pivotante, generalmente superficial.

Según un reciente estudio sobre el consumo de aceite de origen vegetal representa cerca del 90% del consumo total de aceites y grasas en la alimentación; el aceite de oliva es el que más se consume, de hecho representa 53% del consumo per capita del aceite vegetal (11,7 l/año sobre un total de 22,2 l/año) seguido del aceite de girasol (8,8 l/año). Este último tipo de aceite se utiliza sobre todo, a causa de su bajo precio, para la fritura de alimentos. De esta manera estamos ofreciendo al mercado otro recurso para la obtención de aceite comestible cero colesterol.

La gente tiene conocimiento que el aceite ha sido obtenido de varios tipos de suministros vegetales por siglos. El método usado para extraer el aceite de los vegetales, hoy es, sin embargo, ampliamente mejorado y mucho más eficiente,

dependiendo en el mismo principio usado por nuestros ancestros, que empezaron su uso rápidamente.

La extracción de aceite hasta finales de los años sesenta se realizaba con el método tradicional, el molino de rulos (empiedro) y el sistema de prensas. Este procedimiento era poco operativo y racional ya que el rendimiento horario era bajo, las necesidades de mano de obra eran elevadas y la limpieza y la higiene eran difícil de conseguir.

Posteriormente, la investigación y la innovación tecnológica en el sector han provocado un notable paso adelante, registrándose una significativa transformación, se han introducido sistemas más potentes y de ciclo continuo, permitiendo un sustancial crecimiento de la capacidad productiva. En el sistema continuo, la extracción del aceite se realiza por acción de la fuerza centrífuga sobre la pasta de ajonjolí recurriendo a máquinas rotativas horizontales de elevada velocidad (decanters). Al inicio, los decanters estaban dotados de dos salidas, una para la fracción más rica en aceite y otra para la fracción más sólida y húmeda. Este hecho implicaba un gran problema en la separación de los componentes de las diversas fracciones, por ejemplo era difícil la rotura y separación de la emulsión aceite/agua de vegetación.

Además, el proceso no se detiene con la extracción del aceite vegetal, sino que luego es refinado para remover los ácidos grasos y otras impurezas que están adicionadas y que produce que el aceite tenga olores y una apariencia desagradables y que puede en algunos casos ser peligroso para la salud.

La planta de extracción y refinación de aceite es una oportunidad de inversión para cualquiera que busque una eficiencia ecológica y un beneficio orientado hacia un próspero negocio.

OBJETIVOS

- GENERAL.

Obtener aceite comestible a partir de las semillas del ajonjolí, el cual sea un producto con sabor agradable, fácilmente digerible, beneficioso para la salud y que pueda ser adquirido por la población de menor ingreso del país.

De esta manera se esta fomentando otra manera de dar calidad, cantidad y sobretodo cuidado para la salud, debido a que este producto esta libre de colesterol saturado.

- PARTICULAR.

Obtener un aceite extra fino a partir de la semilla de ajonjolí, por el método de prensado, con lo que se obtiene un excepcional aceite vegetal, libre de impurezas y con sus características intactas, perfecto para la cocina gourmet por su sabor, fragancia sin igual, ideal para aderezar, marinar, sofreír y preparar salsas o cualquier otra creación culinaria a partir de la semilla de ajonjolí.

HIPÓTESIS.

Consiste en la obtención de aceite extra fino a partir del ajonjolí, por medio de la operación unitaria de filtrado a presión, para así conservar sus características y evitar la degradación de sus componentes con el posterior daño del producto.

El refinado de esta planta oleaginosa (ajonjolí), produce grasas y aceites de buena calidad que aportan la energía y las vitaminas liposolubles necesarias. El refinado comercial produce grasas y aceites con poco sabor, color limpio, buena calidad de conservación y estabilidad para freír. Las grasas y aceites refinados comercialmente carecen de los contaminantes conocidos que se extraen de las materias primas agrícolas.

El refinado puede eliminar carotenoides con valor nutritivo para producir aceites con poco color, pero mantiene proporciones importantes de tocoferoles, y no cambia los ácidos grasos ni las composiciones de los triglicéridos. La temperatura, el tiempo y la presión deben controlarse cuidadosamente durante el refinado industrial. Los productos de los aceites deben almacenarse convenientemente, transportarse y empaquetarse para mantener la calidad, y los consumidores deben asumir la responsabilidad de no abusar de los aceites y grasas en sus familias.

SUMARIO

CAPITULO 1

CARACTERISTICAS DEL AJONJOLI

- 1.1 GENERALIDADES
- 1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA
- 1.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA
- 1.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA
- 1.5 TAMAÑO
- 1.6 PESO
- 1.7 CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA
- 1.8 MUESTREO EN SEMILLAS
- 1.9 CUARTEO DE MUESTRA
- 1.10 TOXINA
- 1.11 ALMACENAMIENTO Y SECADO

CAPITULO 2

GENERALIDADES DE LA OBTENCION DE ACEITE COMESTIBLE VEGETAL

- 2.1 ACEITE VEGETAL
- 2.2 ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN
- 2.3 COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS
- 2.4 CARACTERISTICAS DE ACEITE
- 2.5 PROPIEDADES FISICAS-QUÍMICAS
- 2.6 ESTABILIDAD DEL ACEITE VEGETAL
- 2.7 EXTRACCIÓN: CARACTERÍSTICAS Y PASOS
- 2.8 REFINACIÓN: CARACTERÍSTICAS Y PASOS

CAPITULO 3

INGENIERIA DE PROCESO DE EXTRACCIÓN Y DEPURACIÓN DEL ACEITE DE AJONJOLÍ

- 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO
- 3.2 EXTRACCIÓN DEL ACEITE
 - 3.2.1 SEMILLA
 - 3.2.2 SECADO- TOSTADO
 - 3.2.3 DESCASCARADO- REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LA SEMILLA
 - 3.2.4 EXTRACCIÓN DE ACEITE POR PRESIÓN
 - 3.2.5 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO
- 3.3 DESGOMADO
- 3.4 WINTERIZADO
- 3.5 DIAGRAMA DE PROCESO
- 3.6 BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA
- 3.7 CONTROLES DE CALIDAD- MATERIA PRIMA Y PROCESO

CAPITULO 4

EQUIPOS

- 4.1 PLANTA DE PREPARACIÓN
- 4.2 PLANTA DE EXTRACCIÓN
- 4.3 PLANTA DE FILTRACIÓN
- 4.4 PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS
- 4.5 PLANTA DE ENVASADO
- 4.6 COSTO TOTAL DE LA PLANTA

CAPITULO 5

RESULTADOS Y ANÁLISIS

- 5.1 ANÁLISIS DE PROCESO
- 5.2 RESULTADOS
- 5.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 5.4 ANEXOS

CAPITULO 1

CARACTERISTICAS DEL AJONJOLI.

1.1 GENERALIDADES.

El Aceite de Ajonjolí se deriva de una planta llamada *Sesamun Indicum*. Se cree que el ajonjolí es una de las plantas mas antiguas que se ha cultivado en el mundo. Hace muchos años en el Medio Oriente cuando la civilización empezó y nació el arte culinario se descubrió el Aceite de Ajonjolí, probablemente el primer aceite vegetal de consumo humano en el mundo.

El ajonjolí es un producto principalmente de consumo humano, las semillas se espolvorean sobre el pan o galletas, es un aditivo en los cereales y en la cocina e incluso un porcentaje es utilizado en la industria de jabones, pinturas, lubricantes, cosméticos y productos para el cuidado de la piel.

En países orientales muchas familias añaden una cucharada de aceite de ajonjolí en la mañana a los alimentos de sus hijos, pues consideran que este aceite es un irrigador cerebral. La mitad del aceite tiene ácido de linóleo (ácido linoleico), el cual es muy importante para el adecuado funcionamiento del metabolismo humano.

El ajonjolí se considera que tuvo su origen en Etiopía (Africa) y como regiones o países de diversificación secundaria fueron: India, Japón y China. Después del descubrimiento de América, fue llevado a México, luego a países de Centro América con climas cálidos de zonas tropicales.

La opción tecnológica alcanzó el nivel óptimo de desarrollo posible. Su adopción es sencilla y aceptable tanto socio-económica como agroecológicamente. Sin embargo la continuidad de cultivo de ajonjolí en la zona es dependiente de la demanda de la industria de aceites y descortezado, actualmente en proceso de reposicionamiento del producto en el mercado por la disminución en el consumo de aceites.

1.1 CLASIFICACION BOTANICA.

El ajonjolí es una planta anual perteneciente a la familia Pedaliaceae, cuyo ciclo de vida puede variar entre 80 y 130 días. En las variedades precoces, el ciclo vegetativo es de 80 días. En las de ciclo mediano, de 110 días, y en las tardías, de 130 días.

Su nombre científico es *Sesamun Indicum L.* Existen diferentes variedades que se distinguen por su precocidad, ramificación del tallo, tipo de cápsula y pubescencia.

El ajonjolí es una planta de días cortos. Con 10 horas diarias de luz, florece a los 42 a 45 días, pero muchas variedades se han adaptado a varios periodos de luz. Sin embargo, cuando estas variedades se siembran en otras regiones con periodos similares de luz, pero con régimen de lluvias o de temperaturas diferentes, frecuentemente se presentan variaciones en el crecimiento y en la producción.

El reducido tamaño de la semilla del ajonjolí (un kilogramo contiene generalmente mas de trescientas mil semillas) crea ciertos problemas para la mecanización de la siembra y para el control del número de plantas que se desea obtener en la población.

En general, para obtener mejores rendimientos y alto contenido de aceite, el ajonjolí debe sembrarse en regiones con alta luminosidad y sin variaciones notables en la temperatura.

1.2 LOCALIZACION GEOGRAFICA.

El ajonjolí, sésamo o alegría es originario de Etiopía, Africa, de donde se distribuyó al Asia Central, Indostán y China. Escritos antiguos citan que su aceite era el único usado por los babilonios en el año 480 a. de C.

El ajonjolí es una planta de clima cálido. Prospera en regiones tropicales y subtropicales. Puede cultivarse entre los 25° de latitud norte y sur, pero también a 40° de latitud norte, por ejemplo, en China, Rusia y Estados Unidos; y a 30 y 35° de latitud sur, como en Australia y Sur América, respectivamente.

En la actualidad, el ajonjolí se cultiva en varios países de Asia, Africa y Europa. La producción mundial se calcula en cerca de dos millones de toneladas métricas, distribuidas de la siguiente forma:

Región	Toneladas	Rendimiento
Asia	1 182 000	274 kg/ha
Africa	549 000	342 kg/ha
América Central	138 000	512 kg/ha
América del Sur	89 000	486 kg/ha
Europa	4 000	407 kg/ha
América del Norte	1 000	706 kg/ha

Los principales países productores de la América Latina, son México 127 000 ton.; Venezuela 80 000 ton; Colombia 21 000 ton; y, Guatemala 13 000 ton..

Los lugares productores de ajonjolí en Ecuador, se sabe que se cultiva grandes cantidades de esta semilla en la provincia de Manabí por los sectores de Pedro Carbo, Jipijapa, 24 de Mayo, Paján.

En la sierra de nuestro país se encuentra por los sectores de San José de Chimbo (a 20 Km. de Guaranda), en los alrededores de Chillanes (a 67 Km. de Guaranda), también en la provincia del Tungurahua al noroeste de Ambato en Píllaro, en Patate, a orillas del río del mismo nombre, hay una vasta producción agrícola de ajonjolí, otros poblados agrícolas cercanos a la capital de la provincia donde también se desarrolla nuestra semilla en estudio son Quero, Mocha y Tisaleo, también con gran riqueza agrícola.

1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

Es una planta anual, de la familia Labiada Pedaliácea (de un eje y ramificada)

a) Tallo:

El tallo es erecto, cilíndrico y cuadrangular y en algunos casos puede tener seis lados. El corte transversal del tallo muestra un área externa dura y una médula blanca. La médula está compuesta de parénquima suave; en los tallos adultos ésta tiende a desaparecer dejando un hueco al centro.

b) Hojas:

Las hojas en la parte inferior del tallo son decusadas, es decir que en un par salen opuestas en los surcos y en el siguiente con un ángulo de 90 grados con respecto al primero. El tamaño es de 3 a 17 centímetros de largo, por uno a cinco centímetros de ancho, pecíolo largo, de forma lobuladas en la base y lanceoladas en la parte apical.

c) Flor:

La flor es gamopétala, de cáliz pequeño y 5 sépalos, solitaria y pedicelo corto. La corola puede ser blanca o morada, campanulada, limbo irregular con cinco

lóbulos, pubescente en su interior. Tiene ovario súpero con dos celdas, planta autógena. Las yemas florales aparecen solitarias o en grupos en las axilas de las hojas.

d) Fruto:

El fruto es una cápsula de dos a cinco centímetros de largo, formada generalmente de dos carpelos divididos en dos para formar cuatro celdas. Es pubescente y dehiscente con 15 a 25 semillas cada una. A la madurez se abre por las suturas longitudinales de la cápsula, lo que determina que la parte superior se divide en dos.

e) Semilla:

La semilla es aplanada, pequeña, blanca, gris o negra en su exterior; mide de dos a cuatro milímetros de longitud y uno a dos milímetros de ancho.

El ciclo vegetativo es variable, entre 90 y 130 días, dependiendo de las variedades y las condiciones ecológicas y edáficas; con una altura de planta entre 0.75 a 3.00 metros y producción promedio de 12 a 14 quintales por manzana según el manejo agronómico que se le dé al cultivo.

1.4 TAMAÑO.

Son pequeñas semillas de color paja, que contienen una gran cantidad de aceite. Las semillas son muy pequeñas, de forma achatada, de 2 a 4 mm. de largo y de colores que varían entre el blanco, crema, rojizo o pardo hasta el negro.

Las semillas que utilizaremos en nuestro proceso son de aproximadamente 3 mm de largo y de color crema que según estudios son las que representan en su

composición una mayor cantidad de aceite, aumentando así el rendimiento de la producción.

1.5 PESO.

Los datos de peso de almendra (semilla) se corrigieron por la humedad al momento de la cosecha y se expresaron con humedad constante de 8%.

Posteriormente, se realizaron análisis de varianza, para cada época, con los datos se ajustados por el número de plantas cosechadas por parcela y después se hizo al análisis combinado, considerando todas las épocas.

Los cuales arrojaron un promedio de 4 kg/ha, también se encontraron datos de la Semilla de ajonjolí grado 99/1. Semilla Blanca mínimo 99.9 %, semilla de otros colores máximo 0.1 % .

1.6 CARACTERISTICAS DE LA SEMILLA (COMPOSICION).

% Humedad: 4.94

% Materia grasa: 55.23

% Acidos grasos libres: 1.0 oleico.

% Proteina total: 23.79.

% Ceniza: 3.68.

% Impurezas: 0.085.

1.7 MUESTREO EN SEMILLAS (TIPOS).

Las semillas de muchas especies forestales germinan enseguida cuando se someten a condiciones de humedad, luz y temperatura favorable. También existen otras especies que poseen un determinado grado de latencia de la semilla; por lo tanto exige de manera esencial alguna forma de tratamiento previo de la semilla, a fin de acelerar y obtener un porcentaje de germinación óptimo, teniendo el tratamiento pregerminativo por finalidad interrumpir la latencia y acelerar la germinación.

Para lo cual se tomaron en cuenta los siguientes muestreos según el tipo de semilla:

Anual. Semillas de color rojizo amarillentas de 1,3 a 1,8 mm de largo. únicas o en pares, en frutos globosos, reticulados, grises, de 1,5 a 2 mm de largo.

Perenne. Vaina lineal glabra, comprimida, 8-12 seminada. Semillas ovoides. redondeadas u oval-romboides, de color castaño verdoso, de unos 3 mm de largo por 2 mm de ancho.

Perenne. Utrículos de aproximadamente 4 mm de largo, castaño oscuros, ovadolanceolados, tuberculados en la parte superior de ambas caras, terminados en un rostro delgado, bidentado en su extremo. Utrículos de aproximadamente 4 mm de largo, castaño oscuros, ovadolanceolados, tuberculados en la parte superior de ambas caras, terminados en un rostro delgado, bidentado en su extremo.

Perenne. Aparece como espiguilla o como cariopse desnudo. La espiguilla hermafrodita es sésil, aovada o elíptica, de ápice agudo, con articulación visible en la base, de 4 a 5 mm de largo por 1,5 a 2 mm de ancho, pilosa en el dorso,

color pajizo a oscuro con arista geniculada, de 10 a 15 mm de largo, suele estar ausente. Cariopse desnudo abovado con la base truncada. Color marrón rojizo oscuro variando al marrón claro cerca del escutelo.

Perenne. Espiguillas unifloras, de 2 a 3 mm de largo, comprimidas, lemma mútica con quilla pestañosa, no alada. Inilorescencia formada por 2 o más espigas digitadas. Cariopse comprimido, oblongo, castaño parduzco, de 1 a 1,5 mm de largo.

Anual. Espiguilla por lo común 3-flora, segundo ántecio glabro o hirsuto, articulado sobre la raquilla, Por lo que se desprende fácilmente de ésta que queda adherida al antecio inferior, al que está soldada.

1.8 CUARTEO DE MUESTRA.

Para ésta prueba se toman 100 semillas del total de la muestra de trabajo, las mismas que son separadas en cuartos osea en cantidades de 25, las cuales son examinadas en sus partes internas con ayuda de bisturí o tijera de podar dependiendo de la textura de la semilla.

Para este ensayo se requieren 400 semillas, las cuales se dividen en 4 réplicas de 100 semillas cada uno. A esto también se le llama cuarteo.

Se cuenta con un cuarto germinador con un sistema automático que controla luz y temperatura del germinador en el día y en la noche. La temperatura promedio durante el día es de 30°C y 20°C por la noche; con 12 horas de luz y 12 horas sin luz. Antes de realizar esta prueba las semillas deben de ser tratadas, generalmente se les realiza un corte y se sumergen en agua por 24 horas.

Esta prueba nos permite observar cuando la semilla se encuentra infestada, si hay semillas vanas, semillas frescas, inmaduras etcétera.

El conteo de plántulas se realiza cada 4 días, hasta que es obvio que todas las semillas que pueden germinar, hayan germinado.

1.9 TOXINA.

De acuerdo a estudios botánicos la semilla del ajonjolí tiene alta resistencia a los diversos factores externos que producen la formación de toxinas perjudiciales para la salud del cuerpo humano dentro de su estructura. Por tanto el aceite de ajonjolí es uno de los productos mas sanos y recomendables que existen en nuestro mercado interno y externo.

1.10 ALMACENAMIENTO Y SECADO.

La semilla de ajonjolí debe almacenarse en recipientes secos cerrados y en bodegas limpias, desinfectadas y sin filtraciones de humedad; evitando el apilamiento de muchos sacos en la misma columna.

Almacenamiento. La humedad de las semillas oleaginosas y nueces influye en gran medida en la calidad de las materias primas. En la mayoría de las operaciones rurales, el secado al sol reduce la humedad de las semillas de aceite por debajo del 10 por ciento. Una adecuada ventilación o aireación de las semillas o nueces durante el almacenamiento asegura que se mantengan niveles bajos de humedad y evita el desarrollo microbiano. Esto es importante en el almacenamiento del maní que es muy susceptible de contaminarse con aflatoxinas debidas al crecimiento de *Aspergillus flavus*. Puesto que las aflatoxinas y los plaguicidas no se eliminan con las técnicas de extracción rural, debe evitarse la contaminación microbiana y el empleo de insecticidas. Es necesario adoptar prácticas de almacenamiento que sean asequibles y disponibles para los productores en pequeña escala. Las materias primas

perecederas, como los frutos de la palmera, deben elaborarse tan pronto como sea posible después de la cosecha.

Esta semilla al ser recolectada en su tiempo de cosecha se coloca en sacos de yute con una humedad de 10% y la humedad ideal para nuestro proceso es de 4% a 7% por lo tanto debemos mantenerlo embodegado, controlando la temperatura y provisionandonos de los extractores adecuados para mantener el ambiente de la bodega seco.

Las condiciones de almacenamiento que mantienen la viabilidad de las semillas son aquellas que reducen la respiración y otros procesos metabólicos sin dañar el embrión. La viabilidad de las semillas se ve afectada principalmente por el contenido de humedad de la semilla, la temperatura y la atmósfera de almacenamiento.

El contenido de humedad de la semilla determinará la duración del almacenamiento, en general, las semillas de *vida corta* son sensibles a la desecación (*Recalcitrantes*). Son semillas que poseen una humedad elevada y pierden su viabilidad cuando ésta es reducida.

El uso de productos desecantes en la cosecha mecanizada del ajonjolí reviste suma importancia. Actualmente alto número de agricultores de las principales zonas ajonjolíceras de nuestro país (Edos. Portuguesa y Barinas), cosechan el ajonjolí cuando ha llegado a su estado de maduración fisiológica, ya que no hacen aplicación previa con productos desecantes para inducir adelanto sobre el secado de las plantas. Consiste la práctica en el corte y hacinamiento, quedando luego en el campo los haces parados en forma de burros. Aproximadamente a los 15 días de expuestos al sol para el secado, se procede a la trilla.

CAPITULO 2

GENERALIDADES DE LA OBTENCION DE ACEITE COMESTIBLE VEGETAL

2.1 ACEITE VEGETAL.

El aceite vegetal es un compuesto orgánico producido por las plantas y que se puede acumular en sus tejidos como fuente de energía; está constituido por una molécula de glicerina y varios ácidos grasos, como el oleico y linoleico que son ácidos grasos esenciales en la dieta humana.

Los aceites vegetales son los preferidos para la alimentación, sobre todo para las dietas de adelgazamiento. Esto se debe a que son ricos en ácidos grasos mono o poliinsaturados, una cualidad muy importante para la transformación de grasa en el organismo humano.

En la actualidad es obligación del fabricante de productos en que aparezca el aceite vegetal advertirlo en el etiquetado. A veces esta advertencia se hace refiriéndose al aceite utilizado, aunque lo más común es que sean varios y mezclados en cuyo caso se advierte simplemente de que el producto contiene aceites vegetales, sin especificar.

Solamente las semillas de ajonjolí con la mejor pureza se seleccionan para ser prensadas en frío y filtradas doblemente para obtener el maravilloso aceite ligero. El aceite de ajonjolí es un excelente sazonador dándole un mejor sabor a los platillos y ensaladas. Este es un buen complemento en los alimentos de la dieta diaria y baja en colesterol. No se aplican conservadores, aditivos o productos químicos para producir este aceite. El aceite extra virgen de ajonjolí es 100% natural. **Crudo:** el que aun no ha sido consumido. **Usado :** el ya utilizado. Se denomina Aceite Vegetal Usado (A.V.U.).

2.2 ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION.

Almacenamiento. Muchas de las fases de elaboración industrial tienen su origen en los procedimientos tradicionales. En las operaciones en gran escala, las semillas oleaginosas se secan hasta obtener una humedad inferior al 10 por ciento. Se pueden almacenar durante períodos prolongados de tiempo en condiciones adecuadas de aireación, tomando precauciones contra las infestaciones de insectos y roedores. Este tipo de almacenamiento reduce la infección por mohos y la contaminación con micotoxinas, y minimiza el proceso de degradación biológica que conduce a la aparición de ácidos grasos libres y de color en el aceite.

Las frutas oleaginosas, deben tratarse tan pronto como sea posible. Los tejidos adiposos y las materias primas procedentes del pescado (esto es, el cuerpo o el hígado) se derriten durante las primeras horas haciéndolos hervir para destruir las enzimas y evitar el deterioro del aceite.

Los aceites deben protegerse frente al deterioro oxidativo, la contaminación con agua, suciedad, o con otras grasas, la absorción de olores y sabores extraños, el deterioro térmico y la entrada de sustancias extrañas procedentes de los materiales de empaquetado y forrado. Los factores de deterioro son la temperatura, la presión de oxígeno, los productos de oxidación, las trazas de metales, las enzimas oxidativas y lipolíticas, la disminución de los antioxidantes naturales, y la luz ultravioleta y visible. El empleo de temperaturas de almacenamiento bajas, el envasado en vacío o en nitrógeno; evitar que el cobre y las aleaciones de hierro y cobre formen parte de los materiales de construcción de las cubas de almacenamiento; y el empleo de antioxidantes naturales o sintéticos y de secuestrantes metálicos como aditivos, contribuyen a evitar el deterioro del aceite durante el almacenamiento.

2.3 COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS.

En la siguiente tabla se muestra la composición de ácidos grasos del aceite extra fino de ajonjolí.

Ácido.	% en Peso	Referencia
Ácido Palmítico	8.40	8 - 9
Ácido Esteárico	4.30	4 – 5.5
Ácido Araquídico	0.20	0.2 – 0.5
Ácido Oléico	44.00	4.0 – 4.5
Ácido Linoléico	44.00	4.2 – 4.5
Ácido Linolénico	0.70	0.0 – 0.9

2.4 CARACTERISTICAS DEL ACEITE.

El Aceite Virgen de Ajonjolí contiene una acidez libre baja, entre 0.2% a 0.65% oleico, dependiendo de la calidad de la semilla.

Contiene una sustancia fenólica, el Sesamol que es un potente antioxidante natural el que junto a las pequeñas proporciones de Tocoferoles que contiene, hacen que el aceite sea resistente a la Rancidez Oxidativa mas que los otros aceites vegetales comestibles. El Sesamol se separa por destilación o se destruye a las altas temperaturas de la desodorización, 190° a 240°C, también lo destruye las tierras decolorantes activadas acidas , todo esto en el proceso de refinación.

Este aceite no solidifica al enfriarse a 0 °C por lo tanto se lo utiliza como sustituto des aceite de Oliva, siendo de muy buena calidad para uso comestible, para ensaladas, aceite de mesa y para margarina.

Los aceites de primera presión no precisan ser refinados y a veces tampoco los de segunda presión. En Europa, Asia y América se acostumbra extraer el aceite de la semilla por presión en tres pasos:

La primera presión a temperatura ambiente, la segunda y tercera se efectúa a alta temperatura y presión. El aceite de primera presión, después de filtrado está listo para fines comestibles. El aceite Virgen crudo varía el color de amarillo claro a ámbar oscuro.

El aceite Refinado es amarillo pálido ya que a perdido los Carotenos. La distribución de los ácidos grasos en los Glicéridos de su constitución, le dan una alta digestibilidad entre los aceites e inclusive su punto de nube (enturbiamiento) está por debajo de 0 °C, de aquí que es un excelente aceite para ensalada.

El blanqueo es un tratamiento que se le da a los aceites para eliminar las sustancias que le dan color, aunque en el paso anterior también se extraen una parte de las sustancias que lo producen. Por otro lado, en este tratamiento se eliminan los productos de oxidación que contenga el aceite, así como los restos de fosfátidos presentes.

Contiene un 85% de Ácidos Grasos Insaturados, lo cual es un efecto positivo para reducir el colesterol y problemas coronarios. Contiene vitamina E que es un fuerte antioxidante, muy importante para la salud, mantiene la piel joven, reduciendo el riesgo de cáncer y de otras enfermedades.

2.5 PROPIEDADES FISICAS-QUIMICAS.

Densidad a 20 °C: 0.916 - 0.925

Indice de acidez: 1.50 máximo como oleico.

Color Lovibond: 32 Am. 2.7 Ro.

Humedad y volátiles % máx.: 0.15

Indice de refracción a 20°C: 1.4720 – 1.4786

Indice de Yodo: 110 - 125

Indice de Saponificación mg KOH/g: 188 - 198

Material Insaponificable %máx.: 1.8

Olor: típico ajonjolí

Aspecto: Claro y brillante

Sabor: Agradable a nueces frescas

2.6 ESTABILIDAD DEL ACEITE VEGETAL.

Guarde el aceite en tambores hermeticos llenos, con cambios de temperatura ambiente minimos. Las bajas temperaturas pueden causar que las grasas de algunos de los aceites se solidifiquen y que parezcan nublosos. Con esto se recupera la claridad con una temperatura de habitación..

Para garantizar una larga conservación, se aconseja mantener el aceite en un lugar fresco y alejado de la luz directa (oscuro).

Tiempo de consumo del ajonjoli es de dos años, guardado hermeticamente en latas de aluminio,

El proceso de neutralización alcalina tiene importantes inconvenientes, el rendimiento es relativamente bajo y se producen pérdidas de aceite debido a la emulsión y saponificación de los aceites neutros.

El efecto de estabilidad se produce al someter a los aceites vegetales a la hidrogenación ya que, al ser líquidos a temperatura ambiente y no muy estables, deben ser manipulados químicamente con el fin de obtener la plasticidad (para las margarinas vegetales) y la estabilidad necesarias (aceites de fritura y otros alimentos preparados).

Se obtiene un producto claro de mesa mediante una etapa de eliminación de las ceras o de cristalización de los ésteres de ceras a baja temperatura, seguida de una filtración o centrifugación.

Las condiciones de reacción suave empleadas durante el desgomado y la neutralización, no inducen cambios significativos indeseables en la composición del aceite.

2.7 EXTRACCION: CARACTERISTICAS Y PASOS.

Extracción. En la extracción del aceite, las semillas molidas se mezclan con agua caliente y se hierven para permitir que el aceite flote y sea recogido. Las semillas molidas se mezclan con agua caliente para hacer una pasta que se amasa a mano o a máquina hasta que el aceite se separa en forma de emulsión. En la extracción del aceite de maní, se suele añadir sal para hacer que las proteínas coagulen y favorecer la separación del aceite.

Los grandes trituradores rotatorios en sistemas de mortero fijo pueden moverse mediante motor, hombres o animales, proporcionando fricción y presión a las semillas oleaginosas para liberar el aceite en la base del mortero. Hay otros

sistemas tradicionalmente utilizados en la extracción rural de aceite que emplean piedras pesadas, cuñas, palancas y cuerdas retorcidas. Para presionar, se aprieta manualmente una placa o un pistón dentro de un cilindro perforado que contiene la masa de aceite molida o su pulpa por medio de un tornillo. El aceite se recoge debajo de la cámara perforada. Se han diseñado diversos expeledores mecánicos. La materia prima precalentada se alimenta en un cilindro horizontal mediante un estrangulador ajustable, la presión interna que se crea en el cilindro produce la ruptura de las células que contienen el aceite, y lo liberan.

Deshidratación. Las trazas de agua presente en el aceite crudo se eliminan hirviéndolo en calderos poco profundos, después de depositarlo en ellos. Esto es frecuente en todas las técnicas rurales que reconocen el papel catalítico del agua en el desarrollo de rancidez y de características organolépticas pobres.

Tortas de prensado. El subproducto de la elaboración, las tortas de prensado, puede resultar útil, dependiendo de la técnica de extracción que se emplee. Las tortas oleaginosas a las que se ha extraído el agua carecen normalmente de nutrientes. Otras técnicas tradicionales, como por ejemplo la que se utiliza con el maní y la copra, aseguran que los subproductos, si se manipulan con cuidado, sean idóneos para el consumo humano.

2.8 DEPURACION: CARACTERISTICAS Y PASOS.

Refinado Alcalino. El proceso de reaccionar sosa cáustica con los ácidos grasos libres en aceite crudo, para formar un jabón insoluble de aceite. Este jabón entonces se separa con otras impurezas del aceite neutro.

Blanqueado (bleaching). Mezcla de carbón o tierra activada con aceite refinado para remover los pigmentos de color restantes, los metales pesados y los rastros de jabón. Los medios de blanqueado se quitan posteriormente por filtración

Deodorización. Paso del aceite refinado sobre bandejas calientes en un recipiente evacuado. El aceite entonces se vierte de una bandeja a la siguiente y, por ello, pierde su olor y algo de color.

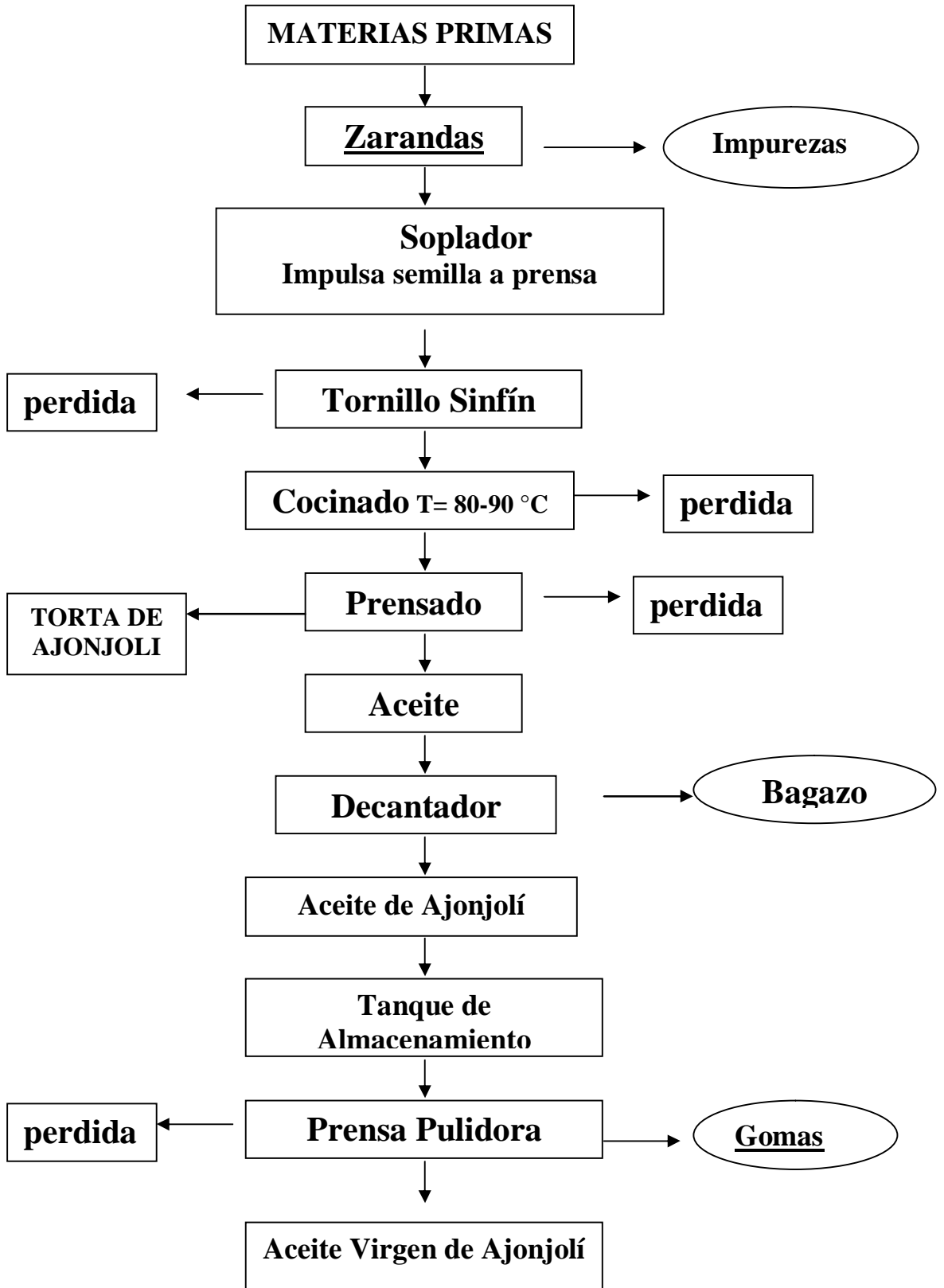
Filtración refinadora. Tras la extracción, el aceite crudo se filtra con productos como arcilla, papel o carbón de leña para remover las impurezas tales como fragmentos de semilla. Este proceso mejora la claridad y el olor del aceite

Hibernación (winterizing). El proceso de enfriar un aceite a una temperatura dada, de forma que los cristales que se hayan podido formar se quiten filtrándolos.

CAPITULO 3

INGENIERIA DE PROCESO DE EXTRACCION Y DEPURACION DEL ACEITE DE AJONJOLI

3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.



3.2 EXTRACCION DE ACEITE.

Este metodo se basa en la cualidad que poseen los aceites volatiles de destilarse con el vapor de agua, aun cuando el punto de ebullición de sus componentes sea mayor a 100 grados centigrados. Esta propiedad tambien se conserva en el vacío, donde la destilación puede llevarse a cabo a temperaturas más bajas.

El proceso consiste en colocar la materia prima en un destilador en donde una corriente de vapor atraviesa el material que contiene el aceite y se produce la volatilización del mismo y la mezcla de vapores pasa a un enfriador en donde tiene lugar la condensación de dichos vapores.

Los productos condensados se separan en dos capas, una de aceite y otra de agua, debido a la inmiscibilidad y a la diferencia de densidad.

La destilación con vapor a bajas presiones es mas rapida y produce mas aceite que en la destilación a presion ordinaria. No obstante, empleando la destilación a presión atmos ferica se puede obtener buenos rendimientos si el material vegetal es previamente tratado, pues de esta manera los conductos o celdillas de aciete son expuestos mayormente a la acción del vapor y ademas de esto se logar colocar en el destilador mayor canyidad de materia prima.

La expresión destilación con vapor, tal como se aplica actualmente en la industria de aceites esceneciales, abarca los tres tipos de hidrodestilación que se describen a continuación:

Destilación con agua y vapor: el material de la planta se suspende sobre una rejilla que sirve de doble fondo en el alambique. En esto se agrega agua hasta un nivel un poco inferior al de la rejill. Así el material de la planta está en

contacto con el vapor saturado a baja presión, pero no está sumergido en el agua hirviendo.

Destilación con vapor directo: Este método es semejante al anterior, salvo que no hay agua en el fondo del alambique. El vapor se genera en una caldera separada (esto es: se emplea vapor “seco”). En algunos casos se introduce vapor recalentado a presión ligeramente superior a la atmosférica, el cual sale por los orificios de un serpentín situado bajo la carga.

El proceso se realiza en cantidades x batch de semillas a moler por cantidad de aceite obtenido y cantidad de residuo obtenido. Este proceso es continuo y se procesan 50 toneladas de semilla de ajonjolí por día.

Esta semilla se la procesa durante las 24 horas para la obtención con un rendimiento del 54 % en relación de cantidad de aceite obtenido por cantidad de semilla procesada.

3.2.1 SEMILLA.

Semilla oleaginosa perteneciente a la familia de las Pedaláceas, siendo su nombre científico *SESAMUM INDICUM*. La semilla tiene una forma oval ligeramente achatada en el extremo superior con un color del blanco hasta el negro, siendo más apreciada la semilla de color blanco.

Semilla descortezada y secada de ajonjolí orgánico, de la especie oleaginosa *Sesamum indicum* L. De la familia de las Pedileaceas. En general, las semillas oleaginosas muestran una correlación negativa entre el contenido de aceite y el contenido de proteínas y al respecto el ajonjolí no es una excepción.

Se indica que, en promedio, por cada 1% de aumento en el contenido de proteína hay una reducción correspondiente al 0,85% en el contenido de aceite.

La cantidad de aceite es requisito en las normas internacionales de calidad del grano. En los granos destinados a confitería el contenido de aceite debe ser de 48% como mínimo. Para semilla destinada a la producción de aceite (crudo o refinado) se exige un mínimo de 50-52 %.

Por otra parte, se ha detectado en semilla de ajonjolí la presencia de bajas cantidades de ácidos mirístico, palmitoléico y arachídico.

Las normas de calidad señalan un mínimo en el contenido de proteínas del 21% para semilla decorticada. Varios investigadores han analizado la semilla de ajonjolí por contenido de proteínas encontrando rangos de variación entre 16,7% y 24,0%, los máximos entre 27,3% y 32,0%.

El tipo de semilla a moler, tiene las características del 50 % de aceite en peso, de la cual solo se puede extraer cerca del 45 %, para efectos del proceso productivo de esta investigación.

3.2.2 SECADO.

El exceso de humedad luego de realizada la cosecha es una de las causas principales de pérdidas importantes en la producción de los semilleros de ajonjolí. De ahí que el objetivo inmediato a la cosecha será lograr el contenido adecuado de humedad de las semillas.

Para disminuir al mínimo la cantidad de agua cosechada se deberá, en primer término, tratar que el material recogido posea un porcentaje muy bajo de trozos de hojas y tallos de especie de malezas acompañantes. En otras palabras, es notablemente ventajoso cosechar el máximo de semilla limpia con lo que se conseguirá el secado rápido de las mismas al ser eliminado todo el material vegetal que interfiera en dicho proceso.

Normalmente, la semilla proveniente de la cosecha directa contiene una humedad muy alta superior al 30% lo cual atenta contra su buena conservación y basta que se encuentre pocas horas embolsado o a granel para que el poder germinativo y el vigor de las plántulas se vean seriamente afectados por ello.

En general la semilla es trasladada en camiones desde el campo y muchas veces es imprescindible iniciar el secado sin pérdida de tiempo.

Una semilla es una planta empaquetada y pronta para ser conservada hasta su utilización. Sin embargo, para su buena conservación es imprescindible que la cantidad de agua en las mismas sea mantenida dentro de ciertos límites.

Si bien la mayoría de las semillas alcanzan la madurez fisiológica con contenidos de humedad variables entre 35 y 45%, su conservación es segura siempre y cuando estos porcentajes desciendan a 10-12%.

De lo contrario, se producirá una serie de procesos desfavorables entre los que deben destacarse elevación de la temperatura, aumento en el ritmo respiratorio, apelmazamiento y predisposición al ataque de plagas y enfermedades fúngicas.

De ahí que el proceso de secado deba ser llevado a cabo forzosamente previo a los de limpieza y clasificación. El tiempo total que insume el secado depende del porcentaje de humedad inicial de la semilla, de la velocidad de secado y del porcentaje de humedad final deseado.

A su vez la velocidad de secado depende de la intensidad de la corriente de aire, de la temperatura del mismo y de la masa de semilla y en general, es más rápida al principio pero luego va disminuyendo a medida que avanza el proceso.

Antes de iniciarse este proceso es importantísimo conocer los porcentajes de humedad en el momento de la cosecha y aquellos que debe alcanzar

aproximadamente la semilla luego del mismo. Ello permitirá lograr semilla de calidad.

La mayoría de las veces no se pueden cosechar las semillas en el momento de la madurez fisiológica, con porcentajes de humedades muy elevadas, En cambio los granos son cosechados más secos, lo que resulta en alguna pérdida. Por este motivo normalmente es necesario el secado artificial para el acondicionamiento del producto. Es importante resaltar que esta es una operación que busca preservar el máximo de rendimiento en volumen y calidad de la semilla, incurriendo en costos más elevados de cosecha, secado y desgrane, pero perfectamente aceptables en el caso de semillas de alto valor económico.

Generalmente, se acepta que un 12% es el contenido de humedad confiable para poder embolsar. No se debe olvidar, además, que si la semilla presenta porcentajes de humedad tanto muy altos como muy bajos, está expuesta a posibilidades mayores de daños mecánicos que favorecen la invasión de hongos a sus tejidos y en consecuencia afectan su estado sanitario.

Cuanto mayor sea el porcentaje de humedad de la semilla al ser cosechada, menor debe ser la temperatura de secado. De ello se deduce que a medida que una semilla pierde agua al avanzar el proceso de secado, la temperatura podrá ser elevada racionalmente.

Así por ejemplo, cuando el lote de semillas posee un porcentaje de humedad superior al 20%, la temperatura no podrá pasar de 30°C; entre 10 y 20% de humedad la temperatura debe mantenerse no mayor de 38°C; mientras que por debajo de 10% de humedad la temperatura podrá alcanzar 43°C.

Si se posee un buen conocimiento de los factores que afectan el proceso de secado y su control, se podrá efectuar un mejor manejo y utilización de las instalaciones y lograr grandes ventajas tales como:

- a) Planificar las cosechas de las diferentes especies de semillas de ajonjolí.
- b) Realizar cosechas anticipadas lo que permite, en especies susceptibles a desgrane o a ataques de enfermedades y plagas, reducir pérdidas importantes.
- c) Obtener semillas de mayor calidad, con porcentajes elevados de poder germinativo y buen vigor inicial; más longevas y más saludables, a través de una mayor protección contra ataques de microorganismos e insectos.

3.2.3 PRINCIPIOS DEL SECADO.

Entre todos los procesos que se aplican para el trato poscosecha, conservación y almacenamiento adecuado de semillas, el secado es el que demanda mayor consumo energético. La energía como bien se sabe es un producto caro. El agua debe evaporarse para que las semillas reduzcan su humedad a niveles que posibiliten el almacenamiento seguro; y la termodinámica nos da muy poco margen de maniobra para que el agua sea evaporada. Siempre estaremos consumiendo una cantidad de energía superior al calor latente de vaporización del agua, que está alrededor de 540 Kcal/Kg de agua.

Además, recordemos que las semillas son entidades biológicas que son extremadamente sensibles a la acción del calor y la temperatura, que pueden, cuando son excesivos producir daños importantes en sus características.

Algunos atributos funcionales y de calidad pueden ser seriamente comprometidos por las agresiones térmicas, entre las cuales podemos citar:

niveles de rajaduras, la integridad de los tejidos, la acidez, los niveles de proteínas, el poder germinativo, la apariencia entre otros. Por esta razón muchos cuidados deben ser tomados en el proceso de secado para que un procedimiento hecho para preservar las semillas no resulte en agresión a los mismos. Siempre se utiliza aire como medio secante, existiendo otras maneras de proceder al secado. El aire es usado en la mayor parte de los sistemas de secado, como elemento que entrega calor a las semillas al mismo tiempo que retira la humedad. Siendo de esta manera, las diferentes estrategias difieren apenas en la forma como el aire y la energía son transmitidos por el sistema de secado. Cada una de ellas consigue un cierto nivel de rendimiento térmico y un cierto grado de agresión.

El proceso de secado comprende dos etapas bien definidas. La primera está dada por la transferencia de la humedad desde la superficie de las semillas, hacia el aire y la segunda por la transferencia de la humedad del interior de las semillas hacia la superficie de las mismas.

En la primera etapa, el secado ocurre simplemente cuando la presión de vapor ejercida por la humedad superficial de la semilla es mayor a la del aire que la rodea. En este caso la velocidad de secado disminuye a medida que la diferencia entre ambas presiones se hace menor y finalmente se detiene cuando se alcanza un equilibrio entre ambas. Por ello, es importantísimo renovar de continuo y por diferentes mecanismos, la masa de aire que rodea las semillas, con la finalidad de que este proceso se realice de la forma más rápida y eficaz.

Como se comprenderá, para esta etapa resultan mucho más eficientes los sistemas de secado a aire caliente ya que a mayor temperatura del aire mayor será su capacidad para enriquecerse de humedad y por consiguiente mayor la cantidad de agua retirada de la superficie de las semillas. El mismo efecto se

logra cuando se trabaja con sistemas que permiten la utilización de aire con baja humedad relativa ambiente.

En la segunda etapa, el traslado del agua dentro de las semillas hacia la superficie de las mismas ocurre por difusión desde las zonas más húmedas, lógicamente, hacia las zonas más secas.

La velocidad del secado mediante este movimiento varía de acuerdo con cada especie y método utilizado y se debe tener en cuenta que es posible registrar cambios muy importantes en las semillas.

En este sentido mientras las pérdidas muy rápidas de humedad pueden provocar un secado excesivo de los tegumentos los cuales se vuelven total o parcialmente impermeables y dificultan en forma notable el proceso de secado, las pérdidas muy lentas favorecen el desarrollo de microorganismos patógenos que promueven el ardido y por lo tanto la pérdida del poder germinativo.

Por consiguiente, uno de los aspectos fundamentales en este proceso de permitir el secado de las semillas a velocidades adecuadas disminuyendo de esta forma la posibilidad de que se presenten dichos problemas.

Parecería que el proceso resulta mucho más eficiente cuando se intercalan periodos alternados de secado y reposo (Gráfico 3.1). Este manejo presentaría grandes ventajas debido a la menor velocidad de difusión del agua en el interior de la semilla y la mayor velocidad de transferencia de humedad de la superficie de la semilla hacia el aire circundante.

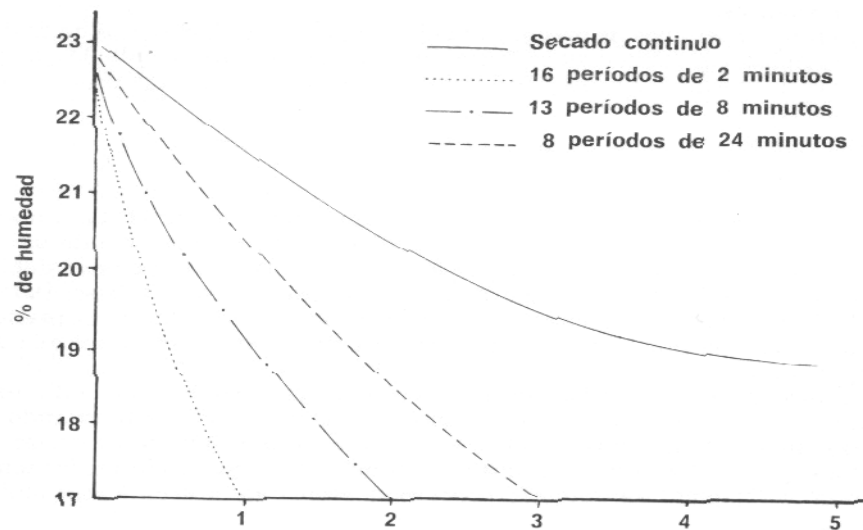


GRÁFICO # 3.1. VELOCIDAD COMPARATIVA DE SECADO ENTRE PROCESO CONTINUO Y PROCESOS ALTERNADOS.

3.2.4 DESCASCARADO. – REDUCCION DE TAMAÑO DE SEMILLA.

Es un proceso combinado en el que se separa la cascarilla de los cotiledones de forma completa. El descascarillado se realiza estrujando las semillas para que liberen la cascarilla. El aventado se basa en las diferencias de densidad entre el cotiledón y la cubierta. Los equipos están compuestos por tamices con tamaños de malla decreciente. En cada etapa las cubiertas se eliminan por succión, mientras que los cotiledones son conducidos a tolvas de salida.

Las máquinas despelonadoras están equipadas con tres sistemas de reproceso, con el fin de obtener una fruta de un 95% en cáscara pura incluyendo, además, sistema de alta aspiración para el retiro de las impurezas propias del producto.

3.2.5 EXTRACCION DE ACEITE POR PRESION.

La extracción del aceite esenciales se hace hoy día por dos métodos fundamentalmente: Presión (Sistema tradicional) y centrifugación (Sistema continuo). No obstante, previamente se puede intercalar un dispositivo que extraiga una parte importante del aceite suelto conseguido en el batido: Filtración selectiva (Extracción parcial).

El principio físico que explica la *filtración selectiva* es la diferente *tensión superficial* (la tensión superficial es la fuerza que mantiene unida las moléculas de un líquido) del aceite y del agua de vegetación. Así, la tensión superficial del aceite es menor que la del agua, lo que hace que al poner ambos líquidos en contacto con los poros de una superficie filtrante, el aceite pase por ellos pero no el agua, ya que es mayor la fuerza con la que se unen las moléculas de esta última.

Actualmente existen en el mercado dos dispositivos para realizar esta extracción a escala industrial. El objetivo de ambos no es la obtención de todo el aceite de la masa, sino sólo de una parte del mismo, el resto se extraerá por otros sistemas. Los factores que influyen en la cantidad de aceite extraído mediante este sistema, cualquiera que sea el dispositivo industrial utilizado, se pueden resumir en tres:

1. Cantidad de aceite suelto presente en la masa.
2. Duración del proceso, estableciendo un tiempo óptimo de 30 minutos.
3. Otros factores: características de la máquina, la superficie filtrante, las revoluciones de los extractores, las relaciones aceite/agua y aceite/sólidos de la masa, etc. El aceite obtenido sale con una humedad del 1% y hay que centrifugarlo rápidamente.

Históricamente la extracción por presión es el procedimiento más antiguo y utilizado para obtener el aceite de semillas. El instrumental que se utiliza son prensas hidráulicas. La pasta preparada se coloca en capas finas sobre discos de material filtrante denominados capachos. Los capachos se disponen unos sobre otros, en una vagoneta y van guiados por una aguja central. Este conjunto de vagoneta, aguja y capachos con su carga de pasta, constituye el cargo, que se somete a cada operación de prensada. Es por tanto un sistema discontinuo con formación de cargo, prensada y descapachado.

La prensa hidráulica está compuesta por una puente baja empotrada en el suelo y una puente alta, unidas por columnas de acero. El pistón, situado en el interior de un cilindro unido a la puente baja y empotrado en el suelo o sobre la puente alta, recibe la presión hidráulica generada en una bomba y la transmite al cargo a través de la vagoneta, que es conducida por las columnas a fin de mantener la verticalidad del mismo.

En la caja de bombas se introduce agua a presión en un cuerpo de pequeño diámetro, que se transmite al émbolo de la bomba según el principio físico de Pascal, con la misma intensidad. Al ser mayor la sección del pistón, la fuerza que se generó en la bomba se multiplica por la relación de secciones de pistón y bomba, resultando mucho más elevada. Las presiones que se ejercen en la caja de bombas alcanzan de 300 a 400 kg/cm².

Modernamente las cajas de bombas están provistas de manómetros automáticos que conlleva a programar las presiones deseadas. Todo esto permite elegir y conocer las presiones más indicadas en cada caso (en función del tipo, variedad, madurez, etc, de semilla), comparando el agotamiento conseguido en los orujos con el modo de operación que se ha seleccionado.

En el flujo de aceite que se produce durante el prensado influye positivamente la presencia en la pasta de un grado de humedad y de un alto porcentaje de materias sólidas incompresibles, condiciones que facilitan el drenaje de las fases líquidas a través de la torta de orujo.

Es usual hacer el llamado "repicado", es decir, cuando se ha alcanzado la presión máxima, se quita la presión, y cuando el cargo se separa de la parte alta, se vuelve a aplicar presión. En el intervalo, se ha producido un esponjamiento de la masa y de los cachos, se han reconstruido algunos canales de salida de líquidos y puede conseguirse extraer una nueva fracción de mosto oleoso.

Este sistema permite obtener aceites excelentes (naturalmente dependiendo de la calidad del fruto), gracias a las bajas temperaturas a lo largo del proceso. Sin embargo, los principales inconvenientes para la aplicación práctica de este sistema son los elevados costes de mano de obra, la discontinuidad del proceso y los gastos inherentes al empleo de materiales filtrantes en condiciones óptimas.

Una de las condiciones para que el prensado sea eficiente es el calentamiento, el tipo de prensas expeller o tornillo necesita prensar en caliente, es importante señalar que mientras mas caliente este el material mas fácil se hará la extracción, pero igual de importante es controlar que esta temperatura no exceda de los parámetros predeterminados ya que cualquier exceso ocasionará una pérdida de calidad del producto final sea este aceite, harina o torta.

El calentamiento de las semillas tienen varios objetivos, la eficiencia del prensado, lograr destruir bacterias y hongos, dar plasticidad y agrupar el aceite redisperso en la semilla para lograr una buena extracción. En el caso de la semilla de ajonjolí la temperatura recomendada es de 85 °C a 90 °C.

En primer lugar se procede a la molturación de las semillas para la obtención de una pasta que llamaremos “masa”. En esto se realiza con un molino de martillos móviles para que durante este proceso no se caliente, ya que restaría intensidad y aromas al aceite.

Después de la molienda y anteriormente a la extracción del aceite, se produce el batido de la masa. Proceso que dura aproximadamente 40 minutos en el cual la pasta llega a 24 °C.

Mediante el efecto del batido se van separando las moléculas y poco a poco el aceite se va separando de la masa. Para la extracción del aceite se utiliza el método “sinolea”, dicho proceso se basa en la extracción en frío y sin presión del aceite. Posteriormente se sacan las impurezas y partículas de agua por decantación natural pasando por diferentes depósitos que se comunican por la parte superior, de esta manera tanto las impurezas como las partículas vegetales se van acumulando en el fondo de los depósitos. Por último se procede a la extracción del resto del aceite por el sistema continuo. La masa se vuelve a batir para ponerla otra vez a temperatura – esta vez a 32°C – durante unos 15 minutos, posteriormente pasa a los decanters donde se separa el sólido “orujo” del “alpechín” – fase acuosa – y del aceite. Finalmente se limpia el aceite de pequeñas impurezas.

3.2.6 ANALISIS FISICO – QUIMICO.

Los análisis realizados a la materia prima y al producto terminado tuvieron una duración de 7 meses empezando en enero a los cuales se determinaron pruebas y experimentos, dos a la semana donde indican las condiciones del aceite.

Los resultados obtenidos fueron de un carácter analítico, con lo que las primeras 50 pruebas se encontraron fuera de especificaciones, y con esto se

fueron corrigiendo periódicamente las experimentaciones hasta lograr obtener un aceite óptimo y de buena calidad para el consumo humano.

Los análisis que se realizaron fueron:

- % de humedad.
- % de acidez.
- Índice de peróxidos.
- Gravedad específica.
- Índice de refracción.
- Color.
- Pruebas organolépticas como:
 - Sabor.
 - Olor.
- % de grasa.
- % de cenizas.
- % de proteínas.
- Cold test.
- Índice de yodo.
- Índice de saponificación.
- Fosfátidos.

3.2.7 DESGOMADO.

En este proceso se eliminan las gomas, los fosfolípidos y los componentes metálicos. El objetivo del desgomado es eliminar los fosfátidos de un aceite con una mínima pérdida de aceite neutro (triglicéridos).

Existen tres razones para desgomar:

1. Producir lecitina.
2. Producir aceite desgomado que deba transportarse o almacenarse durante mucho tiempo.
3. Preparar el aceite para la refinación física.

Una hidratación insuficiente produce un alto contenido de fósforo en el aceite desgomado y un nivel alto de aceite neutro en el aceite desgomado o un bajo contenido de fósforo en las gomas separadas.

Las condiciones de trabajo sugeridas se encuentran en el Cuadro 1.

Cuadro 1 Factores que Afectan el Contenido de Fosfátidos no Hidrables en los Aceites
Semillas oleaginosas dañadas en el terreno. Daños ocasionados por manipulación (cosecha, transporte, carga y descarga). Daños de almacenaje (tiempo, temperatura, humedad). Reblandecimiento por el calor para hojuelar. Calentamiento del aceite crudo en la trampa del solvente. Almacenaje y transporte del aceite crudo (tiempo, temperatura, humedad, multas).

Los programas de desgomado más elaborados han alcanzado contenidos de fósforo que varían dentro de 5 ppm.

Este proceso consta en enfriar el aceite hasta lograr la formación de las ceras presentes en algunos aceites y ser retiradas a través de filtración.

Esta es la operación final y crítica en la obtención del aceite. Su objetivo es eliminar los compuestos volátiles que afectan las características organolépticas de los aceites.

3.2.8 WINTERIZACION.

La winterización tiene por objeto separar y eliminar de los aceites de ajonjolí, aquellos glicéridos saturados de más alto punto de fusión, que originan el enturbiamiento y el aumento de la viscosidad de los aceites al bajar la temperatura.

El proceso consiste en la cristalización de los glicéridos que se desean retirar del aceite, bajo unas condiciones controladas de temperatura, grado de agitación y tiempo, que son fundamentales para obtener unos cristales óptimos para su posterior separación.

La instalación consta de:

- ❖ Un sistema de enfriamiento rápido provisto de agitación.
- ❖ Un conjunto de tanques estáticos (cristalizadores)
- ❖ Una unidad de filtración para la separación de los cristales formados.

3.3 BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA.

BALANCE DE MATERIA DEL PROCESO.

BALANCE TOTAL.

$$\mathbf{F = I + T + B + G + A + P}$$

Base = 100 kg de aceite virgen de ajonjoli.

Donde:

I = impurezas.

T = torta.

B = bagazo.

G = gomas.

A = aceite virgen.

P = perdidas.

F = alimento o flujo.

❖ **BALANCE PARCIAL PARA EL ACEITE.**

Rendimiento = 54 %.

$$A = 0.54 * F$$

$$A \qquad 100$$

$$F = \frac{A}{0.54} = \frac{100}{0.54} = 185,2 \text{ kg}$$

❖ **BALANCE PARCIAL PARA IMPUREZAS.**

Impurezas = 0.15 %.

$$I = 0.0015 * F$$

$$I = 0.0015 (185.2)$$

$$I = 0.278 \text{ kg.}$$

❖ **BALANCE PARA TORTA.**

Torta = 34.35 %.

$$T = 0.3435 * F$$

$$T = 0.3435 (185.2)$$

$$T = 63.6 \text{ kg.}$$

❖ **BALANCE PARA BAGAZO.**

Bagazo = 5 %

$$B = 0.05 * F$$

$$B = 0.05 (185.2)$$

$$B = 9.26 \text{ kg.}$$

❖ **BALANCE PARA GOMAS.**

Gomas = 1.5 %

$$G = 0.015 * F$$

$$G = 0.015 (185.2)$$

$$G = 2.78 \text{ kg.}$$

❖ **BALANCE PARA PERDIDAS.**

Perdidas = 5 %

$$P = 0.05 * F$$

$$P = 0.05 (185.2)$$

$$P = 9.26 \text{ kg.}$$

❖ **COMPROBACIÓN.**

$$F = I + T + B + G + A + P$$

$$185.2 = 0.278 + 63.6 + 9.26 + 2.78 + 100 + 9.26$$

$$185.2 = 185.18$$

BALANCE POR EQUIPOS.

❖ **ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA.**

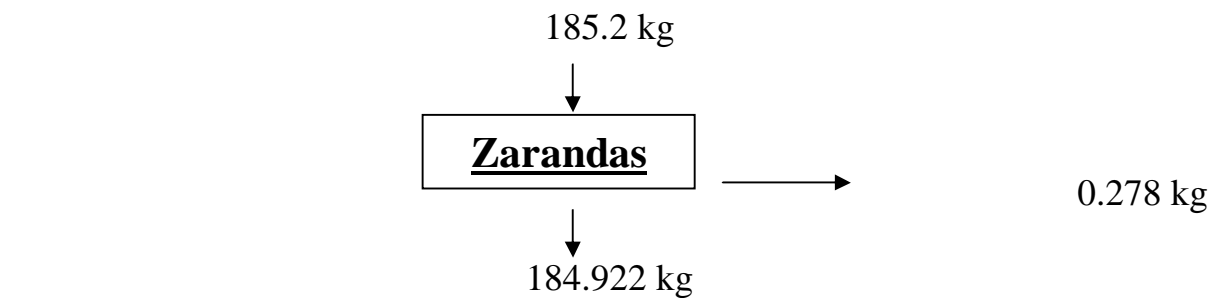


$$E = S$$

$$E = 185.2 \text{ kg (flujo) "semillas"}$$

$$S = 185.2 \text{ kg (flujo)}$$

❖ **ZARANDAS.**

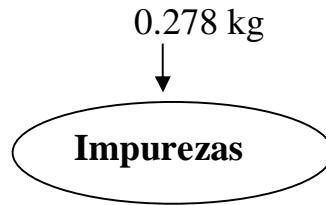


$$E = S$$

$$E = 185.2 \text{ kg (flujo) "semillas"}$$

$$S = 184.922 \text{ kg (flujo)} + 0.278 \text{ kg "impurezas"}$$

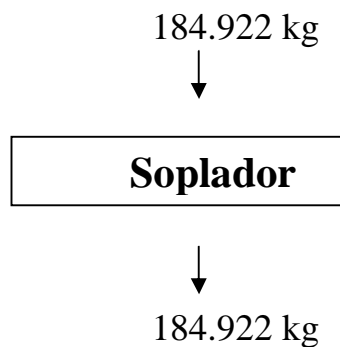
❖ **SEPARACIÓN IMPUREZAS.**



$$E = S$$

$$E = 0.278 \text{ kg "suciedad y semillas dañadas"}$$

❖ **SOPLADOR.**

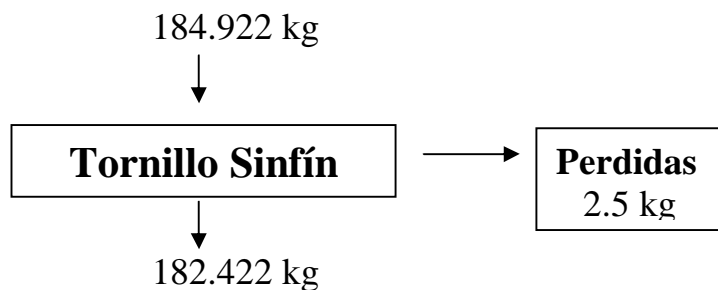


$$E = S$$

$$E = 184.922 \text{ kg (semillas seleccionadas)}$$

$$S = 184.922 \text{ kg (transportadas en tornillo)}$$

❖ **TORNILLO SINFIN.**

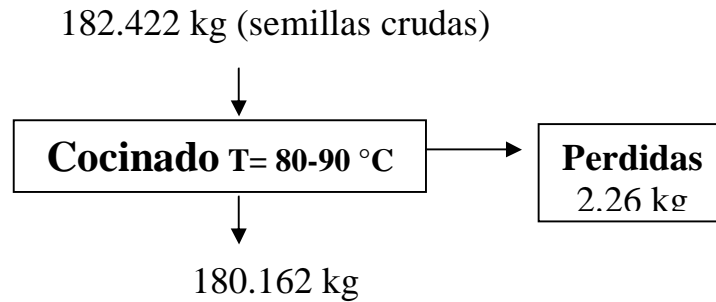


$$E = S + P$$

E = 182.922 kg (semillas transportadas)

S = 182.522 kg (transportadas a cocinador) + 2.5 kg “perdidas”

❖ COCINADOR.

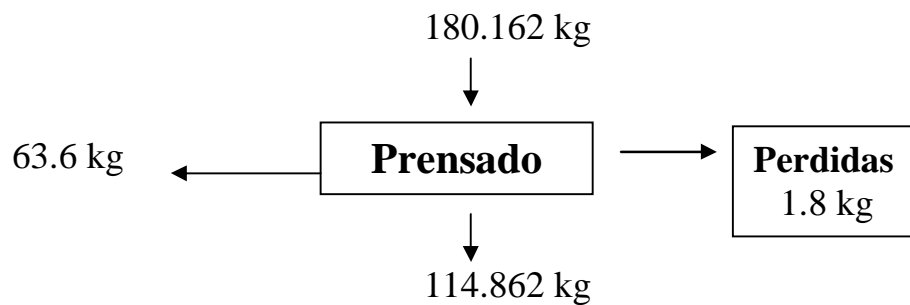


E = S + P

E = 182.422 kg (semillas crudas)

S = 180.162 kg (semillas cocinadas) + 2.26 kg “perdidas”

❖ OPERACIÓN DE PRENSADO.

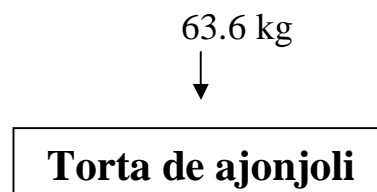


E = S + P

E = 180.262 kg (semillas cocinadas)

S = 114.762 kg (aceite prensado) + 63.6 kg “torta ajonjoli” + 1.8 kg “perdidas”

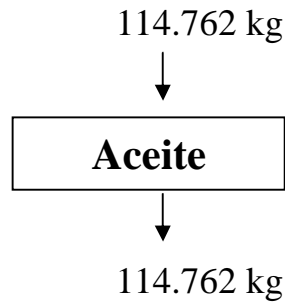
❖ SEPARACIÓN DE TORTA DE AJONJOLI.



E = S

E = 63.6 kg “torta de ajonjoli”

❖ **TANQUE PROVISIONAL DE ACEITE PENSADO.**

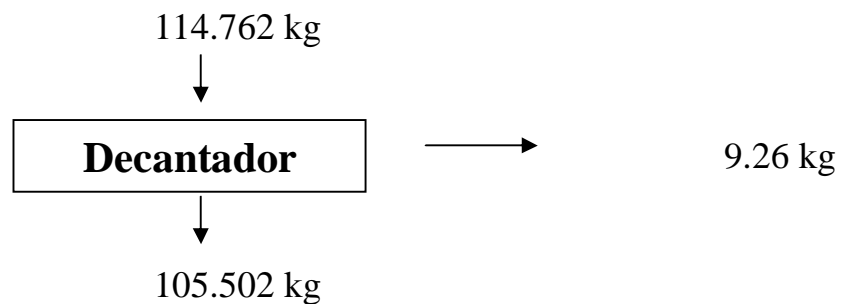


$$E = S$$

$$E = 114.762 \text{ kg (aceite prensado)}$$

$$S = 114.762 \text{ kg (aceite prensado)}$$

❖ **OPERACIÓN DE DECANTACIÓN.**

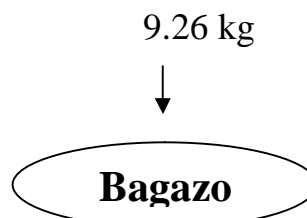


$$E = S + B$$

$$E = 114.762 \text{ kg (aceite prensado)}$$

$$S = 105.502 \text{ kg (aceite decantado)} + 9.26 \text{ kg "bagazo"}$$

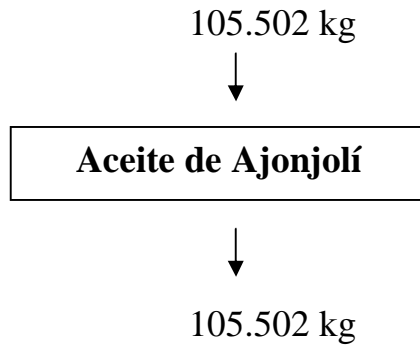
❖ **SEPARACIÓN DE BAGAZO.**



$$E = S$$

$$E = 9.26 \text{ kg "bagazo"}$$

❖ **OBTENCIÓN DE ACEITE DE AJONJOLI DECANTADO.**

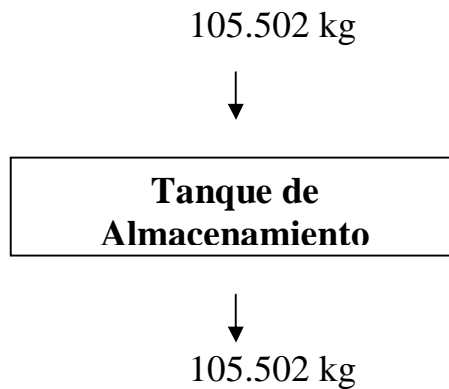


E = S

E = 105.502 kg “aceite ajonjoli”

S = 105.502 kg “aceite ajonjoli”

❖ **TANQUE ALMACENAMIENTO ACEITE AJONJOLI.**

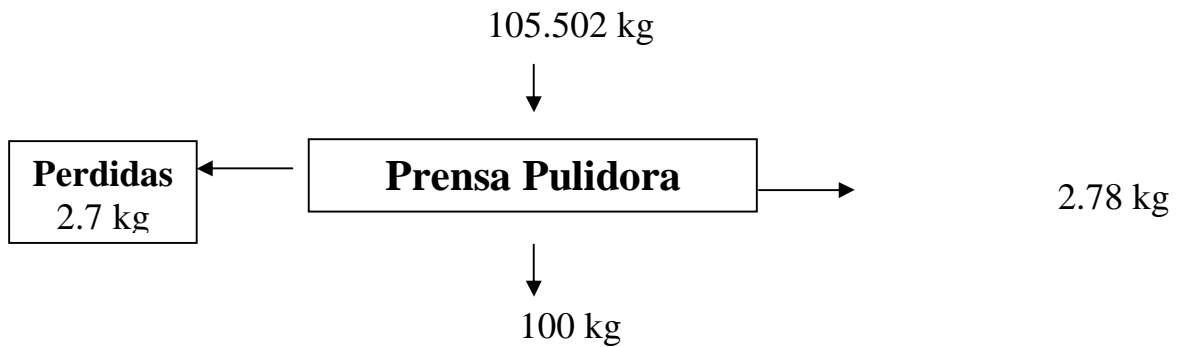


E = S

E = 105.502 kg “aceite ajonjoli”

S = 105.502 kg “aceite ajonjoli”

❖ OPERACIÓN DE PRENSA PULIDORA.

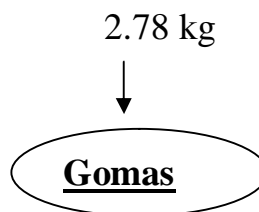


$$E = S + G + P$$

$$E = 105.502 \text{ kg "aceite ajonjoli"}$$

$$S = 100 \text{ kg "aceite virgen"} + 2.78 \text{ kg "gomas"} + 2.7 \text{ kg "perdidas"}$$

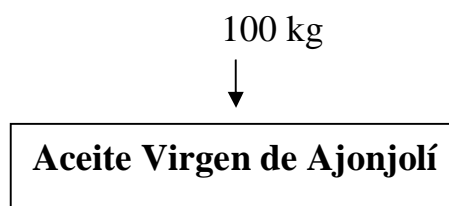
❖ TANQUE DE GOMAS.



$$E = S$$

$$E = 2.78 \text{ kg "gomas"}$$

❖ OBTENCIÓN DE PRODUCTO.



$$E = S$$

$$E = 100 \text{ kg "aceite extra virgen de ajonjoli"}$$

BALANCE DE ENERGÍA.

❖ COCINADOR DE SEMILLA.

Base: 1 hora de cocinado.

Datos:

$$m = 182.422 \text{ kg}$$

$$c_p = 1.8 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 90 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = m c_p \Delta T$$

$$Q = 182.422 \text{ kg} * 1.8 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C} (90 - 25) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 21343.374 \text{ Kcal}$$

❖ NECESIDAD DE STEAM (CAPACIDAD DEL CALDERO).

Datos:

$$\lambda = 100 \text{ Kcal/kg}$$

$$Q = 21343.374 \text{ Kcal}$$

$$Q = m \lambda$$

$$Q \quad 21343.374 \text{ Kcal}$$

$$m = \frac{Q}{\lambda} = \frac{21343.374 \text{ Kcal}}{100 \text{ Kcal/kg}} = 21.343374 \text{ kg}$$

$$\lambda \quad 100 \text{ Kcal/kg}$$

❖ NECESIDAD DE AGUA DE ENFRIAMIENTO (CAPACIDAD DE LA TORRE).

Datos:

$$Q = 21343.374 \text{ Kcal}$$

$$C_p = 1 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 90 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = m c_p \Delta T$$

$$Q$$

$$m = \frac{Q}{c_p \Delta T} =$$

$$m = \frac{C_p \Delta T}{1 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C} (90 - 10) ^\circ\text{C}} = 266.79 \text{ kg}$$

RESUMEN DE DATOS DEL PROCESO.

Materia prima =	185.2 kg
Impurezas =	0.278 kg
Torta Ajonjoli =	63.6 kg
Bagazo =	9.26 kg
Gomas =	2.78 kg
Aceite extra virgen =	100 kg
Perdidas en el proceso =	9.26 kg
Calor necesario =	21343.374 Kcal
Steam =	21.343374 kg
Agua Enfriamiento =	266.79 kg

3.4 CONTROLES DE CALIDAD.

El Control de la Calidad se posesiona como una estrategia para asegurar el mejoramiento continuo de la calidad, mediante el desarrollo permanente de la calidad del producto y sus servicios.

La calidad de los procesos se mide por el grado de adecuación de estos a lograr la satisfacción del proceso. La toma de muestras, determinación de concentraciones y evaluación de resultados de semillas, sólo podrán ser realizados por laboratorios.

Se trabaja con lo que se conoce como Control estadístico de procesos, metodología que utilizando fundamentalmente gráficos permite monitorizar la estabilidad (calidad) de un proceso de producción o de suministro de un servicio, de forma que se detecte, cuanto antes, cualquier situación inadecuada; lo que permitirá eliminar las causas especiales de variabilidad en la obtención del resultado final, que es el aceite esencial.

La realización integral de todos nuestros trabajos está sometida a un riguroso control de calidad. Dicho control se lleva a cabo en dos etapas:

- Implementación de los estándares de normalización, para terminología y traducción: concepción, generación de bases de datos terminológicas, traducción, verificación y registro.

Calidad del aceite de ajonjolí.

De forma general, la calidad de un producto viene determinada por el conjunto de características propias que permiten apreciarlo como igual, mejor o peor que los restantes de su especie. En el caso concreto del aceite de ajonjolí, el patrón que define la calidad viene representado por un zumo oleoso obtenido de la semilla característica en perfectas condiciones de madurez, procedentes de un fruto sano; además, la extracción se habrá realizado a partir de un fruto fresco, evitando toda manipulación o tratamiento que altere la naturaleza química de sus componentes tanto a lo largo de dicha extracción como en el transcurso de su almacenamiento.

Los criterios de calidad que generalmente se aplican se refieren a:

- **Grado de acidez:** cantidad de ácidos grasos libres, expresados en ácido oleico. El valor máximo admitido por la reglamentación técnico-sanitaria

apto para el consumo humano es de 3,3 g por cada 100g de ácidos grasos. La acidez es una anomalía que tiene su origen principalmente en el mal estado de los frutos, mal tratamiento o mala conservación.

- **Índice de peróxidos.** Su valor determina el estado de oxidación e indica el deterioro que pueden haber sufrido ciertos componentes de interés nutricional, como es la vitamina E. Se mide en meq de oxígeno activo por kg y el valor limitante para el consumo es de 20.
- **Características organolépticas:** conjunto de sensaciones detectables por los sentidos: olor, sabor y color.

Se puede decir que la calidad del aceite de ajonjolí depende fundamentalmente de la variedad y luego de las técnicas de cultivo empleadas y del medio en que se desarrolla la planta.

3.4.1 CONTROL DE CALIDAD EN MATERIA PRIMA- PUNTOS DE CONTROL - VARIABLES CONTROLADAS.

Análisis de control de calidad

Semilla de Ajonjolí

- Humedad máx. 7,0%
- Impurezas máx. 2,0%

CONTROL E INSPECCIÓN

PROCESO

Se harán las inspecciones de equipos, sistemas de transporte, silos, tolvas de recepción, bodegas y tanques de almacenamiento. Los cuales deben presentar

condiciones de seguridad y limpieza para así evitar cualquier contaminación o deterioro del producto.

A continuación detallamos los principales análisis que se le realizan a la semilla y al aceite esencial obtenido:

TITULO: MATERIA GRASA.

1. DEFINICION

Conjunto de sustancias extraídas con éter etílico, éter de petróleo, hexano o cualquier otro solvente de grasas; seguida luego por la recuperación del solvente.

2. APLICACION

No hay un solo método aplicable a la determinación de grasa en todos los distintos tipos de productos existentes, aunque los métodos llamados de extracción están más cerca de un método general que la mayor parte de los restantes. A semejanza de otros muchos procedimientos analíticos, los métodos de determinación de grasa son empíricos en cierto grado, dependiendo del método empleado así como la procedencia del material.

Las variaciones en los métodos de análisis producen resultados variables. Esta diversidad de resultados puede atribuirse a distintos factores, pero probablemente, los dos más importantes son: a) el método empleado en la preparación de la muestra y b) la extensión o el grado en que la grasa, la grasa oxidada y ciertos componentes no grasos, sean solubles en el disolvente elegido.

3. REFERENCIA

Método basado en la extracción, Soxhlet.

4. APARATOS

- 4.1 Molino mecánico
- 4.2 Estufa
- 4.3 Batería de 6 hornillas

5. MATERIALES

- 5.1 Balón de 250 cc de fondo plano.
- 5.2 Sifón de extracción Soxhlet de 100 a 150 cc
- 5.3 Condensador Allihn
- 5.4 Mortero de porcelana
- 5.5 Cartucho de celulosa (dedales)
- 5.6 Algodón desgrasado
- 5.7 Arena tratada
- 5.8 Desecador

6. SOLVENTES

- 6.1 Hexáno.
- 6.2 Éter etílico.

7. PREPARACION DE LA MUESTRA

- 7.1 Si la muestra contiene más de 10% de humedad secar en cualquier equipo para desecación, sin que la muestra sufra recalentamiento para evitar la oxidación de la grasa.
- 7.2 Si la muestra es semilla con alto contenido graso y de contextura blanda (ricino) proceder a triturar en un mortero hasta obtener

homogeneidad. En el caso de semillas duras (soja, almendras de palma) y sus subproductos, proceder a moler con criba de 1 o 2 mm según su contenido graso.

8. PROCEDIMIENTO

- 8.1 Pesar en balanza analítica, de 3 a 5 g. de muestra, con aprox. de 0,1 mg. e introducir en un cartucho de celulosa. Tapar la muestra con algodón desgrasado.
- 8.2 Pesar en balanza analítica un balón de 250 cc limpio y seco.
- 8.3 Adicione aprox. 200 cc. de disolvente (hexano) en el balón y ponga el cartucho de celulosa que contiene la muestra en un sifón soxhlet, conecte el balón con el sifón y el condensador Allihn y ponga en la hornilla a calentar a reflujo aprox. a 70 grados centígrados. El tiempo de extracción se determinara según la naturaleza de la muestra, ver tabla de indicaciones para diferentes productos. (10.)
- 8.4 Después de terminada la extracción se saca el cartucho de celulosa que contiene la muestra desgrasada y se empieza con la recuperación del solvente. Tener cuidado de no quemar la grasa cuando ya no quede solvente.
- 8.5 Secar el balón con la grasa en una estufa a 105 grados centígrados durante 1 hora, luego sacar de la estufa y enfriar al ambiente en un desecador.
- 8.6 Pesar el balón.

9. CALCULOS

$$\% \text{ DE MATERIA GRASA} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W_3}$$

Donde:

W_1 = peso del balón vacío

W_2 = peso del balón con la grasa

W_3 = peso de la muestra

TITULO: CENIZAS.

1. DEFINICION

Residuo inorgánico que queda después de la incineración de la muestra en condiciones específicas.

2. REFERENCIA

Método de la AOCS

3. EQUIPO Y MATERIALES.

- a. Cápsula de porcelana de 100 c.c.
- b. Desecador
- c. Mufla
- d. Balanza analítica

4. PROCEDIMIENTO.

- 4.1 Secar la cápsula en estufa a 105 grados centígrados, luego enfriar en un desecador y pesar.
- 4.2 Pesar entre 5 y 10 g. de muestra y calentar gradualmente hasta 300 grados centígrados dejar durante 1 hora.
- 4.3 Calcinar la muestra durante 2 horas a una temperatura de 550 a 600 grados centígrados.

4.4 Dejar enfriar en la Mufla hasta una temperatura de 100 grados centígrados y pasar a un desecador hasta que se enfríe a temperatura ambiente.

4.5 Pesar la cápsula con la muestra calcinada.

5. CALCULO

$$\% \text{ DE CENIZAS} = \frac{\text{PESO DEL RESIDUO} * 100}{\text{PESO MUESTRA}}$$

3.4.2 CONTROL DE CALIDAD EN PROCESO DETERMINACION DE PUNTOS DE CONTROL.

TITULO: HUMEDAD & VOLATILES

1. DEFINICION

Esta norma tiene por objeto establecer dos métodos para determinar el contenido de humedad y otras materias volátiles, por calentamiento a 103 grados centígrados (perdida por calentamiento) en las grasas y aceites animales o vegetales.

2. ALCANCE

2.1 En esta norma se describen los métodos siguientes:

- a) Método del baño de arena o de la plancha eléctrica de calentamiento, y
- b) Método de la estufa.

- 2.2 El método del baño de arena o la plancha de calentamiento es aplicable a todos los aceites y grasas vegetales o animales.
- 2.3 El método de la estufa es aplicable únicamente a los aceites no secantes y a las grasas vegetales que tengan un índice de acidez menor a 4. La grasa de coco, las grasas de palma y las grasas animales no deben, bajo ninguna circunstancia, analizarse mediante este método.

2. REFERENCIA

Método AOCS 25 Ca₂ C-25

3. MATERIALES Y EQUIPOS

- 4.1 Cápsula de porcelana o de vidrio, con fondo plano, de 8 a 9 cm. de diámetro y 3 cm. aproximadamente de profundidad, (para el método del baño de arena o de la plancha de calentamiento).
- 4.2 Termómetro, con escala de 80 a 120 grados centígrados y longitud de aproximadamente 10 cm. provisto de bulbo reforzado de mercurio y cámara de expansión en su extremo superior, (para el método del baño de arena o de la plancha de calentamiento).
- 4.3 Baño de arena, o plancha eléctrica de calentamiento provista de placa de asbesto para evitar sobrecalentamiento y permitir el calentamiento uniforme, (para el método del baño de arena o placa eléctrica de calentamiento).
- 4.4 Cristalizador de vidrio, de diámetro de aproximadamente 5 cm. (para el método de la estufa).
- 4.5 Estufa, con regulador de temperatura, (para el método de la estufa).

- 4.6 Desecador, con sílica gel, alúmina activa u otro deshidratante adecuado, (para los dos métodos).
- 4.7 Balanza analítica, (para los dos métodos).

4. PREPARACION DE LA MUESTRA.

- 5.1 Si la muestra es líquida y presenta aspecto claro y sin sedimento, homogeneizarla invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.
- 5.2 Si la muestra es líquida y presenta aspecto turbio o con sedimento, invertir varias veces el recipiente que la contiene, hasta que el sedimento se haya separado completamente de las paredes del recipiente y se haya distribuido uniformemente en la masa.
- 5.3 Si la muestra es sólida o semisólida, calentarla en la estufa a una temperatura comprendida entre 40 y 60 grados centígrados (lo suficiente para fundir la muestra completamente) y, si presenta aspecto completamente claro, proceder de acuerdo con lo indicado en 5.1; en caso contrario, proceder de acuerdo con lo indicado en 5.2.

5. PROCEDIMIENTO

- 5.1 Método del baño de arena o de la plancha eléctrica de calentamiento.
 - 5.1.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra.
 - 5.1.2 Sobre la cápsula de porcelana previamente tarada y conteniendo el termómetro, pesar, con aproximación a 0,01 g., 20 g. de muestra.
 - 5.1.3 Calentar la cápsula, junto con su contenido, en el baño de arena o en plancha eléctrica de calentamiento, permitiendo que la temperatura se eleve hasta 90 °C. a razón de aproximadamente 10

°C. por cada minuto. Durante este proceso la muestra debe agitarse constante y cuidadosamente con la ayuda del termómetro.

5.1.4 Reducir el grado de calentamiento, observando, como referencia, la velocidad de formación de burbujas en el fondo de la cápsula. La temperatura no debe pasar de 105 °C Continuar la agitación, frotando el fondo de la cápsula hasta que la formación de burbujas se haya detenido.

5.1.5 Para asegurar la eliminación completa de la humedad, repetir el calentamiento a 103 °C. +- 2 grados varias veces, enfriando hasta 95 ° C. entre cada periodo de calentamiento. A continuación, enfriar la cápsula y su contenido (incluyendo el termómetro) hasta temperatura ambiente en el desecador y pesarlo.

5.1.6 Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento en el desecador y pesaje, hasta que la diferencia entre resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,002 g.

5.1.7 Cuando la muestra corresponde a una grasa animal, puede ocurrir que su masa aumente luego de repetidos calentamientos debido a fenómenos de autoxidación, en cuyo caso debe usarse el resultado de la pesada inmediatamente anterior a la primera pesada que presente el aumento de masa.

5.2 Método de la estufa.

5.2.1 La determinación debe efectuarse por duplicado, sobre la misma muestra.

5.2.2 Sobre el Cristalizador previamente tarado. pesar con aproximación a 0,01 g. aproximadamente 5 g. de muestra.

5.2.3 Colocar el Cristalizador, junto con su contenido, durante 1 hora en la estufa calentada a 103 °C. +-2 grados. A continuación, enfriarlos hasta temperatura ambiente en el desecador y pesarlos.

5.2.4 Repetir las operaciones indicadas en 6.2.3 pero reduciendo el periodo de calentamiento a 30 minutos, hasta que entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no excedan de 0,002 g.

6. CALCULOS

$$P = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} * 100$$

Donde:

p = perdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

m = masa de la cápsula con el termómetro, o masa del Cristalizador, en g.

m₁ = masa de la cápsula con el termómetro y la muestra, o la masa del cristalizador con la muestra antes del calentamiento, en g.

m₂ = masa de cápsula con el termómetro y la muestra o masa del Cristalizador con la muestra, después del calentamiento, en g.

7. PRECISION

La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,05% en caso contrario debe repetirse el análisis.

TITULO: ACIDOS GRASOS LIBRES

1. DEFINICION.

La acidez, o cantidad de ácidos grasos libres, en una grasa o productos derivados, expresado en porcentaje de la masa.

2. APLICACIÓN.

Aceites vegetales y marinos crudos y refinados en grasas animales.

3. REFERENCIA

Basado en el método AOCS Ca-5a-40

4. APARATOS

4.1 Balanza analítica o semianalítica.

4.2 Fiola de 250 c.c.

5. REACTIVOS

5.1 Alcohol etílico, formula 30 o 3^a.

5.2 Solución alcohólica al 1% de Fenolftaleína.

5.3 Solución de hidróxido de 0,1 Normal

6. PROCEDIMIENTO

6.1 Las muestras deben mezclarse bien y estar completamente líquidas antes de pesarlas de acuerdo a la tabla siguiente:

Acidos grasos libres %	Cantidad de muestra g	Cantidad de alcohol c.c.	Concentración de álcali N
0,0-0,2	56,4 +-0,2	50	0,1
0,2-1,0	28,2 +-0,2	50	0,1

1,0-30	7,05 +-0,05	75	0,25
30-50	7,05 +-0,05	100	0,25 o 1,0
50-100	3,225 +-0,001	100	1,0

6.2 Pesar la cantidad designada de muestra en la fiola de 250 c.c. y adicionar alcohol neutralizado (1 c.c. de indicador por cada 100 c.c. de alcohol) calentar para disolver bien la grasa.

6.3 Valorar con álcali agitando vigorosamente, hasta la aparición del primer color rosa permanente durante 30 segundos.

7. CALCULOS

$$\% \text{ de ácidos grasos libres, como oleico} = \frac{\text{c.c. de álcali} \times N \times 28,2}{\text{g de muestra}}$$

$$\% \text{ de ácidos grasos libres, como láurico} = \frac{\text{c.c. de álcali} \times N \times 20,0}{\text{g de muestra}}$$

$$\% \text{ de ácidos grasos libres, como palmítico} = \frac{\text{c.c. de álcali} \times N \times 25,6}{\text{g de muestra}}$$

6.6.3 CONTROL DE CALIDAD EN PRODUCTO TERMINADO.

TITULO: DETERMINACION DE COLOR

1. DEFINICION

El color característico de la mayor parte de las grasas y de los aceites es, predominante, una mezcla de amarillo y rojo, y se debe en primer lugar, a la presencia de pigmentos del tipo carotenóide. No obstante, son frecuentes otras

tonalidades, incluyendo el azul, verde y castaño. Este ultimo color se atribuye a la descomposición de constituyentes no grasos, particularmente proteínas.

2. REFERENCIA

Método AOCS Cc 13b-45

3. MATERIALES Y EQUIPO

- 3.1 Tintómetro Lovibond
- 3.2 Cubetas de vidrio de 5 1/4"
- 3.3 Cubetas de vidrio de 1 1/4"

4. PROCEDIMIENTO

- 4.1 Las cubetas a emplearse deben limpiarse y secarse antes de cada determinación.
- 4.2 El aceite a utilizar en el ensayo deberá estar limpio y a temperatura de 25 grados centígrados, para lo cual se lo calienta o enfría, según convenga.
- 4.3 Se llena la cubeta correspondiente al aceite en ensayo, con el limpio y se coloca en el Tintómetro, se mira por el tubo de observación y con la ayuda de los soportes corredizos se van colocando los vidrios tipo: primero la base de amarillo fijada y luego los vidrios rojos y azules para obtener una combinación de vidrios tal, que los dos semícamos del ocular presenten el mismo color. Para facilitar la operación, es conveniente fijar una relación amarillo/Rojo de 10/1 y luego comenzar a variar los azules.
- 4.4 Si no fuera posible obtener un tono igual al del aceite en ensayo se dejan fijos el o los vidrios amarillos que constituyen la base de amarillo

fijada para ese aceite y se le agregan los vidrios necesarios hasta obtener el tomo mas aproximado; esta circunstancia se deberá aclarar en el informe del resultado final. De ser necesario, se pueden utilizar tipos grises de vidrios, para mejorar la visión.

4.5 Si el color del aceite excede el rojo 10, se debe usar la cubeta de la dimensión siguiente, en la serie, y así sucesivamente hasta conseguir una cubeta en la cual es espesor de la capa de aceite, presente un color que no exceda el rojo 10 para la base de amarillo fijado.

4.6 Para expresar el resultado obtenido en la determinación, se suman separadamente los valores correspondientes a los vidrios amarillos, rojos y azules empleados y se indican esos valores precedidos por el nombre del color correspondiente y en el orden siguiente: Amarillo, Rojo y Azul, agregando la indicación de las medidas de la cubeta.

TITULO: INDICE DE YODO

1. DEFINICION

Gramos de yodo adicionados por 100 gramos de grasa para determinar su grado de insaturación.

2. APLICACION

Aceites y grasas vegetales, animales y sus mezclas.

3. REFERENCIA

Método AOCS Cd 1-25.

4. REACTIVOS.

- 4.1 Cloroformo.
- 4.2 Yoduro de potasio al 15%.
- 4.3 Thiosulfato de sodio 0,1 N.
- 4.4 Solución indicadora de almidón al 1%.
- 4.5 Solución de Wijs.
- 4.6 Acetato de mercurio.
- 4.7 Agua destilada

5. MATERIALES Y EQUIPO

- 5.1 Erlenmeyer de 250 ml con tapa esmerilada.
- 5.2 Buretas de 50 ml.
- 5.3 Balanza analítica.
- 5.4 Dispensadores de 50 ml y 10 ml

6. PROCEDIMIENTO

- 6.1 Pesar aproximadamente 0,25 a 0,50 g. de muestra en un erlenmeyer limpio y seco.
- 6.2 Añadir 20 ml. de cloroformo y agitar hasta que la muestra se disuelva completamente.
- 6.3 Añadir 25 ml. de solución de Wijs e inmediatamente adicionar 10 ml. de acetato de mercurio, si no hubiese acetato dejar una hora en la oscuridad.
- 6.4 Agregar 25 ml. de yoduro de potasio al 15%
- 6.5 Lavar la tapa y las paredes con 25 ml. de agua destilada.
- 6.6 Añadir 0,5 ml. de la solución de almidón al 1%

- 6.7 Titular con Thiosulfato de sodio 0,1 N hasta desaparición del color azul oscuro.
- 6.8 Simultáneamente con la muestra se realiza un blanco (sin aceite) en las mismas condiciones.

7. CALCULOS

$$IY = \frac{12,69 * (B-X)*N}{W}$$

donde:

B = Volumen de Tíosulfato de la titulación del blanco.

X = Volumen de Tíosulfato de la titulación en la muestra.

N = Normalidad del Tíosulfato de sodio

W = Peso de la muestra.

TITULO: INDICE DE SAPONIFICACION

1. DEFINICION

Hidrólisis de un éster para dar el correspondiente alcohol y ácido o sal, estado por el numero de mg. de KOH requeridos para la saponificación de 1 g. de grasa.

2. APLICACION

A todos los aceites y grasas vegetales, animales y sus mezclas.

3. REFERENCIA

Método AOCS Cd 3-25

4. REACTIVOS.

- 4.1 Solución alcohólica de hidróxido de potasio: Colocar de 5 a 10 g. de KOH en un balón de 2000 ml. de capacidad, agregar de 5 a 6 granallas de zinc o aluminio y 1200 a 1500 ml. de alcohol etílico de 95 grados y hervir durante 30 a 60 min., destilar el alcohol rechazando los primeros 50 ml. y luego disolver 40 g. de KOH en 1000 ml. de alcohol así tratado. Esta solución debe usarse mientras permanezca limpia e incolora.
- 4.2 Solución alcohólica de Fenolftaleína al 1%.
- 4.3 Solución de ácido clorhídrico 0,5 N.

5. MATERIALES Y APARATOS

- 5.1 Balanza analítica.
- 5.2 Calentador baño maría
- 5.3 Balón de 250 ml. con cuello esmerilado.
- 5.4 Bureta graduada a 0,1 ml.
- 5.5 Refrigerante a reflujo
- 5.6 Perlas para ebullición

6. PROCEDIMIENTO

- 6.1 Pesar con aproximación de 1 mg., de 2 a 3 g. de muestra en un balón de 250 cc.
- 6.2 Agregar 25 ml. de solución etanólica de KOH, poner unas perlas para ebullición.

- 6.3 Poner a ebullición en baño maría y con un condensador a reflujo durante 60 minutos.
- 6.4 Enjuagar el refrigerante con 5 ml. de alcohol etílico agregando el liquido de enjuague al balón.
- 6.5 Añadir 1 ml. de Fenolftaleína al 1% y titular con HCL 0,5 N hasta desaparición del color rosado.
- 6.6 Realizar un ensayo en blanco, de igual forma como se procedió para el análisis con la muestra.

7. CALCULOS

$$IS = \frac{56,1*(V_1-V_2)*N}{W}$$

donde:

V_1 =Volumen de la solución de HCL empleado en la valoración del blanco.

V_2 =Volumen de la solución de HCL empleado en la valoración de la muestra.

N = Normalidad de la solución de HCL

W = Peso de la muestra.

TITULO: DENSIDAD RELATIVA O PESO ESPECIFICO

1. DEFINICION

La densidad y el peso específico de las grasas y aceites, varia con el peso molecular y la no saturación. Esta dada básicamente por la relación existente entre el peso sobre su volumen a una determinada temperatura tomando como base la densidad del agua.

2. REFERENCIA

Método del Picnómetro

3. MATERIAL

Picnómetro.

4. PROCEDIMIENTO Y CALCULO

Determinar el peso del agua contenida en el Picnómetro o frasco a emplear en la medición del peso específico de grasas y aceites. Esto se realiza pesando los frascos antes y después del llenado con agua destilada. Derretir la muestra y filtrarla a través de papel filtro, para eliminar cualquier impureza y las últimas trazas de humedad. La muestra debe estar completamente seca. Enfriar la muestra a 20 - 23 grados cent. y llenar el frasco hasta desbordamiento, manteniéndolo en un ángulo tal que se evite el embolsamiento de burbujas de aire cuando se está añadiendo la muestra. Colocar el tapón en el frasco e introducirlo y mantenerlo en baño de agua a 25 grados cent. +/- 0,2 durante 30 min. Limpiar cuidadosamente cualquier resto de aceite que haya podido salir por el orificio del capilar y retirar el frasco del baño.

Secarlo y limpiarlo a fondo. Pesar el frasco y su contenido y calcular el peso específico mediante la fórmula:

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{peso del frasco con el aceite} - \text{peso del frasco}}{\text{peso del agua a 25 gr.cent.}}$$

TITULO: IMPUREZAS INSOLUBLES

1. DEFINICION

El término de impurezas insolubles se aplica, en la industria de grasas y aceites, a una diversidad de sustancias extrañas, a excepción de la humedad y de la materia volátil. Según la AOCS las impurezas consisten en polvo, harinas y otras sustancias extrañas insolubles en queroseno y en éter de petróleo.

2. REFERENCIA

Método AOCS

3. APLICACION

A todas las grasas y aceites naturales que contengan lo que podría llamarse tipos normales de impurezas insolubles.

4. MATERIALES Y EQUIPOS.

Crisol o vaso de vidrio

Placa caliente

Papel filtro

Estufa

Desecador

Balanza analítica

Varilla de vidrio

5. REACTIVOS Y SOLUCIONES QUIMICAS

Eter etílico o de petróleo.

6. PROCEDIMIENTO

- 5.1 Fundir y homogeneizar la muestra y pesar 5 g. añadiendo 50 veces su volumen de solvente.

- 5.2 Mezclar el contenido con la varilla de vidrio, si es necesario calentar suavemente para disolver bien.
- 5.3 Filtrar por papel filtro previamente seco en una estufa a 105 gr.cent. y tarado a peso constante.
- 5.4 Lavar el vaso y la varilla con porciones pequeñas de solvente pasándolas por el papel filtro.
- 5.5 Secar el papel filtro en estufa a 105 gr. cent. y enfriar en desecador, repetir el secado hasta peso constante.

7. CALCULOS

$$\% \text{ de impurezas} = \frac{(w_1 - w_2) * 100}{w}$$

donde:

w = peso de la muestra

w_1 = peso papel filtro después de pasar la muestra

w_2 = peso papel filtro seco

TITULO: PROTEINA TOTAL

1. DEFINICION

El contenido en nitrógeno, que se expresa como nitrógeno total o "proteína" (nitrógeno * 6,25), se determina casi siempre por una combustión líquida en la

que se convierte el nitrógeno, primero en sulfato amónico y finalmente en amoníaco; el amoníaco formado se destila y se titula.

2. REFERENCIA

Método A.O.A.C 1980

3. MATERIALES Y EQUIPO

- 3.1 Balanza analítica
- 3.2 Balón Kjeldahl de 800 c.c.
- 3.3 Hornilla o manta de calentamiento
- 3.4 Equipo Kjeldahl (trampa para líquido y condensador)
- 3.5 Matraz graduado de 500 c.c.

4. REACTIVOS QUÍMICOS

- 4.1 Ácido sulfúrico p.a. min. 95%
- 4.2 Hidróxido de sodio al 33% (500 g. en 1 L. agua).
- 4.3 Catalizador (Mezcla de sulfato de sodio con sulfato cúprico o se puede usar las tabletas de Selenio ya preparadas).
- 4.4 Ácido bórico al 3% (40 g. en 1 L. agua)
- 4.5 Ácido sulfúrico o clorhídrico 0,5 N
- 4.6 Indicador mixto, (1 parte de rojo de metilo al 0,2% y 5 partes de verde de bromocresol al 0,2%, solución alcohólica)
- 4.7 Zinc en granallas

5. PROCEDIMIENTO

- 5.1 Pesar de 0,5 a 2 g. de muestra en un papel filtro, doblar y poner dentro del balón kjedahl .

- 5.2 Agregar el catalizador; 2 pastillas Kjeldahl.
- 5.3 Adicionar 25 c.c. de ácido sulfúrico p.a. al 95%
- 5.4 Poner a digerir calentando gradualmente, (prender el extractor de gases).
- 5.5 La digestión dura de 45 a 1 hora y se determina por que la muestra debe estar completamente clara.
- 5.6 Una vez terminada la digestión sacar el balón para enfriar, mientras se enfría poner en un matraz de 500c.c., 75 c.c. de ácido bórico y adicionar 1 c.c. de indicador mixto.
- 5.7 Colocar en el condensador, el matraz con el ácido bórico, para recoger el destilado, asegurándose que la manguera o el final del condensador quede sumergido en el ácido.
- 5.8 Agregar a la muestra digerida 200 c.c. de agua destilada y mezclar bien.
- 5.9 Adicionar 3 a 4 granallas de zinc para controlar la ebullición y seguido agregar 100 c.c. de hidróxido de sodio al 33%.
- 5.10 Inmediatamente conectar el balón a la trampa con el condensador y mezclar cuidadosamente antes de empezar la destilación.
- 5.11 Se debe recoger aproximadamente 175 ml, la destilación suele durar 30 min. a partir de la condensación de la primera gota.
- 5.12 Terminada la destilación titular el destilado con ácido sulfúrico 0,5 N hasta cambio de color (azul a rojo) persistente.

6. CALCULOS

6.1 PORCENTAJE DE NITROGENO.

$$\% N = \frac{\text{c.c. de ácido sulfúrico} * \text{normalidad} * f}{\text{peso de la muestra g.}}$$

Donde:

N = nitrógeno

f = factor de nitrógeno = 1,4

6.2 PROTEÍNA TOTAL

$$\text{Proteína total} = N * 6,25$$

DETERMINACIÓN: PRUEBA EN FRÍO (COLD TEST)

Definición: Este método mide la resistencia en el tiempo de la muestra a la cristalización y es comúnmente usado como un índice de la Winterización y el proceso de remoción de estearina.

ALCANCE: Aplicable a todos los aceites vegetales y animales normales, refinados.

MATERIALES Y EQUIPOS.

- Tubos de ensayo con sus respectivos tapones, estos deben ser completamente limpios y secos, libres de partículas de polvo.
- Baño termostático con una capacidad de 2-5-1.
- Anticongelante
- Hot plate.

METODOLOGÍA.

PROCEDIMIENTO:

1. Calentar la muestra en un hot plate hasta fundirla completamente. El propósito de este calentamiento preliminar es homogenizar la muestra y retirar trazas de humedad y destruir núcleos de cristales que persistan, estos pueden interferir en el test, causando ennublamiento y cristalización permanente.
2. En caso de presencia de impurezas, será necesario filtrar la muestra previo a la determinación.
3. Llene con la muestra de aceite un tubo de ensayo completamente y luego coloque el tapón, ajústelo adecuadamente.
4. Sumerja el tubo de ensayo que contiene la muestra en el baño termostático, el mismo que debe estar estabilizado a la temperatura de trabajo.

5. Realizar las lecturas a intervalos regulares de tiempo, de observarse presencia de nubosidad o turbidez en la muestra, de ser este el caso la prueba se reportará como positiva.
6. Registrar el tiempo transcurrido hasta que la muestra presente turbidez o nubosidad, conjuntamente con la temperatura de trabajo. No confunda burbujas de aire pequeñas y finamente dispersas con cristales. La muestra habrá resistido la prueba si se conserva clara, limpia y brillante (Es deseable, continuar la prueba, examinar la muestra cada hora antes de 5.5 horas, retornando la muestra lo más rápido posible a baño para no incrementar significativamente la temperatura). Ver la muestra a través de un fondo oscuro, por el contraste

DETERMINACIÓN DEL INDICE DE PEROXIDO

Definición: Este método determina todas las sustancias en término de miliequivalentes de peróxido de oxígeno por 1000 g de muestra, por oxidación del yoduro de potasio (KI) bajo las condiciones de esta prueba. Las sustancias son generalmente peróxidos u otros productos similares de oxidación de grasas.

Alcance: Aplicable a todas las grasas y aceites normales incluyendo margarinas. Este método es altamente empírico y cualquier variación en el procedimiento del ensayo podría ocasionar variaciones de resultados.

MATERIALES Y EQUIPOS.

- Pipeta de 0.5ml u otro aparato volumétrico con capacidad de dosificar 0.5ml de solución saturada de yoduro de Potasio (KI).
- Frasco erlenmeyer con tapón de vidrio de 250 ml.

REACTIVOS

- 1.- Solución de Acido Acético-Cloroformo (3:2 volumen-volumen), preparado mezclando 3 volúmenes de ácido Acético glacial grado reactivo con dos volúmenes de cloroformo grado reactivo. (mirar los cuidados y notas,1).
- 2.- Solución de Yoduro de potasio (IK) saturado, solución fresca preparada cada día de análisis por disolución en exceso de yoduro de potasio en agua destilada fresca. Verificar que la solución permanezca saturada durante su uso,

se usa como indicativo la presencia de cristales de IK sin disolver. Almacenar en lugares oscuros cuando no se use. La prueba para verificar la solución saturada de IK se realiza añadiendo 2 gotas de solución de almidón y 0.5ml de solución de IK en 30 ml de la solución ácido acético – cloroformo, si el color azul formado requiere más de una gota de solución de Tiosulfato de sodio 0.1N para desaparecer, descartar la solución de IK y preparar una solución fresca.

3.- Solución de Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 0.1N Debidamente estandarizado con estándar primario de dicromato de potasio de la siguiente manera.

- a). Solución de Tiosulfato de sodio 0.1N, preparada por disolución de 24.9g de tiosulfato de sodio en agua destilada y diluyendo a un litro.
- b). El estándar primario de dicromato de potasio deberá ser finamente pulverizado y secado a 105 °C por 2 horas y enfriado en un desecador. Pesar entre 0.16 a 0.22g de dicromato de potasio en un frasco o botella de 500ml, disolver en 25ml de agua, añadir 5 ml de ácido clorhídrico concentrado, 20 ml de solución de IK, mezclar. Transcurridos 5 minutos de reposo añadir 100 ml de agua destilada. Titular con solución de Tiosulfato de sodio agitando continuamente hasta que el color amarillo haya casi desaparecido. Añadir de 1 a 2 ml de indicador de almidón y continuar con la titulación, añadir la solución de tiosulfato de sodio lentamente hasta que el color azul casi desaparezca. La concentración de la solución de tiosulfato de sodio es expresado en términos de normalidad.

Normalidad $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = (20.394 \times \text{Peso de } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) / \text{ml de Sol. Tiosulfato de Sodio.}$

4.- Solución de tiosulfato de sodio 0.01 N debidamente estandarizada. Esta solución puede ser preparada pipeteando cuidadosamente 100ml de solución de tiosulfato de Sodio 0.1N en un frasco volumétrico de 1000ml y diluyendo cuidadosamente con agua destilada fresca.

5.- Solución indicadora de almidón aprobada por sensibilidad, preparar pesando 1 g de almidón. Añadir un poco de agua destilada fría, añadir mientras agita 200ml de agua hervida y mantenerlo unos pocos segundos, inmediatamente retirar del calor y enfriar. Ácido salicílico (1.25g por litro) puede ser añadido como preservante del indicador si requiere un almacenamiento prolongado. La solución puede ser mantenida en un refrigerador a temperatura de 4 a 10 °C. Indicador fresco puede ser preparado cuando el final del punto de titulación de

azul o una tonalidad menor no es constante. Si es almacenado bajo refrigeración, la solución de almidón puede ser estable durante 2 a 3 semanas.

- a). Test de sensibilidad: Tomar 5 ml de solución de almidón y colocar en 100ml de agua, añadir 0.05ml de solución de yoduro 0.1N, la intensidad del color azul formado puede estar desapareciendo al añadir 0.5ml de solución de tiosulfato de Sodio 0.1N.

PROCEDIMIENTO PARA ACEITES Y GRASAS

1. Pese 5.00g +/- 0.05g de muestra en un frasco erlenmeyer de 250 ml que tenga tapón de vidrio, adicione 30 cm³ de solución ácido acético – cloroformo 3:2. Agite hasta disolver la muestra. Adicione 0.5 cm³ de solución IK sobre saturada usando una pipeta volumétrica.
2. Agite y deje reposar la solución en un lugar oscuro por exactamente 1 minuto, entonces inmediatamente añada 30 ml de agua destilada.
3. Titule con tiosulfato de Sodio 0.1N, añadiendo gradualmente con agitación constante. Continúe con la titulación hasta que el color amarillo de la solución de yoduro haya desaparecido. Añadir 0.5ml de solución indicadora de almidón y continúe la titulación con agitación constante, especialmente cuando este cerca del punto final para liberar todo el Yoduro de la capa solvente. Adicione el tiosulfato gota a gota hasta que el color azul desaparezca.
4. Realice una determinación de blanco de los reactivos diariamente. La titulación del blanco no deberá exceder 0.1ml de solución de tiosulfato de Sodio 0.1 N.

El índice de peróxido se expresa en miliequivalente de peróxido/1000g muestra.

$$\text{Peróxido} = \frac{[(S-B) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 1000]}{[\text{Peso Muestra}]}$$

donde:

S= Titulación de la muestra, ml

B= Titulación del blanco, ml

N= Normalidad de l solución de tiosulfato de sodio.

NOTAS:

El cloroformo es un cancerígeno conocido, es tóxico por inhalación y presenta propiedades anestésicas, evitar el contacto con la piel. La inhalación prolongada o la ingestión puede poner en serio peligro su salud e incluso puede ser fatal. No es inflamable pero puede combustionarse por exposición prolongada a las llamas o las altas temperaturas. El TLV es de 10ppm en el aire. Campanas sorbonas deberán ser usadas todo el tiempo cuando se use cloroformo.

El ácido acético en estado puro es moderadamente tóxico por inhalación e ingestión. Es un fuerte irritante de la piel. El TLV en aire es 10 ppm.

Notas Numeradas

1. El Iso-Octano ha sido propuesto como un remplazo del Cloroformo es este método usando iso-octano fue aprobado por el Comité de Unificación de Metodos AOCS en 1990 como método AOCS Cd-8b-90 y aparece en la segunda impresión de la 4ta edición de los métodos oficiales de la AOCS. El método usando iso-octano es preferido por la eliminación de cloroformo. Es la intención del Comité de Unificación de Métodos de la AOCS la eliminación del ácido acético-cloroformo de la versión del método (AOCS método oficial: Cd-8-53) del libro de Métodos en los siguientes años.
2. Si en la titulación se emplea menos de 0.5ml usando sol. De tiosulfato de sodio 0.1N, repetir la determinación usando solución de tiosulfato de sodio 0.01N.

CAPITULO 4

EQUIPOS

4.1 PROCESO PARA LA SEMILLA DE AJONJOLÍ

- Limpieza
- Cocina para Ajonjolí
- Prensa Krupp.
- Vibramatic.
- Filtro prensa
- Tanque para aceite crudo
- Tanque para aceite filtrado

4.2 PLANTA DE PREPARACION.

EQUIPO PARA LIMPIEZA DE AJONJOLÍ (E323)

Cantidad: 1

Descripción: Zaranda para limpieza marca BAUER BROS de 2 pisos con aspiración de aire. Trabaja a 400 RPM con un motor marca UNICLOSED MOTOR, trifasico 230/460 V., 3 HP,1740 RPM. Los pisos son de 3 mts de largo por 90 cm de ancho. El primer piso tomado en orden de ingreso del material tiene una malla con agujeros de 2,5 mm de 170 cm. de largo por 90 cm. de ancho, el segundo piso tiene una malla con agujeros de 1 mm de 170 cm. de largo por 90 cm. de ancho.

El ventilador trabaja en conjunto con el rompedor de aire, con un motor marca CORRALI trifasico 220/380, 50 HZ, 15 HP, 1455 RPM.

Separador ciclónico en serie, consta de 2 cuerpos. El primer cuerpo tiene las siguientes medidas:

Cilindro 61 cm de alto por 78 cm de diámetro, cono 116 cm de alto por 26,7 cm de diámetro inferior. El segundo tiene el cilindro 61 cm de alto por 79,6 cm de diámetro, el cono 138 cm de alto por 26,7 cm de diámetro inferior. La entrada a los ciclones es de 26,7 cm.

Función: Separar las impurezas de la semilla de ajonjolí, la semilla se dosifica por una tolva hacia la zaranda, en el primer piso son aspiradas las impurezas más livianas como palitos, hojas, etc. que van a los ciclones para ser recogidos en sacos, en esta malla se quedan las impurezas grandes que caen a un saco y la semilla pasa al siguiente piso donde se elimina la tierra, la cual pasa la malla y se recoge en un saco. La semilla sale del segundo piso y va hacia el soplador que la entrega a un ciclón de la cocina de la prensa KRUPP.

TRANSPORTE NEUMÁTICO (T352).

Descripción: Soplador marca AERZEN, serie GMB, talla 14,8 , serie # 271309, motor marca HIGH EFICIENCY, trifásico 230/460 V. 7,5 HP, 1700 RPM.

Función: Transporta la semilla de ajonjolí hacia la cocina (E324) de prensa Krupp.(E325).

COCINA PARA AJONJOLÍ (E324).

Cantidad: 1

Descripción: Cocinador de 3 pisos con calentamiento en pisos y paredes (indirecto), cada piso tiene las siguientes dimensiones: alto 45 cm por 145 cm

de diámetro. Agitación por aspas accionadas por un motoreductor de 8 HP (sin placa).

Ciclón que recibe la semilla antes de entrar a la cocina, tiene las siguientes medidas: cilindro 64 cm de alto por 79,5 cm de diámetro, el cono 118 cm de alto por 26,7 cm de diámetro inferior.

Esclusa para dosificar material trabaja con un motoreductor de 0,6 HP, 1800 RPM.

Función: Calentar la semilla (95 °C) para ingresar a la prensa.

4.3 PLANTA DE EXTRACCION.

PRENSA KRUPP (E325)

Cantidad: 1

Descripción: Prensa de doble paso accionada por un motor SIEMENS trifasico 220 V, 48 HP, 875 RPM.

Función: Prensar la semilla de ajonjolí, la torta del primer paso entra al segundo y el aceite sale por las costillas para ir al proceso de depuración.

4.4 PLANTA DE DEPURACION.

BOMBA PARA ACEITE DE AJONJOLÍ CRUDO (B355)

Descripción: Marca VIKING de 1 ½ pulg., motor marca CEN, trifasico 220/380 V. 3 HP, 1400 RPM.

Función: Bombea el aceite al tanque (E327) deposito de aceite para filtrar.

TANQUE PARA ACEITE CRUDO (E327)

Cantidad: 1

Descripción: Tanque cilindrico con cono de acero inoxidable tipo 304, con las siguientes medidas: cilindro 162 cm de alto por 100 cm de diámetro , cono 70 cm de alto por 10,5 cm de diámetro inferior. Visor a 112 cm tomado desde la parte superior del tanque.

BOMBA PARA ACEITE DE AJONJOLÍ A FILTRAR (B356)

Descripción: Marca VIKING 1 ½ pulg., motor marca CEN, trifasico 220/380 V., 4,7 HP, 1700 RPM.

Función: Bombea el aceite del tanque (E327) hacia el filtro prensa (E328) y al tanque (E329).

FILTRO PRENSA (E328)

Cantidad: 1

Descripción: Filtro prensa de placas, de acero inoxidable tipo 316, con las siguientes dimensiones:

Largo 130 cm por 42 cm de ancho con 16 placas de 42 cm por 28 cm, espesor de la placa 1,5 cm. **Función:** El aceite del tanque deposito es bombeado a temperatura ambiente (30 °C) hacia el filtro para eliminar las impurezas (harinas) mas pequeñas.

4.5 TRATAMIENTO DE RESIDUOS (PRODUCTOS RESIDUALES).

SEPARADOR DE SOLIDOS DE AJONJOLÍ (VIBRAMATIC) (E326)

Cantidad: 1

Descripción: Separador de finos marca ERIEZ , motor trifasico 230/460 V., 2,0 HP. El motor esta acoplado a un sistema de vibración por medio de poleas. Tiene dos pisos de 120 cm de diámetro por 20 cm de alto, trabaja el primero con una malla con agujeros de 0,25 mm. de 90 cm de diámetro.

Función: El aceite que viene de la prensa con sedimento (10 a 15%) cae al separador para retirar los sedimentos mas gruesos , por medio de vibración cierne el aceite, este pasa por la malla y es bombeado a un tanque deposito los sedimentos salen por el primer piso y se mezclan con la torta.

Sinfín de torta de Ajonjolí (T351)

Descripción: Trabaja con un motoreductor marca SEW, trifasico 220/440 V., 2 HP, 1680 V, aislamiento tipo B., reduce a 48 RPM

Función: Entrega la torta al elevador # 9 (T339)

4.6 PLANTA DE ENVASADO (PRODUCTO TERMINADO).

TANQUE PARA ACEITE FILTRADO (E329)

Cantidad: 1

Descripción: Tanque cilindrico conico de acero inoxidable tipo 304, con las siguientes dimensiones:Cilindro 80 cm de alto por 79 cm de diámetro, cono 45 cm de alto por 5 cm de diámetro inferior.

Visor a 30 cm de la parte superior del tanque.

Función: Almacenar el aceite filtrado para ser envasado.

CAPITULO 5

RESULTADOS Y ANALISIS

5.1 ANALISIS DE PROCESO.

- ✓ La materia prima se recibe con muchas impurezas, por lo cual se le realiza una clasificación con la zarandas, con una malla específica de 400 u, para eliminar polvillo y tierra.
- ✓ La semilla cae a la segunda zaranda donde son eliminadas las impurezas con diámetro superior a la semilla que mide 5 mm.
- ✓ El fin del soplador es de transportar la semilla hacia el tornillo sinfín que tiene una longitud de 12 metros, y de ahí es llevada a la cocina.
- ✓ La operación de cocinado se la lleva a cabo a 90 °C, durante una hora con el fin de extraer la mayor cantidad de grasa en la semilla.
- ✓ En la operación de prensado es donde se separa la torta que sale por la parte frontal y el aceite sale por las partes laterales de la prensa.
- ✓ El producto obtenido de la prensa es un aceite base con impurezas como son las gomas y con sólidos que lo dan la apariencia turbia.
- ✓ El aceite que se obtiene de la prensa pasa a un separador vibratorio de sólidos finos y gruesos (VIBRAMATIC), mediante un sistema de vibración y mallas con agujeros de 0.25 mm.
- ✓ El aceite pasa a un tanque depósito de acero inoxidable tipo 304, cilíndrico de donde es enfriado a una temperatura de 5 – 8 °C, con la finalidad de que las gomas queden retenidas a dicha temperatura en el filtro prensa y mediante una bomba de presión es enviado a la siguiente operación.
- ✓ Mediante la bomba de presión el aceite pasa por el filtro prensa de placas de acero inoxidable tipo 316, equipado con paños filtrantes y papel filtro para retener toda clase de impurezas y gomas para obtener un aceite completamente limpio, transparente y de un color amarillo dorado.

- ✓ Este aceite se lo recibe en un tanque cilindrico conico de acero inoxidable tipo 304, en donde se lo envasa en tambores metalicos cerrados de grado alimenticio.

5.2 RESULTADOS.

INFORME DE LABORATORIO # 001

REFERENCIA : MUESTRAS DE ACEITE VIRGEN DE AJONJOLI

Se analizaron las dos muestras de aceite de ajonjoli virgen (sesame oil): con los siguientes resultados

CHINA SEA

humedad	0,10%
acidez	1,29%
color:	amarillo 79
rojo	19
azul	9
olor	semilla tostada
sabor	aceite de ajonjoli

ACEITE AJONJOLI ENVASE PLASTICO

humedad	0,10%
acidez	0,66
color	negro
olor	semilla tostada
sabor	aceite de ajonjoli

REFERENCIA: SEGUNDA PRUEBA SEMILLA DE AJONJOLI TOSTADA

AJONJOLI TOSTADO ALTO - QUEMADO

Temperatura de tostacion	160 - 170
Cantidad de semilla	500 g.
Tiempo de tostado	2 horas 30 minutos
Color de semilla tostada	Café obscuro
Color del aceite lovibond 1 1/4	Am= 30 / Rj=22 / Az=18
	Café oscuro semitransparente
Olor del aceite	Ajonjolí intenso tostado
Sabor	Ajonjoli tostado, amargo- debil
Acidez	0,64 % oleico

AJONJOLI CHINA SEA (SIMILAR)

Color del aceite lovibond 1 1/4	Am=32 / Rj=20 / Az=3
	Café oscuro semitransparente
olor del aceite	Ajonjoli, intenso tostado
Sabor	Ajonjoli tostado, amargo-debil
Acidez	1,29% oleico.

REFERENCIA: ACEITE DE AJONJOLI VIRGEN LORIVA(USA)

ANALISIS DE ACEITE LORIVA (USA)

color (lovibond celda 5 1/4)	Am=42 / rj=27
acidos grasos libres (oleico)	0,97%
humedad & volatiles	0,11%
aspecto	claro y presencia de turbidez
olor	caracteristico a ajonjoli virgen

REFERENCIA: ACEITE DE AJONJOLI REFINADO

METODO DE ENSAYO (AOCS)

color (lovibond celda 5 1/4)	8,0 y, 1,6 r	cd.13 b-45
acidos grasos libres (oleico)	0,08%	ca. 5a-40
humedad & volatiles	0,10%	cd.2d-25
indice de yodo (wijs)	115	cd.01-25
indice de peroxido	0	cd. 08-53
indice de totox	0,92	calculado
indice de anisidina	0,92	cd. 18-90
indice de saponificacion	188,4	
cold test (o.c.)	15h(-)	cc. 11-53
fosfatidos	< 5ppm	cc. 12-55
gravedad especifica	0,924	

REFERENCIA: VIRGIN ROASTED SESAME SEED OIL

CALIDAD VIRGIN ROASTED SESAME SEED OIL

METODO DE ENSAYO

CERTIFICADO DE ANALISIS (AOCS)

color (lovibond celda 5 1/4)	Am=60/rj=4,4 / az=0	cd.13 b-45
acidos grasos libres (oleico)	0,72%	ca. 5a-40
humedad & volatiles	0,10%	cd. 2d-25

indice de yodo (wijs)	115 cd.01-25
indice de saponificacion	188,40%
gravedad especifica	0,92%

REFERENCIA: PROMEDIO DE SEMILLA INGRESADA

PROMEDIO DE ANALISIS DE SEMILLA INGRESADA DE AJONJOLI

	HUMEDAD	IMPUREZA	MAT.GRASA	ACIDEZ
Proveedor 1	6,51	1,52	49,82	0,73
Proveedor 2	6,64	0,98	51,07	0,79
Proveedor 3	7,12	1,84	50,89	0,79
Promedio	6,76	1,45	50,59	0,77

REFERENCIA: PROCESO DE AJONJOLI

PROCESO DE AJONJOLI DEL 20 AL 25 DE JUNIO DEL 2003

SEMILLA DE COMPRA

	HUMEDAD%	MG%	IMPUREZ.%
X	8,79	55,89	0,96
B.S		61,28	

TORTA

	HUMEDAD%	MG%
X	9,16	16,63
B.S.		18,3

ACEITE

	HUMEDAD%	ACIDEZ
X	0,13	0,59

REFERENCIA: MEZCLA DE ACEITE VIRGEN DE AJONJOLI CON ACEITE TOSTADO DE AJONJOLI

MEZCLA DE ACEITE#1 (10/50)

16.6% AJONJOLI TOSTADO

83.4% AJONJOLI VIRGEN

COLOR

AMARILLO 50

ROJO 26

AZUL 4,3

MEZCLA DE ACEITE#2 (10/120)

7,7% AJONJOLI TOSTADO

92.3% AJONJOLI VIRGEN

COLOR

AMARILLO 44

ROJO 19.6

AZUL 3

ACEITE DE SOJA DESGOMADO

COLOR

AMARILLO 37

ROJO 10,1

AZUL 1,7

REFERENCIA: VIRGIN SESAME SEED OIL

CALIDAD: VIRGIN SESAME SEED OILM

METODO DE ENSAYO

CERTIFICADO DE ANALISIS (AOCS)

color (lovibond celda 5 1/4)	Am=38/rj=2 / az=0 cd.13 b-45
acidos grasos libres (oleico)	0,58% ca. 5a-40
humedad & volatiles	0,10% cd. 2d-25
indice de yodo (wijs)	115 cd.01-25
indice de saponificacion	188,40%
gravedad especifica	0,924%

REFERENCIA: SEMILLA DE AJONJOLI NEGRA DE LA INDIA

BLACK SESAME SEEDS	BLACK SESAME SEEDS
GRADO 98/2	GRADO 99/1
ESTRA#2032A	ESTRA#2032B

HUMEDAD	4,9	5,1
MATERIA GRASA	53,11	52
ACIDEZ	0,53	0,79

REFERENCIA: MUESTRA #2 CON 10% DE SEMILLA TOSTADA AL MAXIMO

acidez	0,66% oleico
humedad & volatiles	0,10%
color lovibond 1 1/4	Am=30/ rj=12.2 / az=1.2 Ambar obscuro, brillante
olor	concentrado y agradable a ajonjoli tostado
sabor	muy bueno a ajonjoli tostado amargo debil

REFERENCIA: ANALISIS DE MUESTRA DE SEMILLA DE AJONJOLI

SEMILLA DE AJONJOLI (SESAMO)

BOLIVIAN SHOJI S.R.L.

IMPORT-EXPORT

ANALISIS

humedad:	7,75%
materia grasa:	52,66%
a.g.l.:	1,0% oleico
proteina total:	23,79%
ceniza:	3,68%
impurezas:	0,085%

REFERENCIA: FORMULA CUALI-CUANTITATIVA

densidad relativa 25° /25°c		0,92
indice de yodo	cg/g	112,5
acidez(como acido oleico)	%	0,58
humedad y volatiles	%	0,1
indice de saponificacion mg/g		188,4
material insaponificable %		1,8
indice de refraccion 25°c		1,474

INGREDIENTES: ACEITE DE AJONJOLI 100%

REFERENCIA: PROCESO DE AJONJOLI

HORA		MG%	H%
10:00	TORTA	28,81	0,76

ACEITE FILTRADO	AGL	H%	AM	RJ	AZ	
08:00						
09:00						
10:00	1,67	0,1	30	14,4	3,6	
11:00	0,5	0,1	44	14,6	4,1	
12:00	0,6	0,11	42	13,1	4	
13:00	1,42	0,09	42	12,1	3,1	
14:00						
15:00	1,5	0,11	42	12,1	3	
16:00						
17:00						
18:00	1,53	0,1	37	13	3,4	
19:00						
20:00						
21:00						
22:00	1,6	0,1	38	14	3,5	
23:00						
0:00:00						
01:00	1,58	0,1	40	11	3,3	
02:00						
03:00						
04:00	1,2	0,1	38	13,1	3,1	
05:00						
06:00	1,31	0,1	38	10,1	3,2	
07:00						
	X	1,29	0,1	40,4	12,75	3,43

REFERENCIA: PROCESO DE AJONJOLI

HORA		MG%	H%			
10:00	TORTA	27,4	1,03			
	ACEITE FILTRADO	AGL	H%	AM	RJ	AZ
08:00		1,5	0,1	43	25,5	8,5

15:00						
16:00						
17:00						
18:00		1,37	0,1	40	20	6,7
19:00		1,4	0,11	41	22	6,1
20:00		1,85	0,2	43	13,7	3,6
21:00						
22:00						
23:00						
0:00:00		1,64	0,1	41	11,6	3
01:00						
02:00						
03:00		1,59	0,1	42	12,1	4
04:00						
05:00						
06:00		1,62	0,1	42	12,8	3,9
07:00						
	X	1,6	0,11	42,24	13,82	3,95

REFERENCIA: PROMEDIO PROCESO DE AJONJOLI

SEMILLA A PROCESO	AGL%	MG%	H%	IMP%		
		1,09	55,23	4,91	0,14	
ACEITE FILTRADO	H%	AGL%	AM	RJ	AZ	
	X	0,1	1,46	41,98	14	4,18
TORTA DE AJONJOLI	H%	MG%				
	X	28,24	0,91			

Cálculos para determinar la acidez del aceite:

Consumo x N x Factor

Factor = 28.2

P. muestra

N = 0.100

$$\frac{3.94 \times 0.100 \times 28.2}{7.018} = 1.58$$

$$\frac{3.65 \times 0.100 \times 28.2}{7.053} = 1.46$$

$$\frac{3.80 \times 0.100 \times 28.2}{7.007} = 1.53$$

$$\frac{3.08 \times 0.100 \times 28.2}{7.011} = 1.24$$

$$\frac{x \times 0.100 \times 28.2}{7.034} = 0.87$$

$$\frac{3.27 \times 0.100 \times 28.2}{7.100} = 1.30$$

$$\frac{3.59 \times 0.100 \times 28.2}{7.084} = 1.43$$

$$\frac{2.55 \times 0.100 \times 28.2}{7.046} = 1.02$$

$$\frac{2.34 \times 0.100 \times 28.2}{7.022} = 0.94$$

$$\frac{3.06 \times 0.100 \times 28.2}{7.013} = 1.23$$

Cálculos para determinar el Índice de Yodo.

$$I.I = \frac{12.69 \times 0.100 \times 965 (48.2 - 27.45)}{0.212} = 125.4$$

$$I.I = \frac{0.099 (12.69) (48.73 - 27.91)}{0.212} = 131.44$$

$$I.I = \frac{0.099 (12.69) (48.73 - 28.04)}{0.200} = 129.96$$

$$I.I = \frac{0.099 (12.69) (48.91 - 25.40)}{0.225} = 131.27$$

$$I.I = \frac{0.099 (12.69) (49.10 - 26.71)}{0.211} = 133.31$$

$$I.I = \frac{0.098661 \times 12.69 (49.45 - 29.03)}{0.195} = 131.04$$

Cálculos para obtener la materia insaponificable del aceite de Ajonjoli

$$P1 = 0.02 \times 0.282 \times 3$$

$$P2 = 108955 - 108.893$$

$$\text{Mat} = \frac{(P2 - P1)}{Pm} \times 100 = 0.90$$

$$Pm: 5.003$$

$$\text{P. balón } 105.266 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 0.071$$

$$105.377$$

$$\text{Mat. Insa } 0.02 \times 0.282 \times 0.12 = 0.00067$$

$$\frac{(P1-P2)}{Pm} \times 100 = \frac{(0.071 - 0.00067)}{5.003} \times 100$$

$$\text{Gras.I} = 1.40$$

$$\text{Mat Insap.} = \frac{107.519 - 107.559 - (0.80 \times 0.02 \times 0.282)}{5.004} = 0.71$$

$Pm: 5,002$ $\text{P. balón : } 107.561 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 0.048$ 107.609 $\text{cons. } 0.72$ $\frac{0.02 \times 0.282 \times 0.72}{5.002}$ $\frac{0.048 - 0.0041}{5.002} \times 100 = 0.88$
--

CONCLUSIONES.

- El rendimiento de la semilla de ajonjolí es de 55% de materia grasa, Si la semilla tiene una humedad que sobrepasa el 7 %, debe someterse a un proceso de secado, puesto que sí la humedad sobrepasa esta cantidad, no se obtiene un buen rendimiento en el producto final, ya que aumenta la cantidad de gomas, además de aumentar el tiempo de extracción.
- El aceite virgen de ajonjolí contiene OMEGA EFA y OMEGA FA, ácidos que necesitamos consumir diariamente, además contiene 7.3 mg de Vitamina E por cada 100 mg.
- Debido a que el aceite de ajonjolí tiene un alto nivel de ácidos saturados (85%), se asume que tiene un efecto positivo para reducir el plasma colesterol, como también problemas coronarios.
- En comparación, el Ajonjolí tiene mas calcio que la leche, queso o las nueces y en aceites sólo se lo podría comparar con el aceite virgen de oliva.
- La temperatura de cocción optima de la semilla es de 90 °C máximo, ya que al realizar las pruebas se encontro que el aceite no sufría ningún cambio en su composición.
- Hay que mencionar que los filtros no se deben saturar, ya que el aceite puede pasar con impurezas y gomas, con lo que se debe realizar un control mas estricto.
- La torta que se obtiene es rica en proteínas, se la puede utilizar en la alimentación del ganado vacuno, por ser esta el ingrediente principal para obtener un balanceado.

- Si el aceite no se enfriara, las gomas y ceras que contiene, no quedarían retenidas en el filtro, por lo que como producto sería un aceite turbio y de mala calidad.
- De todo esto se concluye que, si el aceite de Ajonjolí es sometido a refinación pierde todas sus características de color, olor, sabor muy agradables y queda simplemente como cualquier aceite vegetal para freír.
- En teoría, las sales de calcio y magnesio del ácido fosfático, estas sales son más solubles en aceite que en agua y por ende, no se hidratan. De prevalecer estas sales, se podrían generar problemas en los pasos subsiguientes del refinado.
- El pretratamiento ácido de un aceite crudo desgomado, a un tiempo de retención adecuado, debería permitir la producción de aceites desgomados con contenidos de fósforo (P) del orden de 10-20 ppm.

RECOMENDACIONES

- Se debe realizar una excelente clasificación de las semillas para aprovechar al máximo sus características y obtener un aceite de buena calidad.
- En el proceso de limpieza y zarandas se deben utilizar imanes con la finalidad de separar objetos metálicos, que muchas veces al ser recogidos en los campos y en el transporte son contaminados con estos objetos.
- Debe mantenerse la temperatura de cocción de la semilla a 90 °C máximo, por motivo que si sobrepasa esta temperatura el aceite tiende a cambiar sus características organolépticas, dando paso al aceite tostado de color oscuro.

- Se recomienda que al separar el bagazo este debe ser mezclado con la torta, para que tenga el mismo fin de ingrediente principal para la obtención de balanceado vacuno.
- La superación del problema de las sales de calcio y magnesio, puede lograrse con facilidad al darle un pretratamiento al aceite antes de desgomarlo con ácido fosfórico o cítrico, lo cual transformaría las sales, en una forma hidratable en agua de ácido fosfático.
- Si el objetivo es producir lecitina, entonces se excluye el uso de ácidos, pues estos provocarían un oscurecimiento de la lecitina durante el proceso de secado.
- El aceite debe mantenerse almacenado a temperatura ambiente, después de ser enfriado, para no precipitar ni hacer reaccionar los lípidos presentes.
- Una alternativa comercial del aceite virgen de ajonjolí sería la venta en capsulas o como medicina preventiva, y así de esta manera aprovecharíamos de otra forma las bondades que nos brinda este aceite.

ANEXOS

NORMA DEL CODEX PARA EL ACEITE DE SESAMO COMESTIBLE

1. AMBITO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplicara al aceite de semilla de sesamo comestible, pero no así al aceite de semilla de sésamo que deba ser sometido a ulterior elaboración para que resulte adecuado para el consumo humano.

2. DESCRIPCION

El aceite de semilla de sésamo (sinónimo: aceite de sésamo; aceite de ajonjoli) procede de las semillas de sésamo(semillas de *Sesamum indicum L.*)

Factores esenciales de composicion y calidad

Características de identidad

Densidad relativa (20 °C/ agua a 20 °C)	0.915 – 0.923
Indice de refraccion	1.465 – 1.469
Indice de saponificacion(mg de KOH/g de aceite)	187 – 195
Indice de yodo (Wijs)	104 – 120
Materia insaponificable	No mas de 20 g/kg

Características de calidad

Color: caracteristico del producto designado

Olor y sabor: caracteristico del producto designado y exentos de olores y sabores extraños o rancios.

5.3 INDICE

Contenido	Página
INTRODUCCION.....	6
OBJETIVOS.....	9
HIPOTESIS.....	10
GENERALIDADES DEL AJONJOLI.....	12
CLASIFICACION BOTANICA.....	13
LOCALIZACION GEOGRAFICA.....	14
DESCRIPCION BOTANICA.....	15
ACEITE VEGETAL.....	24
CARACTERISTICAS DEL ACEITE.....	26
PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.....	28
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.....	33
EXTRACCIÓN. DEL ACEITE	34
PRINCIPIOS DEL SECADO.....	40
DESGOMADO.....	50
WINTERIZADO.....	52
BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA.....	53
CONTROLES DE CALIDAD.....	62

PROCESO PARA LA SEMILLA	94
PLANTA DE EXTRACCION.....	96
COSTO TOTAL DE LA PLANTA.....	97
ANALISIS DEL PROCESO.....	104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	119

BIBLIOGRAFIA.

- o Aceites y Grasas industriales: Alton E. Bailey
- o Composicion y Analisis de Alimentos: Pearson
- o Introduccion a los procesos quimicos industriales: Richard M. Stephenson
- o Diccionario Químico: R. Kirk- Othemer
- o Diccionario de Química y de Productos Químicos: Gessner G. Hawley
- o Quimica Industrial: Riegel
- o Diccionario de Química e Ingenieria: Guillermo Etienne.
- o Quimica Orgánica: Schienk
- o Chemical Process Industries. R. Norris Shreve.
- o Cultivos Oleaginosos: Editorial Trillas.

NORMA DEL CODEX PARA EL ACEITE DE SESAMO COMESTIBLE**CODEX STAN 26-1981 (Rev. 1-1989)****3. AMBITO DE APLICACIÓN**

Esta norma se aplicara al aceite de semilla de sesamo comestible, pero no así al aceite de semilla de sésamo que deba ser sometido a ulterior elaboración para que resulte adecuado para el consumo humano.

4. DESCRIPCION

El aceite de semilla de sésamo (sinónimo: aceite de sésamo; aceite de ajonjolí) procede de las semillas de sésamo(semillas de *Sesamum indicum* L.)

Factores esenciales de composición y calidad**Características de identidad**

Densidad relativa (20 °C/ agua a 20 °C)	0.915 – 0.923
Indice de refracción	1.465 – 1.469
Indice de saponificación(mg de KOH/g de aceite)	187 – 195
Indice de yodo (Wijs)	104 – 120
Materia insaponificable	No mas de 20 g/kg

