

870127 20
2ej

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS



FALLA DE ORIGEN

"ELABORACION DE UNA MARGARINA-A
PARTIR DE LECHE VEGETAL DE COCO"

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
RAUL ERNESTO PAEZ MONDACA

Asesor: Q.F.B. Beatriz García Vázquez
GUADALAJARA, JALISCO OCTUBRE 1989



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Pag.
Introducción	1
Capítulo 1. Generalidades	3
1.1. El cocotero	3
1.1.1. Principales variedades	3
1.1.2. El fruto	5
1.2. La leche vegetal del coco	7
1.3. La margarina	9
1.3.1. Clasificación	10
1.3.2. Fabricación	10
1.4. Proceso	11
1.4.1. Pasteurización	13
1.4.2. Tamizado	17
1.4.3. Mezclado	18
1.4.3.1. Tipos de mezcladores	18
1.4.3.2. Emulsificación	29
1.4.4. Cristalización	32
1.4.5. Envasado	36
1.4.6. Almacenamiento	37
Capítulo 2. Trabajo Experimental.	38
2.1. Materiales y Métodos	38

	Pag.
2.2. Proceso de obtención de la leche vegetal de coco	40
2.3. Tratamiento térmico y Tamizado	43
2.4. Formulaciones y Procesos	45
Capítulo 3. Análisis de Resultados.	53
3.1. Prueba de Formulación	53
3.2. Composición química de la mat. prima	54
3.3. Análisis microbiológicos de la Mat. prima	55
3.4. Composición química de Prod. terminado.	56
3.5. Análisis microbiológicos de producto - terminado.	57
3.6. Evaluación sensorial	58
Capítulo 4. Conclusiones.	59
Bibliografía.	61

INTRODUCCION

El coco representa, para el hombre, una fuente de numerosos productos de gran utilidad, especialmente en el terreno alimenticio. Algunos de estos productos, después de una transformación más o menos completa, pueden jugar un importante papel para la economía del país.

Los productos comerciales obtenidos directamente del árbol, particularmente del fruto, mediante una transformación generalmente simple, y los subproductos correspondientes pueden clasificarse en tres grupos:

- (I) Los productos cuyo interés reside en la presencia de materia grasa y que son utilizados principalmente para la alimentación;
- (II) los productos fibrosos utilizados en particular por la industria textil;
- (III) productos diversos (en general de menor importancia).

El presente trabajo de investigación pretende aprovechar la leche vegetal de coco, subproducto que se obtiene de prensar la carne del coco maduro, para la producción y procesamiento de una margarina comercial.

Para la producción de la margarina es necesario señalar que se pretende emplear un proceso sencillo, y nos limitaremos a la obtención de la formulación adecuada y a la caracterización fisicoquímica y microbiológica del producto terminado.

La intención de utilizar la leche vegetal de coco como materia prima principal, es debido a que actualmente el aprovechamiento de este subproducto para la elaboración de productos alimenticios a nivel industrial es muy poco utilizado y quizá sea una fuente prometedora para este fin.

El aprovechamiento de este subproducto para la elaboración de una margarina, debido a sus características, pudieran hacerlo económicamente factible para su comercialización.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1. EL COCOTERO

El Cocotero (*Cocos nucifera L.*), es la más importante de todas las palmeras cultivadas, es una planta monoica, es decir con los órganos sexuales en flores distintas pero sobre el mismo individuo. No obstante, las flores masculinas y femeninas están reunidas en una misma inflorescencia.

El cocotero es una planta oleaginosa de primer orden, el coco es también por las fibras de su fruto una planta textil de notorio interés.

El cocotero es conocido universalmente. Para el hombre de las regiones intertropicales, es a menudo un vecino inmediato de su habitación. Para el de los países templados, el aspecto artístico de este gran penacho de hojas en la cúspide de un tronco que desafía la ley de la gravedad ha sido la imagen por excelencia de los mares lejanos y de los países de ensueño.

1.1.1. Las Principales Variedades

Es fácil imaginar que una tal dispersión está acompañada por numerosísimas formas más o menos bien

definidas.

Las primeras descripciones y clasificaciones se basaban en los caracteres del fruto, a veces en los de la inflorescencia o los del árbol mismo. Recientemente, se han utilizado particularidades referentes a los caracteres genotípicos (tipo de fecundación, por ejemplo) para distinguir las variedades.

Las variedades alógenas

Se designan generalmente con el término de "Gran cocotero" ya que son variedades altas.

Estas variedades alógenas se distinguen unas de otras por ciertos caracteres de la nuez y del árbol; sin embargo, están constituidas generalmente por árboles de estípote esbelto y cuya precocidad es relativamente pequeña.

Las formas alógenas cultivadas se reparten en dos grupos:

- a) Árboles portadores de un gran número de nueces, de talla media y de débil rendimiento de copra.
- b) Árboles que dan un número mediano de nueces grandes, secándose de cada una de ellas un peso elevado de copra.

Las variedades autógamas

Las variedades autógamas presentan generalmente caracteres vegetativos reducidos en comparación con los tipos precedentes y se designan a menudo con el término de "Enano". El estipite es delgado, alcanza un máximo de doce metros al término de la vida económica del árbol, estimada en 30 ó 40 años. Las hojas son numerosas, pero cortas.

1.1.2. El Fruto

El fruto del coco es una drupa menosperma, es decir que encierra un solo hueso rodeado de un endocarpo y de un mesocarpo carnoso.

El color, la forma, el grosor del fruto cambian con las variedades. En el cocotero común, la nuez madura pesa alrededor de 1.0 kg. a 1.500 kg, de forma ovoidea, ligeramente angulosa, su volumen medio es de 4 a 5 lts.

Un corte transversal de un fruto maduro (fig. 1) muestra del exterior al interior.

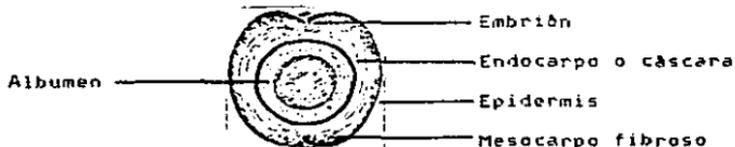


Fig. 1. Corte transversal de una nuez de coco

El fruto:

- una epidermis lisa y c6rea;
- un mesocarpo fibroso castaño;
- un endocarpo leñoso negruzco muy duro, o "c6scara", que presenta tres costillas longitudinales m6s o menos salientes.

La semilla:

- un segmento seminal, fina pellicula, castaño-rojiza, adherido fuertemente a la c6scara;
- un albumen blanquecino, brillante, de 1 a 2 cm de espesor que suministra el aceite de coco;
- Un liquido opalescente, llamado agua de coco, que llena tres cuartas partes de una gran cavidad central;
- Un embri6n derecho, alojado en el albumen bajo uno de los tres poros germinativos de la nuez.

1-2. LA LECHE VEGETAL DE COCO

La leche vegetal de coco es una emulsión aceite/proteína/agua, que se obtiene cuando la carne recién rallada (endospermo) se prensa y escurre a través de una tela de muselina. Es importante señalar que la preparación de leche de coco se deriva del tratamiento "húmedo" de cocos frescos. La consistencia de esta leche varía mucho, según se haya añadido o no agua durante el tratamiento.

La composición de la leche vegetal de coco difiere según la variedad del coco empleado para su preparación, de la edad del árbol y del medio en que éste crece. Depende también, en gran medida, del método de preparación y de la tasa de extracción de aceite, (ver cuadro 1).

En varios países, una gran cantidad de coco que se consume fresco se usa en la preparación de leche de coco, habiéndose hecho varios intentos para obtener un producto comercial, pero pocos han dado resultado satisfactorio debido a varias razones: sabores desagradables que se producen por pasteurización, empaquetado inadecuado, o aspectos económicos desfavorables.

La leche vegetal de coco sirve también para preparar

en casa aceite de coco, particularmente en zonas rurales. La leche de coco se calienta lentamente hasta que se rompe la emulsión, dando un aceite puro, de sabor dulce.

Cuadro 1.- Composición química de la leche de coco

COMPONENTE	Nathanael (1960)
Porcentaje.....
Humedad	52.0
Grasa	27.0
Proteína	4.0
Azúcares	-
Sólidos totales	-
Ceniza	1.0
Carbohidrato	-

1-3. LA MARGARINA

La margarina se ha definido de muy diversos modos durante su historia, y hoy su definición es algo variable según el país en que se fabrica. En términos generales, la margarina es el producto alimenticio de aspecto similar a la mantequilla y que se obtiene de la emulsión de grasa y aceites comestibles con agua y leche.

Se entiende por margarina, el producto alimenticio elaborado por emulsión estabilizada de grasas y/o aceites de origen vegetal o animal comestibles parcialmente hidrogenados con agua, leche o sólidos no grasos de leche, adicionada o no de ingredientes opcionales y de aditivos alimentarios permitidos.

Una grasa satisfactoria para la fabricación de margarinas debe tener un punto de congelación o solidificación suficientemente alto (14 - 27 C) para que pueda extenderse sobre el pan a 10 C y un punto de fusión de 32 - 35 C, de modo que se funda rápidamente sobre la lengua para producir el sabor deseable.

La margarina es un producto graso útil en la alimentación como fuente de calorías y de otros factores nutricionales.

1.3.1. Clasificación

La margarina se clasifica en dos tipos con un solo grado de calidad:

Tipo I.- Sin Sal

Tipo II.- Con Sal

1.3.2. Fabricación

La fabricación actual de una margarina consiste en:

- a) reunión de los ingredientes, incluyendo su preparación inmediatamente antes de utilizarlos;
- b) mezcla y emulsificación de los ingredientes;
- c) enfriamiento;
- d) empaquetado.

Los dos ingredientes principales son el aceite (parcialmente hidrogenado) y la leche o sólidos no grasos de leche; el resto se compone de ingredientes opcionales, tales como la sal, emulsivos, vitaminas, colorantes, conservadores y frecuentemente algún agente de sabor (diacetilo).

El aceite o grasa utilizados para la margarina (cuya composición depende de gran número de condiciones), se mantiene lista a la temperatura de solidificación. La sal se disuelve en la leche o se añade durante el batido. El benzoato de sodio, cuando se usa, se disuelve en la leche

antes del batido, los emulsivos se disuelven en el aceite o grasa fundidos antes del batido y lo mismo se hace con la vitamina A.

El procedimiento empleado para el batido varía según la temperatura, el tiempo, el tipo de agitación, la rapidez con que se añaden las fases de aceite, leche o agua y el orden en que se añaden. El enfriamiento subsiguiente de la emulsión se realiza por: a) enfriamiento seco interior, b) enfriamiento seco exterior y c) enfriamiento húmedo.

En el enfriamiento seco exterior se hace pasar la emulsión sobre un cilindro de acero enfriado, del cual es separada por una cuchilla de raspado. La emulsión cae sobre un transportador que la lleva a una mezcladora para convertirla en una masa plástica apropiada para la impresión y el empaquetado.

En el enfriamiento seco interior se hace pasar la emulsión en una unidad cilíndrica o "Votator" (Fig. II), en la cual la emulsión se enfría mientras está agitada con una cuchilla de raspado que la separa de las paredes refrigeradas; luego pasa por otra unidad enfriadora o directamente a la máquina para imprimir y empaquetar. El enfriamiento húmedo, se solidifica la emulsión agitada enfriándola con agua fría y se trabaja por un amasado

mecánico hasta darle consistencia plástica para su empaquetado.

1.4. PROCESO.

La industrialización de los alimentos incluye dos clases amplias de conversiones: aquellas que verifican principalmente cambios físicos y aquellas en las que los cambios químicos irreversibles son la finalidad principal de la actividad. Las conversiones físicas, como la reducción de tamaño, la centrifugación, etc. se conocen normalmente por "operaciones básicas". Las conversiones en las que el principal efecto es de naturaleza química se conocen por "procesos básicos".

Por medio de estas conversiones se puede racionalizar el contenido de la manipulación industrial de los alimentos. Así en lugar de considerar los alimentos sobre la base de productos individuales es más conveniente tratarlos en grupos cada uno de cuales se basa en una actividad de conversión común sea física o química.

1.4.1. Pasteurización

En los procesos de conservación por tratamiento térmico, el calentamiento reduce la concentración microbiana del alimento o producto, pudiendo también inactivar las enzimas presentes. El tratamiento térmico

es solo una parte del proceso global, que puede incluir también, por ejemplo, la adición de conservadores químicos o el almacenamiento a temperaturas reducidas. No es requisito imprescindible que el calentamiento elimine a la totalidad de los gérmenes viables.

Lo que se necesita es que el producto resultante sea aceptable para el consumidor e inocuo tras un determinado periodo de almacenamiento en condiciones definidas.

Es conveniente dividir los tratamientos térmicos en tres categorías implicando (1) temperaturas inferiores a 100 C (2) temperaturas de 100 C (3) temperaturas superiores a 100 C.

Los tratamientos inferiores a 100 C suelen denominarse procesos de pasteurización y están generalmente destinados a higienizar el producto, a liberarlo de todos los gérmenes patógenos y algunos, pero no necesariamente todos, los microorganismos alterantes que, de estar presentes, serían capaces de crecer en las condiciones de almacenamiento.

La pasteurización tiene por cometido principal la destrucción de células vegetativas, y esporas de hongos y levaduras. Como la temperatura utilizada en la pasteurización es relativamente baja (menos de 100 C) los alimentos conservados por este procedimiento experimentan

menos deterioro térmico que los conservados por esterilización.

1.4.1.1. Métodos de Pasteurización

Se utilizan tanto los métodos discontinuos como los continuos pudiendo la pasteurización tener lugar antes o después de su introducción en los envases. En cualquier caso, el equipo y los aparatos son menos complejos que los necesarios para la esterilización, porque la pasteurización se lleva a cabo a presión atmosférica.

1.- Pasteurización discontinua.

Los alimentos usados en grandes cantidades uniformes se pueden pasteurizar por porciones individuales en recipientes de acero inoxidable, agitados, provistos de "camisa", pudiendo utilizarse esta última, tanto para calentar (por medio de vapor de agua o agua caliente) como para enfriar (por medio de aguas o salmueras frías). Como es aconsejable enfriar rápidamente, a fin de limitar el crecimiento de los microorganismos termófilos, con frecuencia se pasa el alimento o producto pasteurizado por un refrigerante separado.

2.- Pasteurización continua

Los alimentos líquidos en grandes cantidades se pueden pasteurizar pasándolos a través de cambiadores de calor de placa, que constan ordinariamente de cuatro etapas: precalificación (regeneración), calefacción, retención y enfriamiento (fig 2)

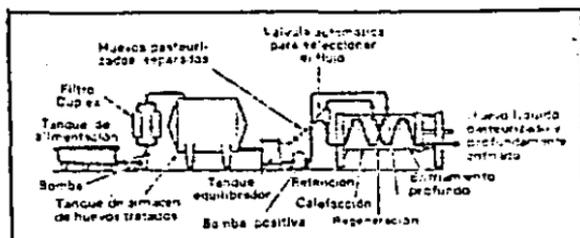


Fig. 2. Diagrama de flujo de una instalación típica para la pasteurización continua.

1.4.2. Tamizado

El tamizado es una operación básica en la que una mezcla de partículas sólidas de diferentes tamaños o bien una solución con partículas sólidas dispersas se separan en dos o más fracciones pasándolas por un tamiz. Cada fracción es más uniforme en tamaño que la mezcla original. Un tamiz es una superficie conteniendo cierto número de aperturas de igual tamaño. La superficie puede ser plana (horizontal o inclinada) o cilíndrica.

Se da cierto solapamiento con otras operaciones básicas, ya que los tamices o rejillas se utilizan en la filtración para separar productos sólidos groseros o fibrosos de una fase líquida y en la industria de los alimentos para separar por tamaños y clasificar frutas y verduras.

1.4.3. Mezclado

Mezclar se puede definir como una operación, durante la cual se efectúa una combinación uniforme de dos o más componentes. Su objeto es alcanzar una distribución uniforme de los componentes mediante un flujo. El flujo se genera ordinariamente por procedimientos mecánicos. El grado de uniformidad alcanzado varía ampliamente.

La eficacia de un proceso de mezcla depende de la utilización de la energía empleada para generar el flujo de los componentes. En el diseño de un mezclador es esencial asegurar un input de energía adecuado y un buen sistema mecánico de transferir ésta, así como la configuración del recipiente y las propiedades físicas de los componentes.

Existen tres tipos de mezcladores que cubren el campo de aplicaciones representado por mezclas de consistencia altas, bajas y medias.

1.4.3.1. Tipos de Mezcladoras

1.- Mezcladoras para líquidos de viscosidad pequeña o moderada.

Entre los ejemplos de aplicaciones para los agitadores de elemento impulsor se incluyen: mezcla de aceites y grasas en la manufactura de margarina y grasas de uso culinario, dilución de disoluciones concentradas;

manufactura de papillas de frutas; preparación de mezclas líquidas para la elaboración de dulces; preparación de salmueras y jarabes; reconstitución de productos secos, por ejemplo, leche en polvo; disolución de colorantes solubles.

La clase de aparato de mezcla más utilizado para la manipulación de líquidos de viscosidad pequeña o moderada es el agitador de hélice.

Consiste en una o más hélices fijas a un eje giratorio que crea corrientes en el líquido, estas corrientes deben recorrer todo el recipiente de mezcla, no siendo suficiente sólo crear la circulación del líquido, sino que se deben crear condiciones turbulentas en la corriente.

La velocidad de flujo creada en un depósito por un mezclador de hélice tiene tres componentes: (a) una componente radial actuando en la dirección perpendicular al eje; (b) una componente longitudinal actuando paralelamente al eje, y (c) una componente de rotación que actúa en la dirección tangencial al círculo de rotación del eje. Tanto la componente radial como la longitudinal contribuyen, generalmente, a la mezcla y no así la componente rotatoria. Además la componente tangencial puede dar lugar a la formación de un vórtice

en la superficie del líquido, que se hará cada vez más profundo a medida que aumenta la velocidad de rotación de la hélice. Debido a la creación de un vórtice existe la introducción de aire hacia el interior del líquido que puede resultar en determinadas condiciones ventajosas, por ejemplo en las fermentaciones, pero en general resulta un inconveniente.

Para evitar la formación de vórtices y otros inconvenientes del flujo rotatorio se suele colocar el agitador descentrado respecto al tanque de mezcla. También se pueden utilizar contrapalas para interrumpir este flujo rotatorio y, por tanto, disminuir sus efectos.

Tipos de Agitadores.

1-1. Agitadores de palas. En su forma más sencilla un agitador de palas consiste en una hoja plana sujeta a un eje rotatorio (fig. 3 (a)). Normalmente el eje está montado en el centro del tanque y gira a velocidad de 20 - 150 r.p.m. Con frecuencia se utilizan contrapalas para reducir la formación de remolinos y vórtices.

Las más corrientes son las palas de dos o cuatro hojas. Con líquidos más viscosos se pueden utilizar agitadores de reja (fig. 3 (b)). Con frecuencia se utilizan palas diseñadas de forma que limpien las paredes del tanque (agitadores de ancla), a fin de promover la

transmisión de calor y minimizar la formación de depósitos en los tanques con camisa (fig. 3 (c)). Cuando se requiere promover una cizalladura intensa y localizada se pueden utilizar palas de múltiples componentes rotando unos en sentido opuesto a los otros (fig. 3 (d)). Las palas miden en general, $1/2$ a $3/4$ del diámetro del tanque, siendo la anchura de la pala de $1/10$ a $1/6$ de su longitud.

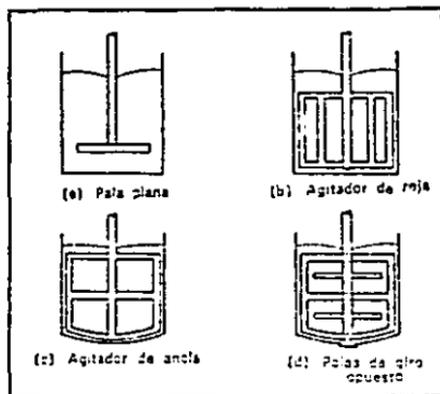


Fig. 3. Algunos agitadores de palas típicos

1.2. Agitadores de turbina. Los agitadores de turbina están compuestos por un componente impulsor con más de cuatro hojas montadas sobre el mismo elemento y

fijas a un eje rotatorio. En general, son más pequeñas que las palas, midiendo de 30% a 50% del diámetro del tanque y girando a velocidades del orden de 30 - 500 r.p.m. Como antes, el eje suele estar montado en el centro del tanque de agitación.

Los agitadores de turbina se pueden utilizar para procesar gran número de sustancias. La turbulencia y cizalla producidas cerca del elemento impulsor les hace útiles para la mezcla de emulsiones.

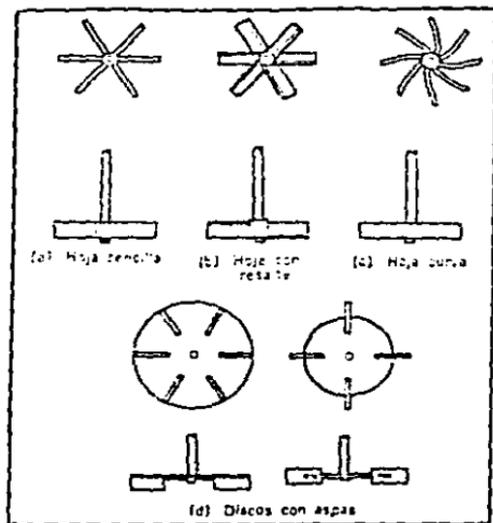


Fig. 4. Algunos agitadores de turbina típicos

1.3. Agitadores de hélice. Están hechos con elementos impulsores de hojas cortas (corrientemente de menos de $1/4$ del diámetro del tanque) girando a gran velocidad (de 500 a varios millares de r.p.m.). Las corrientes que se producen son principalmente longitudinales y rotatorias y son muy persistentes por lo que estos agitadores, relativamente pequeños, son efectivos en tanques bastante grandes.

Los agitadores de hélice son de lo más efectivo para la mezcla de líquidos poco viscosos. Como las hojas de la hélice cortan y cizallan la sustancia, se les puede utilizar para dispersar sólidos y preparar emulsiones.

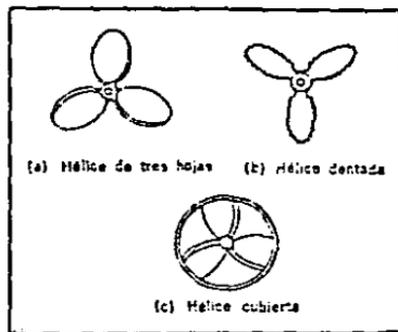


Fig. 5. Algunos agitadores de hélice típicos

La margarina es básicamente una emulsión hecha con una mezcla de grasas y aceites en leche o agua con agentes emulsionantes y otros aditivos.

En los métodos de manufactura discontinuos la emulsificación se produce en batidoras compuestas por agitadores de palas en depósitos con camisa de refrigeración.

2.- Mezcladoras para pastas de gran viscosidad y sólidos plásticos.

La mezcla de sustancias de gran viscosidad es un proceso muy corriente en la industria de los alimentos y requiere el uso de una gran variedad de aparatos de diseño diferente. Los productos manipulados en tales aparatos son de propiedades físicas muy diferentes y, en muchos casos, estas estas propiedades varían durante la operación de mezcla. Muchos de los aparatos de mezcla se diseñan para aplicaciones específicas, por lo que muy pocos principios generales le son aplicables.

Un principio general de aplicación a las mezcladoras de sustancias viscosas o pastosas es que su conducta depende del contacto directo entre los elementos mezcladores y los componentes de la mezcla, es decir, los productos se han de llevar hacia los elementos

mezcladores o estos elementos han de moverse de forma que llegue a todas las partes del tanque, de mezcla. En general, cuanto mayor sea la consistencia de la mezcla mayor será el diámetro de la hélice y más lenta la rotación.

Tipos de Mezcladoras.

2.1.- Mezcladoras de bandeja. Responden a dos grandes tipos Mezcladoras de bandeja estacionaria (fig. 6 (a)) y las Mezcladoras de bandeja giratoria (fig. 6 (b)).

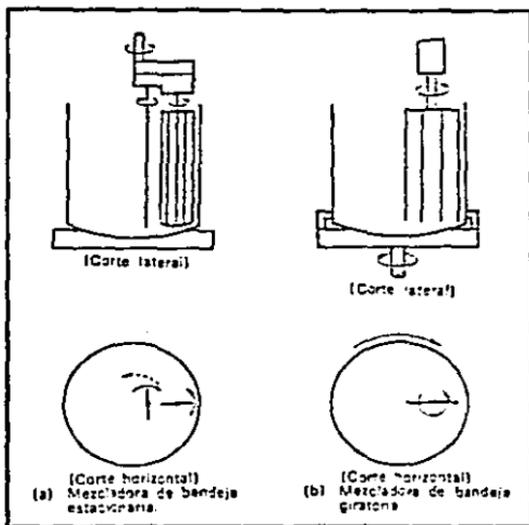


Fig. 6. Mezcladoras de bandeja

2.2.- Mezcladoras de cubeta horizontal (amasadoras, dispersadoras, masticadoras).

2.3.- Mezcladoras continuas para pastas.

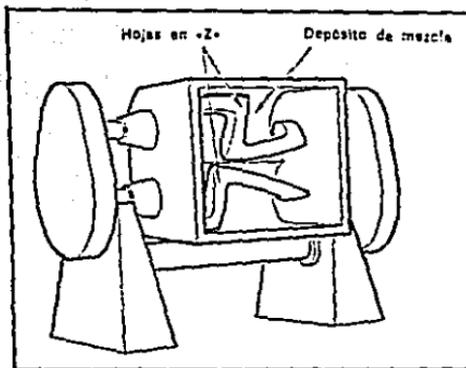


Fig. 7. Mezcladora de hoja en Z.

3.- Mezcladoras para productos sólidos secos.

La mezcla de los sólidos se considera, en general, como producida por uno o más de tres mecanismos básicos: convección, es decir, transporte de producto o grupos de partículas de un punto a otro; difusión, o sea, transmisión de partículas individuales de un punto a otro, producida por la distribución de las partículas sobre una superficie acabada de crear; cizalla, es decir,

la creación de planos de resbalamiento dentro de la masa como resultado de la mezcla de grupos de partículas. La mayoría de los aparatos de mezcla utilizan los tres mecanismos, aunque un tipo particular de mecanismo pueda predominar en un aparato particular.

Clasificación de las mezcladoras de sólidos en dos grupos:

- (1) Mezcladoras segregantes - con un mecanismo de carácter fundamental difusivo. Las mezcladoras que no son de hélice responden normalmente a este tipo.
- (2) Mezcladoras menos segregantes - que operan por mecanismos fundamentalmente convectivos. Responden a este tipo las de hélice en las que los tornillos, palas, aspas, o cuchillos arrastran grupos de partículas por la zona e la mezcla.

Tipos de Mezcladoras.

3-1. Mezcladoras de volteo. Operan volteando la masa de sólidos en un tambor giratorio de forma variada, algunas de las cuales se muestran en la fig. 8.

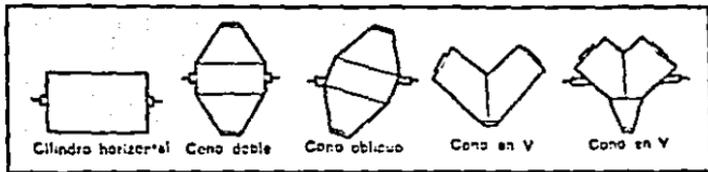


Fig. 8. Algunas formas típicas de mezcladoras de volteo.

3.2. Mezcladoras de cubeta horizontal. Están compuestas por recipientes horizontales semicilíndricos, en los que están localizados uno o más elementos giratorios.

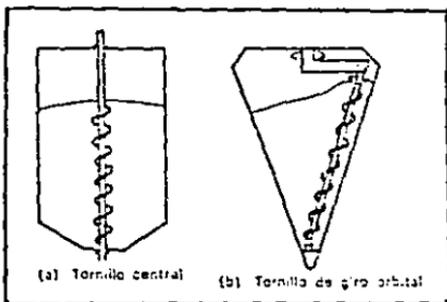


Fig. 9. Mezcladoras de tornillos verticales.

3.3. Mezcladoras de tornillo vertical. Otro aparato utilizado para mezclar sólidos consiste en un tornillo vertical giratorio situado en un recipiente cilíndrico o cónico. El tornillo puede estar fijo en el centro del recipiente o puede girar o hacer órbitas alrededor del eje central como lo muestra la fig. 9.

3.4. Mezcladoras de lecho fluidizado. Los lechos fluidizados se pueden utilizar para mezclar sólidos, y son bastante efectivos cuando las partículas tienen características de sedimentación similares.

1.4.3.2. Emulsificación.

La emulsificación se puede definir como aquella operación en la que dos líquidos normalmente inmiscibles se mezclan íntimamente; uno de los líquidos (la fase discontinua, dispersa o interna) se dispersa en pequeñas gotas o glóbulos en el otro (fase continua, dispersante o externa).

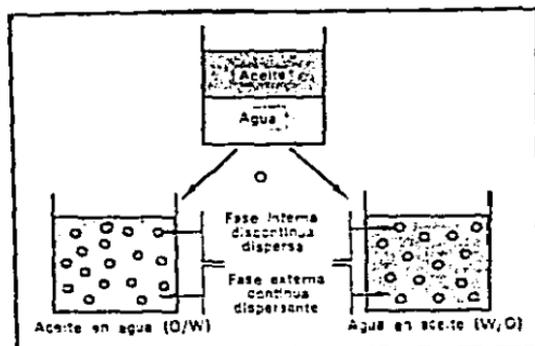


Fig. 10. Tipos de emulsiones posibles.

Los agentes emulsionantes, llevan a cabo dos funciones durante la emulsificación: reducir la tensión interfacial entre los líquidos a emulsionar y proteger la emulsión formada previniendo la coalescencia de las gotas de la fase interna. Las sustancias utilizadas como agentes emulsionantes son muy numerosas y variadas: sustancias naturales como las proteínas, fosfolípidos y esteroides; gran variedad de sustancias sintéticas como los ésteres de propilenglicol, ésteres sorbitánicos de los ácidos grasos, ésteres celulósicos, carboximetil celulosa y muchas más.

Al formular una emulsión se deben considerar los siguientes puntos:

- (1) El agente emulsionante utilizado debe favorecer el tipo de emulsión requerida, es decir, aceite/agua o agua/aceite.

(ii) La relación de volúmen de la fase (P/V) - es decir, el porcentaje en volumen de fase interna - regula el tipo de emulsión formado. La fase presente en mayor proporción tiende a convertirse en la fase externa.

(iii) Se debe especificar la temperatura de emulsificación. La tensión interfacial y la viscosidad disminuyen al crecer la temperatura. El límite superior de temperatura depende la sensibilidad al calor de los ingredientes. Temperaturas de hasta 70 C son corrientes para los productos lácteos.

Por regla general, es mejor preparar las dos fases por separado. Casi siempre se añade el agente emulsionante a la fase externa, aunque hay excepciones a ello. Cuando se lleva a cabo premezcla de las fases corrientemente se añade la fase interna gradualmente a la fase externa, mientras está siendo agitada. A veces, se adoptan otros procedimientos de premezclado o la premezcla se suprime enteramente.

1.4.4. Cristalización

Los procesos de cristalización se utilizan en la industria de los alimentos con dos finalidades. Una de ellas para separar por cristalización un producto líquido en una fase sólida y otra líquida de diferente composición, siendo una o ambas fracciones los productos del proceso. Otra posibilidad es la cristalización en la que no se pretende la separación de la fase sólida, sino que el producto retenga toda la materia prima.

El control del tamaño de los cristales es importante en los procedimientos de cristalización. Por ejemplo, la textura de algunos productos de repostería como cremas y helados depende del tamaño de los cristales que se forman durante su fabricación, al igual que ocurre con la textura de la mantequilla y margarina.

El proceso de cristalización puede iniciarse tanto por enfriamiento como por evaporización.

1.4.4.1 Procesos de cristalización de la industria de los alimentos que implican la separación.

1.- Operaciones en las que la fase líquida es el producto deseado.

La hibernación de aceites comestibles, proceso que

elimina por cristalización fraccionada suficiente cantidad de glicéridos de alto punto de fusión para evitar que el aceite se enturbie durante su almacenamiento a baja temperatura; y la concentración por congelación, proceso que consiste en la cristalización fraccionada del hielo de los alimentos líquidos son dos de tales procesos en los que interviene esencialmente la cristalización por enfriamiento.

2.- Operaciones en las que la fase sólida es el producto deseado.

La fabricación de muchos compuestos cristalinos usados en el procesado de los alimentos, por ejemplo, cloruro sódico, sacarosa, lactosa, ácido cítrico, glutamato monosódico, etc. implican esta operación.

1.4.4.2. Procesos de cristalización de la industria de los alimentos que no implican la separación.

Muchos procesos utilizados en la manufacturación de alimentos implican una operación de cristalización en la que no se desea la separación de los cristales. Tales operaciones se presentan en la producción de alimentos congelados (incluyendo los helados), de leche condensada edulcorada, mantequilla, margarina, chocolate y

determinados productos de repostería a base de azúcar. Una exigencia común a todos estos procesos es que los cristales producidos tengan unas dimensiones inferiores a un tamaño crítico determinado.

Cristalización de la Grasa.

La margarina es una emulsión de agua en aceite, cuya fase oleosa contiene una mezcla de diferentes materiales base y por tanto un amplio rango de triglicéridos diferentes. A temperatura ambiente la margarina de mesa acabada sólo debe tener de un 20 a 25% de triglicéridos en forma sólida, siendo los cristales grasos sólidos de una magnitud de 3 - 10 μ m. Los cristales grandes imparten una textura granular y los demasiado pequeños originan un producto carente de plasticidad.

Para producir cristales de tamaño adecuado, la emulsión se extiende sobre la superficie de un cilindro enfriado o se pasa a través de un cambiador de superficie rascada (fig. 11) en el que es rápidamente sobreenfriada y nucleada. Al término de este proceso el material es excesivamente duro y contiene demasiados triglicéridos en estado sólido. Para que el producto adquiera la

composición final deseada se calienta ligeramente y se amasa mecánicamente para inducir la recristalización.

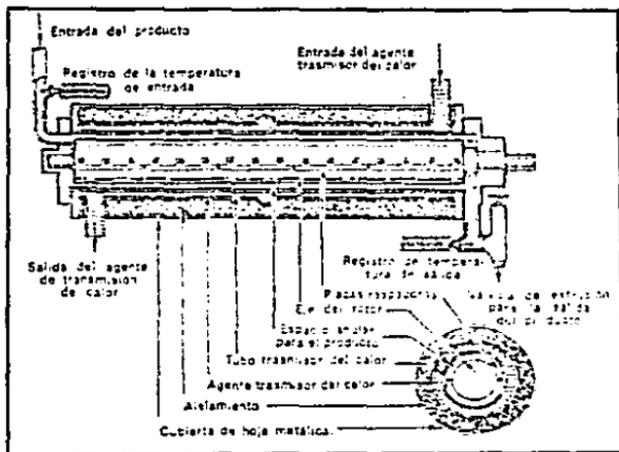


Fig. 11. Secciones de un cambiador de calor de superficie berrida tipo "Votador".

1.4.5. Envasado

Los envases utilizados con más frecuencia para el envasado de margarinas son las envolturas de papel parafinado y los envases de plástico impermeables que no alteren su calidad ni sus características sensoriales.

Los envases y tapas se suministran "comercialmente limpios". Esto no garantiza nada, por lo que es necesario asegurarse de la limpieza de los envases antes de llenarlos.

Las máquinas para llenar los envases varían según que el producto a cargar sea un líquido, una pasta o emulsión, o un sólido, pero todos los aparatos de llenado deben:

- (i) asegurar un llenado exacto
- (ii) evitar verter el contenido y el consiguiente enfangamiento, incluso a la máxima velocidad de llenado.
- (iii) incluir un mecanismo de seguridad para impedir el paso del producto si no hay envase
- (iv) ser flexible para poder utilizar diferentes tamaños de envase y velocidades de llenado, y
- (v) estar diseñado de manera que permita mantenerlo en condiciones sanitarias adecuadas.

1.4.6. Almacenamiento

Durante el almacenamiento, los alimentos pueden alterarse por tres mecanismos:

- (i) Organismos vivos (incluyendo parásitos, insectos, hongos o bacterias) que pueden contaminarlos y deteriorarlos,
- (ii) actividades bioquímicas propias del alimento (es decir, la respiración, sobremaduración, pardeamiento y envejecimiento) que pueden reducir su calidad y utilidad, y
- (iii) procesos físicos (ruptura de los envases y salida del contenido o fenómenos de cristalización en productos de pastelería, grasas y alimentos congelados) que pueden tener también un efecto negativo.

Los tres factores principales del almacenamiento que influyen en la conservación de un determinado producto son: la temperatura, la humedad y la composición de la atmósfera.

Las margarinas (producto terminado) deben conservarse en locales refrigerados que reúnan requisitos sanitarios.

Las margarinas deben mantenerse a una temperatura no mayor de los 10 C.

CAPITULO 2

TRABAJO EXPERIMENTAL

2.1. MATERIALES Y METODOS.

2.1.1 Materia Prima Principal.

La leche vegetal de coco utilizada para este trabajo de investigación es procedente de Cihuatlán, Jal. Una vez trasladada a la Cd. de Guadalajara, Jal. en refrigeración, el producto fué pasteurizado y tamizado añadiéndosele antioxidante; refrigerándose para posteriormente efectuar los ensayos de laboratorio.

2.1.2. Productos Químicos.

- Antioxidante (nombre comercial Conservex)
- Emulsificante (nombre comercial Kirnol - S)
- Colorante vegetal para alimentos amarillo huevo.
Reg. No. 32193 "A"
- Saborizante artificial Mantequilla 6406 "A"
- Sólidos no grasos de leche
- Benzoato de sodio como conservador.

2.1.3. Material Utilizado para el Proceso.

- Recipiente de acero inoxidable
- Baño María

- Termómetro
- Agitador
- Batidora
- Tamiz con malla no. 50
- Baño de hielo.

2.1.4. Determinaciones Fisicoquímicas.

Referencia Analítica:

A.O.A.C. Edition, 1984.

2.1.5. Determinaciones Microbiológicas.

Referencia Analítica:

Métodos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

2-2. PROCESO DE OBTENCION DE LA LECHE VEGETAL DE COCO.

La leche vegetal de coco es un subproducto que se recupera en la producción de coco rallado.

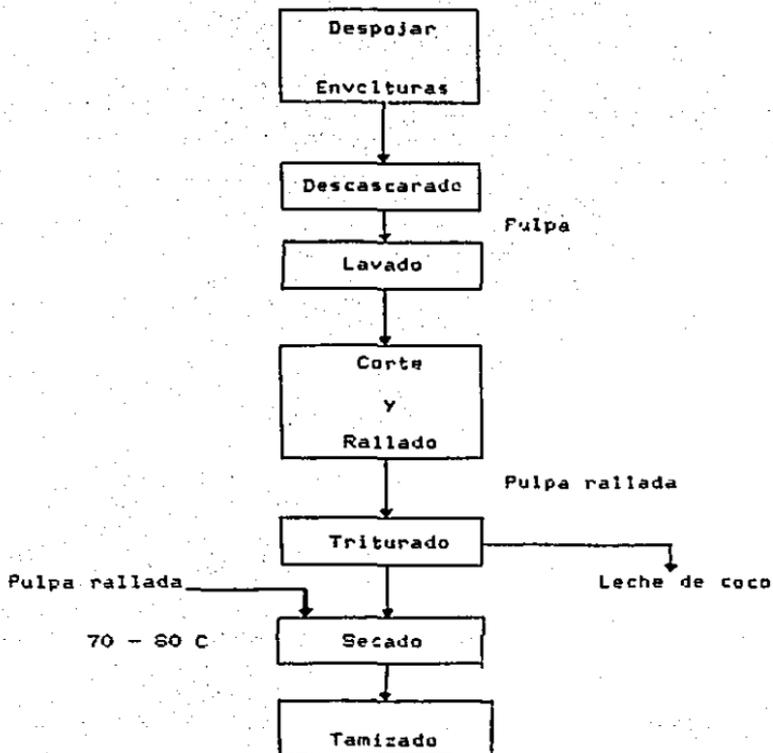
Una vez cortados los cocos, estos cocos se almacenan durante tres semanas aproximadamente con el fin de completar su maduración, se quitan luego sus envolturas (mesocarpio fibroso) y se abren. Seguidamente, se extrae la pulpa fresca de la cáscara y se procede a quitar su piel castaña. Estas operaciones se efectúan generalmente a mano (lo que precisa de mano de obra numerosa y especializada) con ayuda de cuchillos o de raspadores de formas especiales; pueden, sin embargo, mecanizarse parcial o completamente, sin que resulte, parece ser, una gran reducción en el costo de la mano de obra.

Después del pelado, la pulpa se lava con agua fresca, se corta a trozos para después ser pasada por un tajón para rallar la pulpa. Una vez rallada la pulpa se tritura y se escurre a través de una tela de muselina, obteniéndose en este paso la leche vegetal de coco. Luego la pulpa rallada se seca, y como es natural, el secado se efectúa con aire caliente, en aparatos donde la temperatura no debe sobrepasar los 70 - 80 C con el fin

de evitar riesgos de oxidación. El producto obtenido, se enfría, tamiza y clasifica en varias calidades de diferente finura.

Los secadores se calientan ordinariamente mediante la combustión de envolturas y algunas otras cáscaras.

Fig. 12. Diagrama de proceso de obtención de leche vegetal de coco.



2.3. TRATAMIENTO TERMICO Y TAMIZADO.

A la leche vegetal de coco se le realizó un tratamiento térmico inferior a 100 C, y como se había mencionado anteriormente suele denominársele pasteurización.

Se utilizó el método de pasteurización discontinua (pag. 14) y el método de calefacción indirecta que básicamente es un cambiador de calor, en el que el calor de la combustión es dado al líquido transmisor del calor, que generalmente se emplea agua.

El tratamiento térmico efectuado a la leche vegetal de coco fué entre 60 - 65 C por un lapso de 45 minutos.

Posteriormente la leche vegetal de coco fué tamizada, haciéndose pasar por una malla número 50 para separar algunos sólidos del coco que se obtienen en la operación de triturado.

Enseguida se le adicionó el 0.01% de antioxidante con el nombre comercial de Conservex basado en una formulación cuyos principales ingredientes son el B.H.A. (Butoxi Hidroxi Anisol), T.B.H.Q. (Tertiaryl Butil Hidro-Quinona) y Citratos de mono y diglicéridos.

Finalmente la muestra es enfriada rápidamente para evitar el crecimiento de microorganismos termófilos, en el caso de que la muestra no fuera a ser utilizada inmediatamente después de la pasteurización.

2.4. FORMULACIONES Y PROCESOS

Se llevaron a cabo diversas pruebas con el fin de llegar a la formulación óptima. A continuación se presenta la tabla de las primeras cuatro pruebas con su respectivo método de proceso " A ".

Las formulaciones y el proceso se fueron variando de acuerdo a las observaciones hechas en el producto terminado.

Materia	Porcentaje (%)			
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1.- Leche de coco	47.60	53.60	69.60	73.60
2.- Manteca vegetal	49.60	39.60	29.60	19.80
3.- Emulsificante	0.15	0.20	0.30	0.35
4.- Colorante vegetal	0.15	0.10	0.08	0.05
5.- Saborizante artif.	0.50	0.40	0.30	0.10

Método de Proceso " A "

- 1.- Se calienta la leche vegetal de coco en baño maría entre 60 - 65 C.
- 2.- Una vez alcanzada esta temperatura se solubiliza el emulsificante, agitando constantemente.
- 3.- Enseguida se añade el colorante.

- 4.- Posteriormente sin suspender la agitación, se agrega la grasa, y una vez fundida se le agrega el saborizante.
- 5.- Una vez homogenizado el producto se suspende la agitación y el producto es puesto a un baño de hielo para el subsiguiente enfriamiento de la emulsión.
- 6.- La cristalización se lleva a cabo con agitación constante hasta darle al producto una consistencia plástica para que facilite su envasado.

+

La agitación se realizó manualmente.

Observaciones:

- (a) El producto terminado presentaba una consistencia arenosa, al parecer, debido a que la agitación manual utilizada no fue suficiente para homogenizar el producto. Por lo tanto, para las pruebas subsiguientes se deberá utilizar una agitación mecánica.
- (b) Se obtenía un producto de mala homogenidad.
- (c) Respecto al color se observó que entre las muestras no. 3 y 4 fue el más aceptable.
- (d) Como el presente trabajo de experimentación pretende utilizar como materia prima principal la leche de coco se seleccionó las muestras no. 3 y 4 como base

para las subsiguientes pruebas ya que se observó que no existía mucha diferencia en cuanto a la textura.

Materia	Porcentaje (%)		
	M - 8 ₅	M - 8 ₆	M - 10 ₇
1.- Leche de coco	65.50	70.00	75.50
2.- Manteca vegetal	29.90	25.90	19.00
3.- Sólidos no grasos de leche	5.00	3.50	5.00
4.- Emulsificante	0.30	0.30	0.40
5.- Colorante vegetal	0.07	0.06	0.06
6.- Saborizantes artif.	0.10	0.20	0.15

Método de Proceso " B ".

- 1.- Se calienta la leche vegetal de coco en baño maría entre 60 - 65 C.
- 2.- Una vez alcanzada esta temperatura se disuelven los sólidos no grasos agitando constantemente a 650 rpm.+
- 3.- Sin suspender la agitación se agrega el emulsificante y enseguida el colorante.
- 4.- Finalmente se agrega la grasa fundida poco a poco, para después añadir el saborizante agitando a la misma vel.

- 5.- Una vez homogenizado el producto se suspende la agitación y si el producto es puesto a un baño de hielo, continuando la agitación a 630 rpm. esto es para llevar a cabo el enfriamiento de la emulsión.
- 6.- En el momento de la cristalización del producto, cuando se encuentre a una temperatura aproximada entre 10 - 15 C se disminuye un poco la agitación hasta que el producto obtenga una consistencia plástica para que facilite su envasado.

La agitación se llevó a cabo mecánicamente utilizando una batidora.

Observaciones:

- (a) El producto terminado de la prueba no. 5 no solidificó completamente. Al parecer, se debió a que la agitación que se empleó fué alta, 715 rpm, por lo tanto, para las pruebas no. 6 y 7 se redujo a 630 rpm.
- (b) Las muestras no. 6 y 7 presentaron buena apariencia, textura y consistencia.
- (c) De acuerdo a las observaciones realizadas, el color se estableció que 0.06 % era el óptimo.

- (d) Respecto al saborizante se estableció en 0.15%
- (e) Después de 15 días refrigerado el producto terminado se presentó la aparición de hongos en el producto, por lo tanto, se añadió a la formulación benzoato de sodio como conservador.
- (f) Para las siguientes pruebas se pretende aumentar la cantidad de leche vegetal de coco para comparar la textura y consistencia del producto terminado con las muestras no. 6 y 7.

Materia	Porcentaje (%)			
	Prima	M - 8	M - 9	M - 10
1.- Leche de coco		75.65	80.00	90.00
2.- Manteca vegetal		22.25	16.04	7.64
3.- Sólidos no grasos de leche		1.50	3.00	1.50
4.- Emulsificante		0.30	0.60	0.30
5.- Colorante vegetal		0.06	0.06	0.06
6.- Saborizante artif.		0.15	0.15	0.15
7.- Benzoato de sodio		0.10	0.10	0.10

Método de Proceso " C ".

- 1.- Se calienta la leche vegetal de coco en baño maría entre 60 - 65 C.
- 2.- El emulsificante se disuelve en la grasa fundida antes del batido.
- 3.- Una vez alcanzada esta temperatura se disuelven los sólidos no grasos y enseguida el colorante con agitación constante a 630 rpm.
- 4.- A la misma velocidad de agitación se añade poco a poco la grasa fundida.
- 5.- El agente saborizante se añade una vez homogenizado

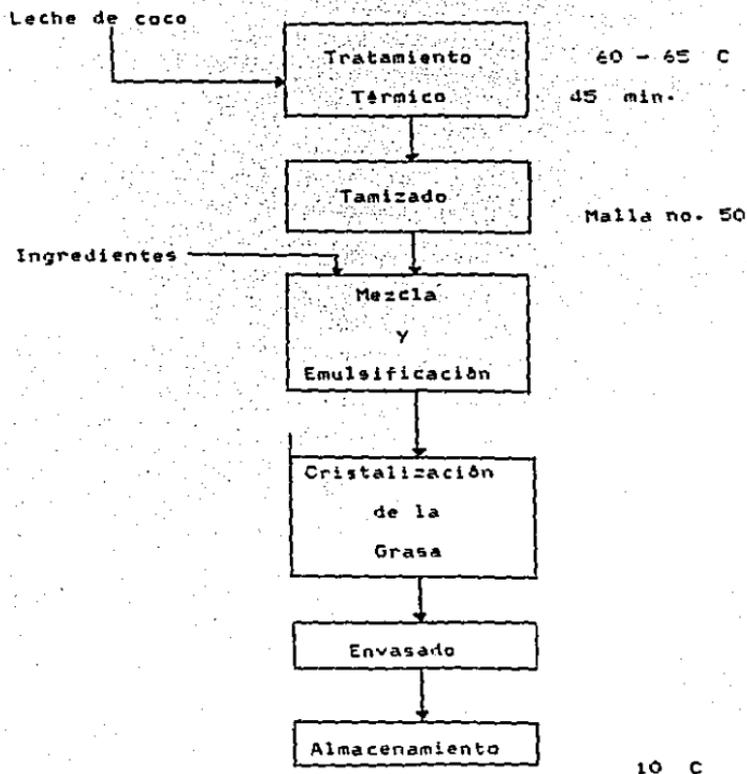
el producto.

- 6.- Finalmente se añade el conservador.
- 7.- Una vez homogenizado el producto se suspende la agitación y el producto es puesto a un baño de hielo, continuando la agitación a 600 rpm. esto es para llevar a cabo el enfriamiento de la emulsión.
- 8.- En el momento de la cristalización del producto, cuando se encuentre a una temperatura aproximada entre 10 - 15 C se disminuye un poco la agitación hasta que el producto obtenga una consistencia plástica para que facilite su envasado.

Observaciones:

- (a) De acuerdo al panel realizado tomando como muestras estas últimas tres pruebas, se observó que la muestra de mayor aceptación fué la prueba no. 8, por lo tanto, fué la formulación que se tomó como óptima.
- (b) Además se observó que conforme aumentaba la cantidad de leche de coco en la formulación el producto terminado presentaba una consistencia dura.
- (c) Respecto al método de proceso, se observó que el método de proceso " C " fué el que dió mejor resultado en lo que se refiere al procedimiento de batido.

Fig. 13. Diagrama de proceso de obtención de la margarina según el proceso de obtención " C "



CAPITULO 3

ANALISIS DE RESULTADOS

3.1. Pruebas de Formulación

La finalidad de este trabajo de experimentación fue encontrar la formulación óptima de la margarina teniendo como materia prima principal la leche vegetal de coco.

En el siguiente cuadro se presentan algunos resultados de observaciones realizadas a las pruebas de formulación.

Número de muestra	Aspecto	Punto de fusión	sabor
M - 1	Malo	33.5 C	Regular
M - 2	Malo	31.0 C	Regular
M - 3	Regular	30.0 C	Bueno
M - 4	Regular	29.0 C	Bueno
M - 5	---	---	---
M - 6	Bueno	30.0 C	Bueno
M - 7	Muy bueno	32.0 C	Bueno
M - 8	Muy bueno	32.0 C	Muy bueno
M - 9	Muy bueno	29.0 C	Bueno
M - 10	Muy bueno	28.5 C	Bueno

Cuadro 2.

3.2. Composición Química de la Materia Prima-

Cuadro 3. Composición química de la leche de coco según ensayos realizados en el laboratorio.

Componentes	Resultados	Unidades
Humedad	10.16	% en peso
Sólidos totales	89.82	% en peso
Grasas	56.51	% en peso
Acidez (como Ac. Láctico)	1.05	% en peso
Azúcares Reductores		
Totales como Azúcar		
Invertido	2.04	% en peso
Proteínas	16.00	% en peso

3.3. Análisis Microbiológicos de la Materia Prima.

Cuadro 4. Composición microbiológica de la leche de coco.

Análisis	Resultados	Unidades
Cuenta bacteriana total	2000	col/gr.
Cuenta de Hongos	Neg.	col/gr.
Cuenta de levaduras	Neg.	col/gr.
Cuenta de Organismos		
Coliformes	Neg.	col/gr.
Staphylococcus	Neg.	
Salmonella	Neg.	
E. Coli	Neg.	

3.4. Composición Química de Producto Terminado.

Los valores consignados en el cuadro no. 5 corresponden a la composición química de la margarina según ensayos realizados a la muestra no. 8 (formulación óptima).

Cuadro no. 5 Composición química de la margarina según ensayos realizados en el laboratorio.

Componentes	Resultados	Unidades
Humedad	38.59	% en peso
Sólidos totales	61.39	% en peso
Grasas	47.96	% en peso
Punto de fusión	32.0	C
Acidez	32.0	meq/KG.

3.5. Análisis Microbiológicos de Producto Terminado

Los resultados consignados en el cuadro no. 6 corresponden al contenido microbiológico de la margarina, según análisis realizados a la muestra no. 8 (formulación óptima).

Cuadro 6- Composición microbiológica de la margarina

Análisis	Resultados	Unidades
Cuenta bacteriana total	1500	col/gr.
Cuenta de hongos	Neg.	col/gr.
Cuenta de levaduras	Neg.	col/gr.
Cuenta de organismos		
Coliformes	Neg.	col/gr.
Estaphilococcus	Neg.	
Salmonella	Neg.	
E. colli	Neg.	

3.6. EVALUACION SENSORIAL.

A continuación se presenta la forma utilizada para la evaluación sensorial, así como también los resultados obtenidos.

La evaluación sensorial se realizó con un panel de 20 personas.

Prueba _____

Fecha _____

La muestra que tiene ante Ud. es una margarina. Después de que la deguste con una cruz en torno a la respuesta correcta.

	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Aspecto		5%	30%	65%
Color			20%	80%
Sabor			70%	30%
Olor		5%	60%	35%
Textura	5%	20%	50%	25%

Observaciones:

- 1.- Con sabor dulce al final
- 2.- Le falta cremosidad al producto.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES

1.- Según los estudios realizados se logró conocer la mejor formulación de las pruebas realizadas:

Materia prima	Porcentaje (%)
1.- Leche de coco	75.65
2.- Manteca vegetal	22.25
3.- Sólidos no grasos de leche	1.50
4.- Emulsificante	0.30
5.- Colorante vegetal	0.06
6.- Saborizante artificial	0.15
7.- Benzoato de sodio	0.10

2.- A continuación se describe el proceso y sus constantes:

- a) Se realiza una pasteurización por tratamiento térmico a la leche de coco entre 60 - 65 C por un lapso de 45 min.
- b) Posteriormente la leche de coco es tamizada haciéndose pasar por una malla no. 50 para enseguida añadirsele el 0.01% de antioxidante.

- c) Se reúnen todos los ingredientes
- d) A continuación se lleva a cabo la mezcla y emulsificación de los ingredientes a 630 rpm.
- e) Una vez homogenizado el producto se lleva a cabo el enfriamiento, hasta que el producto adquiera una consistencia plástica; aprox. entre 10 - 15 C.
- f) Finalmente se lleva a cabo el envasado del producto terminado y posteriormente la refrigeración a 10 C.

3.- Los análisis fisicoquímicos que se deberán llevar a cabo en el producto terminado para mantener un buen Control de Calidad son los siguientes:

- Humedad
- Sólidos totales
- Grasas
- Punto de fusión
- Acidez

4.- De acuerdo al estudio de degustación realizado se puede considerar que con un proceso sencillo y con un escaso equipo se puede obtener un producto de buena calidad.

5.- Calidad que con un equipo adecuado puede mejorarse a tener un 100% de aceptación.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Fremond Yan, Ziller Robert, Nuce de Lamothe M.
EL COCOTERO. Primera edición. Barcelona, España. Ed.
Blume, 1969.
- 2.- Grimwood Brian E. LOS PRODUCTOS DEL COCOTERO.
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y
la Alimentación. Roma, 1977.
- 3.- Guy Woodroof Jasper. COCONUTS: PRODUCTION,
PROCESSING, PRODUCTS. Primera edición. United States of
America. The Avi Publishing Company, Inc. 1970.
- 4.- Badui Dergal Salvador. QUIMICA DE LOS ALIMENTOS.
Segunda edición. México. Ed. Alhambra, 1964.
- 5.- Kirk E. Raymond, Othmer F. Donald. ENCICLOPEDIA
DE TECNOLOGIA QUIMICA. Primera edición en español. Tomo
no. 10. México. Ed. Uteha, 1962.
- 6.- Warner James. PRINCIPIO DE TECNOLOGIA DE
LACTEOS. Primera edición. México. AGT Editor, S.A., 1980.
- 7.- Brennan J.G., Butters J.R., Cowell N.D., Lilly
A.E.V. LAS OPERACIONES DE LA INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS.
Segunda edición. Zaragoza, España. Ed. Acribia, 1980.

8.- Bernardini E. TECNOLOGIA DE ACEITES Y GRASAS.
Primera edición. España. Ed. Alhambra, 1981.

9.- Charley Helen. TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS.
Primera edición. México. Ed. Limusa, 1987.

10.- Sidney Williams. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS
OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 14
th. Edition. Vol. 1, Virginia, U.S.A., A.O.A.C. Inc.
1984.

11.- CUENTA DE BACTERIAS MESOFILICAS. NOM-F-253,
S.S.A. 1977.

12.- CUENTA DE HONGOS Y LEVADURAS. NOM-F-255, S.S.A.
1978.

13.- CUENTA DE ORG. COLIFORMES. NOM-F-254, S.S.A.
1977.

14.- CUENTA DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS. NOM-F-310,
S.S.A. 1978.

15.- INVESTIGACION DE SALMONELLA. NOM-F-304, S.S.A.
1977.

16.- CUENTA DE E. COLLI NOM-F-308, S.S.A. 1978.