

ELABORACIÓN DE MARGARINA A PARTIR DEL ACEITE DE AGUACATE

PAULA ANDREA CAÑAS GARCÍA

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PROCESOS
MEDELLÍN
2008

ELABORACIÓN DE MARGARINA A PARTIR DEL ACEITE DE AGUACATE

PAULA ANDREA CAÑAS GARCÍA

Proyecto de grado para optar al título de
Ingeniera de Procesos

Asesor:
Profesor Jorge Devia

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PROCESOS
MEDELLÍN
2008

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, Febrero de 2008

Dedico este proyecto a mis padres por creer siempre en mí
y su apoyo incondicional.

Paula

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus agradecimientos a todas las personas, que de una u otra forma, colaboraron con la realización de este proyecto y en especial a:

Jorge Devia, por su asesoría y colaboración en la realización de este proyecto

Francisco Ginovar, Ingeniero Investigación y desarrollo Tecnas S.A., por obsequiarme la grasa base para la elaboración de la margarina y su asesoría en la realización de este proyecto.

Diego Acosta, profesor Universidad Eafit, por su asesoría en el desarrollo del diseño de experimentos para este proyecto.

Jhon Jairo Estrada y Edgar Arbeláez del laboratorio de procesos, por su colaboración y ayuda en el desarrollo de los ensayos.

Rigoberto, por dar nacimiento a la idea y su constante apoyo para hacer realidad este proyecto.

Tecnimicro Laboratorio de Análisis Ltda, por la asesoría para los análisis de la muestra óptima y descuento en las pruebas de calidad elaboradas.

A Germán Gutiérrez Rangel, por su acompañamiento y ayuda a lo largo del proceso de realización de este proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	13
OBJETIVOS	14
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1. MARCO TEÓRICO	15
1.1.GENERALIDADES DEL AGUACATE	15
1.1.1. Clasificación botánica	15
1.1.2. Composición del fruto	16
1.2. GENERALIDADES DEL ACEITE DE AGUACATE	17
1.2.1. Caracterización y composición del aceite de aguacate.	18
1.2.2. Proceso de obtención del aceite de aguacate	19
1.2.3. Comparación con otros aceites comestibles	20
1.2.4. Usos	21
1.3.MARGARINAS	22
1.3.1. Generalidades de las Margarinas	22
1.3.2. Valor nutritivo	23
1.3.3. Requisitos para las margarinas y los esparcibles para uso en mesa y cocina: NTC 241 y NTC 250	23
1.3.3.1. Requisitos Generales	23
1.3.3.2. Requisitos microbiológicos	24
1.3.4. Materias primas para la obtención de las margarinas	24
1.3.4.1. Grasas	25
1.3.4.2. Agua	25
1.3.4.3. Sal refinada	26
1.3.4.4. Aditivos	26

1.3.4.5.	Emulsionantes	26
1.3.4.6.	Espesantes	28
1.3.4.7.	Correctores de Acidez	28
1.3.4.8.	Conservadores y/o preservativos	29
1.3.4.9.	Colorantes	30
1.3.4.10.	Aromas	31
1.3.4.11.	Vitaminas	32
1.4.	TENDENCIAS DEL MERCADO	32
1.4.1.	Margarinas en General	32
1.4.2.	Margarina de Aguacate	33
2.	METODOLOGÍA	34
2.1.	Ensayos exploratorios	35
2.1.1.	Reactivos y materiales	35
2.1.2.	Implementos de laboratorio y equipos	36
2.1.3.	Observaciones Experimentales	37
2.2.	Análisis de ensayos	39
2.2.1.	Ensayos	40
2.2.2.	Resultados para la prueba de estabilidad	41
2.2.3.	Resultados para la prueba de viscosidad	43
2.2.4.	Definición del modelo estadístico	44
2.2.5.	Resultados de la estimación estadística	45
2.2.6.	Análisis de la estimación estadística	46
2.2.6.1.	Tiempo de estabilidad	47
2.2.6.2.	Viscosidad	47
3.	ALTERNATIVAS DEL PROCESO	48
3.1.	Diagrama de bloques	48
4.	EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PROCESO	50
5.	PRODUCTO	51
5.1.	Formulación	51
5.2.	Evaluación Técnica del producto	52
6.	ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE FABRICACIÓN	53

6.1. Costos de materias primas	54
6.2. Gastos operativos	54
6.3. Inversión	55
6.4. Comparación de costos	55
6.5. Viabilidad financiera del negocio	56
6.6. Análisis de rentabilidad y oportunidad de negocio	57
7. CONCLUSIONES	58
BIBLIOGRAFIA	62

LISTA DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Composición de algunas variedades de aguacate	16
Tabla 2	Comparación nutricional del aguacate con otros frutos	17
Tabla 3	Composición típica aceite de aguacate en porcentaje	18
Tabla 4	Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate	19
Tabla 5	Análisis típico del aceite de aguacate y de oliva	20
Tabla 6	Requisitos para las margarinas para uso en mesa y cocina	23
Tabla 7	Requisitos microbiológicos para las margarinas para uso en mesa y cocina	24
Tabla 8	Colorantes Permitidos según NTC 241 y NTC 250	31
Tabla 9	Consumo de aceites y grasas en Colombia	33
Tabla 10	Condiciones de proceso fijas	39
Tabla 11	Composición de los ensayos realizados	40
Tabla 12	Resultados obtenidos de estabilidad	42
Tabla 13	Resultados obtenidos de viscosidad a 35 °C	43
Tabla 14	Resultados de la estimación para el tiempo de estabilidad de la margarina	46
Tabla 15	Resultados de la estimación para la viscosidad de la margarina	46
Tabla 16	Aditivos alimentarios descritos en la norma NTC 241	51
Tabla 17	Pruebas realizadas a la margarina	53
Tabla 18	Costos de los insumos para un kilogramo de margarina	54
Tabla 19	Precios de margarinas tipo Light	55

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Árbol Persea Americana	16
Figura 2: Estructura General de la Lecitina	27
Figura 3: Estructura del Ácido Cítrico	29
Figura 4: Estructura del Sorbato Potásico	30
Figura 5: Reactivos y materiales usados	36
Figura 6: Montaje de mezclado utilizado	37
Figura 7: Muestras de ensayos experimentales	38
Figura 8: Muestras con rompimiento de fases	42
Figura 9: Foto durante la medición de la viscosidad	43
Figura 10: Diagrama de bloques del proceso	48
Figura 11: Diagrama de flujo del proceso	49

INTRODUCCIÓN

El aguacate presenta una importancia creciente en el mercado internacional debido no sólo a las amplias posibilidades para el consumo fresco y procesado (guacamole, mitades o cubos congelados, sorbetes, helados y pulpas como base para productos untables entre otros) sino también a su carácter de materia prima para la extracción de aceite de amplia utilización en la industria cosmética y alimenticia, ya que es comparable en calidad con el aceite de oliva.

La producción mundial de aguacate (de tres millones de toneladas en el año 2003), depende prácticamente de seis países donde se concentra más del 50% del total. México, el mayor productor, participa con el 33% seguido por Estados Unidos, Brasil y Colombia. Posteriormente se encuentran Chile y España. Cabe notar que de todos estos países, y a pesar de ocupar una posición importante en términos de producción, Colombia es el único que no registra exportaciones significativas. (Gobernación de Antioquia, 2005)

Gracias a la gran producción mundial de aguacate, su gran acogida y reconocimiento en todas las culturas, tanto este fruto como sus derivados se muestran como una gama de productos con gran potencial comercial para industrializarse y hacer de sus derivados una oportunidad de generación de valor agregado y mayor comercialización.

El aguacate es un fruto abundante en nuestro país, no obstante, anualmente se pierden grandes cantidades debido a la presencia de microorganismos, el

oscurecimiento de la pulpa, la pérdida de textura y otros defectos de origen natural como forma o tamaños (aprox. 30% del total de la producción) dificultan su comercialización. Aunque algunos de estos problemas se controlan durante el proceso de desarrollo y almacenamiento, los frutos remanentes de calibres menores son comercializados en mercados domésticos a precios inferiores o son desechados. Existe la necesidad de utilizar la totalidad de las cosechas mediante productos alternativos aprovechándolos de manera integral.

Existe también la necesidad de producir margarinas con bajo contenido de grasas, calorías y libres de grasas saturadas, pues los consumidores cada día se inclinan más no sólo hacia los productos que puedan ofrecer un valor agregado para el cuidado de la salud sino que presenten características agradables y novedosas, como en este caso, una margarina a partir del aguacate; producto inexistente en el mercado.

La margarina de aguacate no contiene grasas saturadas, lo cual evita la acumulación de colesterol en las arterias. La margarina es obtenida a partir del aceite de aguacate, conocido mundialmente por sus beneficios al consumirlo, lo cual le confiere a la margarina sus mismos beneficios; ácidos grasos benéficos para el organismo, elevada cantidad de ácido oleico, niveles aceptables de ácidos poliinsaturados y nada de colesterol entre otros.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuáles son las tendencias del mercado de las margarinas con bajo contenido de grasa y que oportunidad se tiene de incursionar en él con la margarina de aguacate?
2. ¿Es posible producir margarina de aguacate que cumpla las Normas Técnicas Colombianas y satisfaga los deseos de los consumidores?
3. ¿Cuáles son las características físico químicas y organolépticas del producto que se puede obtener?
4. ¿Cómo se puede fabricar una margarina a partir del aceite de aguacate que garantice características organolépticas óptimas en cuanto a calidad, sabor, color y textura, con el paso del tiempo?
5. ¿Cuál es la factibilidad técnica y viabilidad económica para la producción y comercialización de la margarina de aguacate?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una margarina natural comestible a partir del aceite de aguacate, la cual presente unas características organolépticas óptimas en cuanto a calidad, sabor, color y textura perdurables en el tiempo que cumplan con los requerimientos de los consumidores.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las tendencias del mercado, por medio de encuestas y grupos de consumidores para definir las características esperadas por éstos.
- Definir los índices de desempeño que satisfagan las necesidades de los consumidores por comparación de otros productos con los resultados del estudio preliminar del mercado.
- Establecer las características físico-químicas del producto, a partir de ensayos experimentales, para que cumpla normas técnicas colombianas y satisfaga las características esperadas por los consumidores.
- Diseñar el proceso de producción de la margarina a partir de los datos de un diseño de experimentos para obtener un producto que cumpla los índices de desempeño esperados.
- Evaluar el producto obtenido frente a las normas técnicas existentes para la caracterización de las margarinas
- Conocer la factibilidad técnica y económica para la producción y comercialización de la margarina de aguacate.

1. MARCO TEORICO

1.1. GENERALIDADES DEL AGUACATE

1.1.1. Clasificación botánica

Nombre científico: *Persea Gratissima* Gaertn, también llamado *Persea Americana*.

Nombres vulgares: Avocado en inglés; Aguacate en español; Abacate en portugués; Avogado o avocado en alemán. (Pino, 1997)

El aguacate es un árbol perteneciente a la familia botánica de las *Lauraceae*, es un árbol de hojas persistentes que pertenece al género *Persea*. Originario de la América tropical, más especialmente de América central. Se cultiva en casi todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Los mayores productores son México, Estados Unidos, Brasil y Colombia. Se reconocen tres razas ecológicas (subespecies): mexicana, guatemalteca y antillana, las cuales se consideran subtropicales, semitropicales y tropicales respectivamente. (Pino, 1997)

La fruta del aguacate es una baya grande con una sola semilla. Es muy nutritiva, caracterizada por un alto contenido de grasa, cuya composición es similar al aceite de oliva, mucha vitamina A y cantidades significativas de vitaminas B y C. (Pino, 1997)

Dentro de sus caracteres botánicos y descripción, el aguacate puede alcanzar una altura de 10 a 15 m y es de rápido crecimiento. Su tronco es derecho con corteza verde clara cuando es joven y gris en la edad adulta, pero siempre lisa. Ramas

erguidas con hojas persistentes, de 20 a 30 cm de largo por 8 a 10 de ancho, alternas, enteras, ovales y de color verde oscuro. (Pino, 1997)

Figura 1: Árbol Persea Americana



1.1.2. Composición del fruto

La pulpa se consume fresca, principalmente como parte de ensaladas, con sal y vinagre. La composición del aguacate difiere en dependencia de la variedad y el tiempo de maduración. Así, por ejemplo, el aguacate fresco tiene un contenido de aceite entre 5 y 30%; proteínas entre 1 y 5% y también niacina y otras vitaminas del complejo B. Algunas variedades contienen cantidades significativas de β -caroteno y vitamina C. (Batista, 1993)

El aguacate tiene un contenido alto de grasas y dependiendo del grupo geográfico al que pertenezca, hay una gran variación en el nivel de lípidos. Las variedades de la India Occidental son las de contenido menor de grasa, 4 a 7%. Las frutas guatemaltecas varían de 10 a 13%, mientras que el grupo de las mexicanas rinden de 10 a 15% en México y de 15 a 30% en California. Hay excepciones de esta generalización, dependiendo del hábitat. (Batista, 1993)

Tabla 1: Composición de algunas variedades de aguacate. (Batista, 1993)

Variedad	Peso de la fruta (g)	Porción comestible (%)	Humedad	Proteína	Grasa	Hidratos de carbono	Cenizas
Fuerte ^a	256	71.3	65.7	1.51	1.51	4.62	1.60
Fuerte	566	73.5	68.3	1.36	1.36	4.82	1.27
Hass	200	75.0	68.4	1.80	1.80	7.80	1.20
Dickenson	254	70.0	72.0	1.56	1.56	4.69	1.35

Lula	496	63.3	73.9	1.21	1.21	1.78	0.92
Trapo	422	72.2	83.5	0.90	0.90	1.56	0.64
Taylor	298	64.8	76.9	1.40	1.40	1.52	0.87

El contenido en aceite también varía dependiendo de la parte de la fruta. Se plantea que los niveles de aceite en el mesocarpio o pulpa de buenas variedades oscilan entre 1 y 2% a principios de estación y 30% a finales, estas cifras referidas con base a peso fresco. Este contenido de aceite le confiere a la fruta valiosas propiedades nutritivas como fuente de energía, vitaminas y lípidos insaturados. (Batista, 1993)

Grana (1981) presentó la diferencia nutritiva del aguacate, en comparación con otros frutos, los que se muestran en la tabla 2. En ésta se ha tomado un fruto con el 10.6% de grasa, valor normal en las variedades Hass y Fuerte cuando están en su mejor momento de maduración, y se observa que su valor calórico es más del doble, a igualdad de peso que una fruta de tanto prestigio como el plátano. Muchas son las variedades de aguacate existentes y disímiles los trabajos realizados en los que se dan a conocer los datos de composición. (Batista, 1993)

Tabla 2. Comparación nutricional del aguacate con otros frutos (7100 g) (Batista, 1993)

Frutos	Agua	Proteínas	Grasas	Hidratos de carbono	Cenizas	Valor calórico en 100 g
Aguacate	70.56	2.10	20.60	5.95	1.32	207
Aceituna	75.00	1.70	20.00	8.90	0.40	200
Manzana	83.60	0.10	0.30	11.91	0.27	52
Melocotón	88.00	1.00		10.00	0.50	52
Naranja	86.50	1.12		9.00	0.46	44
Plátano	72.46	1.16	0.55	20.20	0.86	90

1.2. GENERALIDADES DEL ACEITE DE AGUACATE

El aguacate, dependiendo de la variedad y madurez alcanza en la pulpa niveles de hasta 30% de aceite. Es un aceite verde intenso, se obtiene de la pulpa del aguacate, muy rico en nutrientes. Su composición y propiedades son similares a

las del aceite de oliva. Es ampliamente usado en cosméticos y aceite para ensaladas. (Willey, 1999)

Los altos niveles de clorofila en el aceite de aguacate (40-60 ppm) pueden tener efectos adversos en su estabilidad oxidativa cuando se almacena bajo la luz. Sin embargo, el color verde esmeralda del aceite (originado por el alto contenido de clorofila) resulta siendo atractivo para los consumidores, siendo preferido por los chef de cocina de la gastronomía europea, sustituyendo al aceite de oliva. (González, 2005)

1.2.1. Caracterización y composición del aceite de aguacate.

El aceite de aguacate se caracteriza por contener una baja proporción de ácidos grasos saturados (entre un 10 y 19%, dependiendo de la variedad y el estado de madurez), una elevada cantidad de ácido oleico (puede llegar hasta un 80%), un nivel aceptable de ácido insaturados (11 – 15%) y nada de colesterol. (Pérez, 2005)

Tabla 3: Composición típica aceite de aguacate en porcentaje. (Eger, 2000)

Ácidos grasos	
Saturados	7-32%
C16:0 palmítico	7-32%
Monoinsaturados (omega-9)	52-93%
C16:1 palmitoleico	2-13%
C18:1 oleico	50-80%
Poliinsaturados	74-86%
omega-6: C18:2 linoleico	6-18%
omega-3: C18:3 alfa-linolénico	<5%

Otros componentes:

Rico en betasitosterol (0,45-1%) y fracción insaponificable.

Rico en clorofila (entre 40 y 60 ppm), vitaminas B, C, D y carotenoides (luteína).

Presencia de los minerales potasio y magnesio, pobre en sodio. (Eger, 2000)

Las propiedades fisicoquímicas típicas del aceite aguacate se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4: Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate. (Jiménez, 2001)

Propiedad	
Densidad (g / ml)	0,91
Índice de refracción a 25 °C	1,468
Índice de saponificación (mg KOH / g)	189
Índice de Yodo (cg I / g)	84
Índice de peróxidos (meq / g)	14,9
Índice de acidez (mg KOH / g)	1,07
% ácidos grasos libres como el oleico	0,54

1.2.2. Proceso de obtención del aceite de aguacate.

Existen diversos estudios que proponen diferentes procesos para el procesamiento de la pulpa del aguacate para producción de aceite y diferentes investigaciones con el fin de mejorar la eficiencia y la calidad del producto final. El procedimiento usual de producción del aceite es sencillo:

En la primera etapa de la extracción, se cuida la calidad de los aguacates frescos que llegan a la planta, los cuales son pelados de forma mecánica. Luego se prensa en frío y se exprime la pulpa para la obtención del aceite. (González, 2005)

Para la refinación del aceite crudo se centrifuga y se pasa a un proceso de blanqueo mediante la aplicación de arcilla o carbón, de esta forma se eliminan los minerales como el hierro, cobre y otras sustancias que el aceite contiene. (González, 2005)

Por último, el aceite perfumado pasa a un proceso de enfriamiento para eliminar todas las ceras y evitar que el aceite se ponga turbio y mantenga su brillantez a bajas temperaturas. Como resultado se obtiene un aceite refinado de primera calidad, en general se tiene especial cuidado con la variedad de la fruta, la manera

de cosecharla, el proceso de extracción del aceite, transporte y almacenaje. (González, 2005)

1.2.3. Comparación con otros aceites comestibles.

En estudios recientes realizados en Massey University (Auckland, Nueva Zelanda) se muestra que, el aceite de aguacate contiene una cantidad de ácidos grasos monoinsaturados comparable con aceites de girasol, maíz y oliva. (González, 2005)

Tabla 5. Análisis típico del aceite de aguacate y de oliva

Resultados analíticos	Aguacate	Oliva
Color (clorofila) (ppm)	40-60	4 - 6.0
FFA (oleico; %)	0.08-0.17	0.15-0.25
PV (fresco, mEq/Kg grasa)	0.1-0.2	1.0-2.0
Gravedad específica (25°C)	0.915-0.916	0.914-0.918
Valor de yodo (desde GC)	82-84	75-82
β -Sitoesterol (%)	0.45-1.0	0.1-0.2
Total de vitamina E (mg/Kg)	130-200	100-150
α -Tocoferol (mg/kg)	130	100
β/γ - Tocoferol	15	10
δ -Tocoferol	5	10

Reed (2001), comparó el aceite de oliva con el aceite de aguacate, determinando que este último presenta mayores niveles de: clorofila, Índice de Yodo, Vitamina E y un menor índice de acidez libre, lo que constituye una mejor calidad. (Olaeta, 2003)

El aceite de aguacate, al igual que el aceite de oliva, es rico en ácidos grasos monoinsaturados, lo cual lo convierte en un excelente componente de dietas enriquecidas con ácido oleico, para la disminución de riesgo vascular. (Pérez, 2005)

El ácido oleico es el más abundante en la naturaleza. Un ácido graso saturado está presente en algunos aceites, como el de oliva, canola y en el de aguacate es

el principal ácido graso. El ácido oleico llega a alcanzar hasta un 80% del total de los ácidos grasos en el aceite de aguacate. (Pérez, 2005)

El aceite de aguacate está en una posición intermedia entre los aceites vegetales respecto al contenido de ácidos grasos poliinsaturados (AGP) (11 – 15%). Contiene niveles más elevados de AGP que el aceite de oliva o de palma, pero sus niveles de AGP son más bajos que el aceite de maíz, de algodón, de soya y de girasol. (Pérez, 2005)

1.2.4. Usos.

Gracias a su contenido vitamínico, hay una mayor demanda por el aceite de aguacate. Una vez refinado tiene importantes aplicaciones en diferentes industrias:

En alimentación se usa como aceite tipo gourmet de delicado sabor para ensaladas, aderezos y alimentos fritos, además de ser auxiliar para el control de niveles de colesterol. La industria alimenticia utiliza el aceite de aguacate para preparar alimentos enlatados y en aderezos para ensaladas. (Maldonado, 2002)

Dentro del área de cosméticos, el aceite de aguacate, se utiliza en la preparación de cremas para manos y cuerpo, ungüentos, jabones, que se usan para el cuidado del cabello y de la piel. El aceite de aguacate es un componente ideal para la elaboración de ungüentos, bálsamos y lociones para el cuidado de la piel cuando se está bajo el sol. (Wade, 1973).

Los ácidos grasos monoinsaturados son los componentes predominantes en la grasa del aguacate y se asocian con un corazón sano. Entre las dietas mas empleadas para la prevención y tratamiento de la arterosclerosis, la dieta rica en grasa monoinsaturada (ácido oleico) es la más benéfica desde el punto de vista del metabolismo hidrocarbonado y la presión arterial. Además una dieta rica en

ácidos grasos monoinsaturados puede reducir marcadamente la necesidad de usar medicamentos antihipertensivos. (Pérez, 2005)

1.3. MARGARINAS

1.3.1. Generalidades de las Margarinas.

Según la Norma Icontec Colombiana 241 de 2002 y 250 de 1997 para las grasas, aceites vegetales y animales (Margarina, esparcibles para uso de mesa y cocina y Margarina industrial), la margarina se define como una emulsión plástica del tipo agua en aceite, obtenida principalmente a partir de grasas y aceites comestibles que no procedan fundamentalmente de la leche, con un porcentaje mínimo de materia grasa del 80% y un contenido máximo de agua del 16%.

La margarina fue inventada y patentada por Hypolyte Mége Mouries en Francia, en 1869, debido a la escasez de leche para la elaboración de margarina. Erróneamente pensó que la ubre de la vaca era capaz de utilizar la grasa corporal del animal y transformarla en margarina. Por ello, su patente y sus primeras margarinas, consistían en ubre triturada de vaca, leche, cuajo y oleína extraída por presión a 32°C del sebo de vaca. Su invento recibió un premio por parte de Napoleón III. (Berger y Teah, 1988)

La industria de la margarina empezó con un gran empuje, utilizando en un principio sebos animales. Debido a la gran demanda (300.000 toneladas en 1900) se buscaron otras fuentes grasas alternativas. El proceso de hidrogenación desarrollado a principio de siglo aumentó las posibilidades de utilización de diferentes materias primas, pudiéndose utilizar en la actualidad casi cualquier fuente de grasa, dependiendo su utilización de la disponibilidad y el precio (Berger y Teah, 1988).

1.3.2. Valor nutritivo.

La margarina es un alimento energético de gran aporte calórico. Desde un punto de vista nutricional, el consumo de margarina aporta a nuestro organismo ácidos grasos esenciales como el linoléico, vitaminas liposolubles como la A y la E. (Montes, 2004)

Además de las vitaminas que contiene el aceite de forma natural, se le añaden otras de carácter solubles en grasas como la vitamina D. (Montes, 2004)

1.3.3. Requisitos para las margarinas y los esparcibles para uso en mesa y cocina: NTC 241 y NTC 250

1.3.3.1. Requisitos generales

Las margarinas deben estar libres de materias extrañas, rancidez, olores y sabores objetables. El color debe ser crema o amarillo uniforme.

Las margarinas que contengan grasa láctea, no deben exceder del 3% de ésta.

Tabla 6: Requisitos para las margarinas para uso en mesa y cocina. NTC 241 y NTC 250

Requisito	Mínimo	Máximo
Contenido de grasa, %	≥ 80	
Contenido de agua, %		≤ 16
Cloruro de Sodio (Na Cl), %		3,50
Vitamina A, UI por Kg	20.000	40.000
Vitamina D, UI por Kg	2.000	4.000
Metales contaminantes		
Hierro, expresado como Fe, mg/kg		1,50
Cobre, expresado como Cu, Mg/kg		0,10
Plomo, expresado como Pb, mg/kg		0,10
Arsénico, expresado como As, mg/kg		0,10
Niquel, expresado en Ni, mg/kg		0,10
En Fase Grasa		
Ácidos grasos libres, % como oleico		0,30
Punto de fusión		40 °C
Índice de peróxido		
En fábrica		1,00
Fuera de fábrica		5,00

1.3.3.2. Requisitos microbiológicos

En la tabla 7, se muestran los requisitos microbiológicos para las margarinas según las normas NTC 241 de 2002 y NTC 250 de 1997, donde:

n: Número de muestras que se van a examinar

m: índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable

c: Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

Tabla 7: Requisitos microbiológicos para las margarinas para uso en mesa y cocina

Requisitos	n	m	M	c
Recuento de aerobios mesófilos, UFC/g	3	1.000	5.000	1
NMP coliformes /g	3	9	11	1
NMP coliformes fecales /g	3	< 3	-	0
Recuento de mohos/g	3	50	100	1
Recuento de levaduras/g	3	50	100	1
*Detección de salmonella/25 g	3	0	-	0

*Se realiza este ensayo sólo cuando el producto contiene grasa láctea y se determina para propósitos de vigilancia y control oficial

1.3.4. Materias primas para la elaboración de las margarinas.

Las materias primas necesarias fundamentalmente son:

- a. Grasas
- b. Agua
- c. Sal refinada
- d. Aditivos

1.3.4.1. Grasas:

Es el componente fundamental y está presente en una proporción mínima del 80 % del peso total de la margarina. De su pureza depende la calidad de la margarina. El sabor y el olor se introducen mediante los aditivos que se agregan a

la margarina, por eso las grasas deben estar perfectamente refinadas y ser inodoras, insípidas y estables en el tiempo antes de la adición de estos aditivos.

Las características físicas más importantes de las sustancias grasas son:

- Punto de enturbiamiento
- Punto de fusión
- Título de los ácidos grasos
- Dilatometría

La dilatometría es la relación de grasas sólidas y grasas líquidas a una determinada temperatura, y es el dato más calificativo de estos productos.

Todos estos factores permiten tener una previsión de cuales serán las características de plasticidad, licuefacción, untuosidad y consistencia de la margarina una vez conocida la estructura de las sustancias grasas utilizadas.

1.3.4.2. Agua:

Se agrega en una proporción inferior al 16 %. En las fórmulas primitivas la leche reemplazaba el agua, pero la utilización actual de sueros de leche en algunos casos, con un contenido muy bajo en nutrientes, no permite tal denominación.

El agua se utiliza para preparar la emulsión con la sustancia grasa dispersando ésta como pequeñas gotas en el agua.

1.3.4.3. Sal refinada (cloruro de sodio):

La sal es la sustancia más utilizada de entre todos los aditivos alimentarios, sin embargo, su gran tradición en el procesamiento de los alimentos, incluyendo el uso doméstico, hace que no se le considere legalmente como aditivo y que, salvo casos excepcionales, no se limite su uso.

- Debe ser prácticamente anhidra, $H_2O < 0,1 \%$.

- Tiene que ser neutra o muy débilmente alcalina.
- Debe tener ausencia de sales de magnesio, incluso al estado de trazas (en particular cloruro de magnesio), que acelera la oxidación de las grasas.
- No debe contener sulfatos.
- No debe tener hierro, que es un pro-oxidante de las grasas y aceites.
- En disolución debe dar una salmuera clara, sin espuma y sin depósito.

1.3.4.4. Aditivos:

Para obtener la emulsión se mezclan las grasas con el agua, hasta obtener un producto de consistencia y aspecto similar a la margarina. Para ello se necesita una serie de aditivos:

1.3.4.5. Emulsionantes:

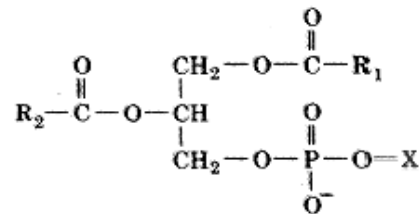
Las emulsiones son en principio inestables, y con el tiempo las gotitas de la fase dispersa tienden a reagruparse, separándose de la otra fase. Para que este fenómeno de separación no tenga lugar, y la emulsión se mantenga estable durante un período largo de tiempo se utilizan emulsionantes, que se sitúan en la capa límite entre las gotitas y la fase homogénea. (Willey, 1999)

La estructura química de los emulsionantes o surfactantes permite reducir la tensión superficial en la interfase de dos superficies inmiscibles, para que estas se mezclen formando una emulsión. Un emulsificante consiste de un grupo polar el cual es atraído por sustancias acuosas y una cadena de hidrocarbonos, que es atraída por los lípidos. Los emulsificantes se clasifican por el sistema de balance hidrofílico-lipofílico (HLB por sus siglas en inglés) que indica cuando un emulsionante es más soluble en agua o aceite, y para cada tipo de emulsión (agua en aceite o aceite en agua) es el más indicado.

Los emulsionantes con bajo valor de HLB son más solubles en aceite y son los más indicados para aplicaciones de agua en aceite, como la margarina. Por ser la margarina una emulsión de agua en aceite, se necesita una sustancia que favorezca la unión de los dos componentes impidiendo su separación, para ello se utiliza la Lecitina obtenida de monoglicéridos y diglicéridos.

En la figura 2, se muestra las fórmulas estructurales de los fosfoglicéridos principales presentes en las lecitinas comerciales, donde R₁ y R₂ son ácidos grasos:

Figura 2: Estructura General de la Lecitina



La lecitina es una mezcla de compuestos similares a la grasa los cuales incluyen *phosphatidyl choline*, *phosphatidyl ethanolamines*, *inositol phosphatides* y otros compuestos. Comercialmente la lecitina fue originalmente obtenida de la yema del huevo, pero ahora la lecitina comercial se extrae del aceite de soya por su rendimiento (2.5 a 3.25%) y por a la gran cantidad de soya cultivada y procesada. Se usa en muchos productos incluyendo margarinas, chocolate, helados, tortas y pan.

1.3.4.6. Espesantes:

Muchos alimentos reciben sus propiedades de sustancias conocidas como hidrocoloides. Estas son polímeros de alto peso molecular extraídos de plantas, algas, colágeno animal o producidos por síntesis microbial, y son ampliamente

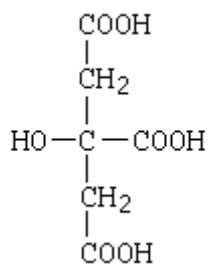
usados por su capacidad de proveer estabilidad a emulsiones, suspensiones y espumas. (Willey, 1999)

El espesante, derivado de la celulosa, más usado es el carboximetil celulosa (CMC). Para preparar CMC, la celulosa se trata con solución de hidróxido de sodio, el álcali de celulosa se trata en condiciones controladas, con monocloro acetato de sodio para formar la sal de sodio de CMC y cloruro de sodio. El CMC se usa ampliamente en la industria de alimentos en productos horneados, mermeladas, helados y bebidas. (Willey, 1999)

1.3.4.7. Correctores de acidez:

El ácido cítrico o ácido 2 hidroxí 1,2,3 propano tricarbóxico ($C_6H_8O_7$) cuyo empleo está autorizado en la refinación de grasas y aceites, debido a sus propiedades antioxidantes y secuestrante de trazas de metales como el cobre y el hierro (las cuales son pro-oxidantes de las grasas), es un constituyente común de plantas y animales. Es el ácido orgánico más versátil y más ampliamente usado en el área de los alimentos y la industria farmacéutica debido a su sabor fresco característico, bajo costo, baja toxicidad y su rápida asimilación. Se utiliza, según los usos legales y constantes, como corrector de pH a la dosis máxima de 1 gramo por kilogramo de producto terminado. (Willey, 1999)

Figura 3: Estructura del Ácido Cítrico



Su producción inició en 1923, basada primariamente en el trabajo de *Currie*, quien encontró que ciertas cepas de *Aspergillus Níger*, al crecer sobre una solución de sacarosa y sal, producían cantidades significativas del ácido cítrico. El ácido cítrico generalmente se recupera a partir de una solución acuosa fermentada, separando primero el microorganismo (por filtración o centrifugación rotatoria) y precipitando después el ion citrato, como la sal cálcica insoluble. El citrato cálcico se usa para separar los subproductos y otras impurezas de ion citrato, mediante la acidificación por medio de ácido sulfúrico para convertir el citrato de calcio a ácido cítrico, seguido por etapas de concentración y filtración para eliminar el sulfato de calcio formado y por una serie de cristalizaciones evaporativas para separar el ácido cítrico de las impurezas residuales. (Willey, 1999)

El ácido cítrico esta aprobado por la unión FAO/WHO *Expert Comite on Food Additivies* (Comité de expertos sobre aditivos para alimentos) para su empleo sin límites en alimentos. (Willey, 1999)

1.3.4.8. Conservadores y/o preservativos.

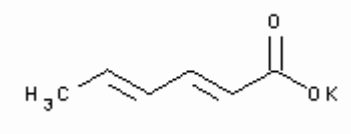
Sin el control de levaduras, mohos y bacterias la industria alimenticia podría experimentar considerables pérdidas económicas cada año. Azúcar, sal y el proceso de ahumado se han usado por años para preservar alimentos. Estos métodos no son compatibles con todos los productos, en los cuales se usan preservativos como antimicrobiales.

La mayoría de los preservativos no matan los microorganismos presentes en los alimentos, mas bien previenen futuros crecimientos y proliferación de cualquier organismo presente disminuyendo la actividad acuosa o incrementando el pH de los alimentos en los cuales se usan. Numerosos factores impactan la selección del

preservativo adecuado, incluyendo el tipo de organismo a ser controlado, pH del producto, efecto en el sabor del producto, restricciones legales y costos.

Las sales sódicas y potásicas del ácido sórbico ($C_6H_8O_2$), son usadas como inhibidores de mohos y levaduras en productos horneados, vegetales frescos y fermentados, frutas deshidratadas, bebidas, carne y pescado ahumado. Los sorbatos se agregan directamente a la solución o se aspersan sobre la superficie de los alimentos, se usan en intervalos de 0.025 – 0.2%. (Willey, 1999).

Figura 4: Estructura del Sorbato Potásico.



1.3.4.9. Colorantes:

Las dosis del colorante depende de muchos factores, como el color deseado y la intensidad del color, la formulación, el proceso de obtención y así como de las condiciones de almacenamiento de la margarina. (Hansen, 1998)

Se permite el uso de colorantes con el fin de reestablecer el color perdido en la elaboración o con fines de normalización del color, siempre y cuando el colorante añadido no engañe ni induzca a error al consumidor por encubrir el deterioro o la calidad inferior o por conferir al producto una calidad superior a la que realmente tiene. (Codex, 1989)

Los colorantes permitidos son exclusivamente de tipo natural tales como:

Tabla 8: Colorantes Permitidos según NTC 241 y NTC 250

Colorante	Dosis máxima
Curcumina o cúrcuma	BPM
Beta-caroteno	BPM

Carotenos naturales	BPM
Extractos de anato (calculado como bixina o norbixina total)	100 mg/kg
Beta-apo-carotenal	25 mg/kg
Acido beta-apo-8'-carptenóico, ésteres de metilo y etilo	25 mg/kg

La cúrcuma se obtiene por extracción de la raíz de la planta *Curcuma Longa* L. en la que el pigmento colorante es la cúrcumina. En general, la cúrcumina se suele utilizar en combinación con el annatto o achiote para obtener una coloración de amarillo brillante a amarillo más anaranjado. Una combinación de estos colorantes se puede presentar en forma hidrosoluble o en disposición de pigmentos oleosolubles. (Hansen, 1998)

1.3.4.10. Aromas:

Se permite el uso de aromas naturales y sus equivalentes sintéticos, excepto aquellos que se sabe representan un riesgo de toxicidad, y otros aromatizantes sintéticos aprobados por las Normas técnicas colombianas para reestablecer el aroma natural perdido en la elaboración o con fines de normalización del aroma, siempre y cuando el aroma añadido no pretenda engañar o inducir a error al consumidor en cuanto a encubrir el deterioro o calidad inferior o por conferir al producto una calidad superior a la que realmente tiene. (NTC 241, 2002)

1.3.4.11. Vitaminas

Las vitaminas se clasifican por su solubilidad en liposolubles e hidrosolubles. Las liposolubles se derivan de los polímeros de isoprenoide parcialmente cíclicos (A, E, K) o derivados del esteroil (D). Las hidrosolubles incluyen las vitaminas del complejo B, como la niacina, al ácido pantoténico, el ácido fólico y la biotina, además de la vitamina C. (Willey, 1999)

1.4. TENDENCIAS DEL MERCADO

1.4.1. Margarinas en General

La actividad local de grasas y aceites se encuentra en una fase madura y su tasa de crecimiento depende de los ingresos de la población y el crecimiento poblacional. El buen momento económico permite que familias que antes preparaban sus alimentos con agua ahora puedan consumir aceites, lo cual estimula levemente la demanda. (CIU No 115)

En la tabla 9 se presentan el consumo de los distintos tipos de aceites y grasas en Colombia. El consumo total por los aceites y grasas creció a una tasa anual de 4% durante el periodo 1994-2003. Como se puede observar, las margarinas presentaron una tasa creciente en su consumo del 5% durante el periodo 1994-2003.

Tabla 9: Consumo de aceites y grasas en Colombia (Kg/hab)

Producto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Part 2002	Crecim anual
Aceite de palma en bruto	373	385	381	355	408	439	475	452	433	30.6%	3.6%
Demás aceites	253	253	253	266	335	299	279	294	309	21.8%	2.4%
Aceite de soja en bruto	94	113	93	140	124	153	184	145	147	10.4%	10.0%
Aceite en frijol soja	40	55	55	42	46	60	88	124	91	6.4%	8.5%
Margarinas	80	79	89	94	104	105	113	121	105	7.4%	5.0%
Aceite de soja refinado	54	41	45	50	57	88	100	91	83	5.9%	8.9%
Sebos	42	69	64	85	75	42	47	61	87	6.1%	8.5%
Aceite de palma refinado	65	67	47	43	31	46	22	48	45	3.2%	-3.5%
Grasas	91	73	67	48	65	55	56	43	43	3.0%	-8.9%
Aceite de palmiste en bruto	27	26	29	28	28	28	32	28	19	1.3%	1.4%
Aceite de girasol en bruto	16	13	20	20	12	29	26	23	31	2.2%	9.8%
Aceite de girasol refinado	11	18	18	23	20	18	25	20	22	1.6%	16.3%
Total consumo aparente	1,147	1,192	1,162	1,194	1,306	1,361	1,448	1,449	1,415	100.0%	3.9%
Importaciones/CA	26%	39%	35%	35%	37%	40%	39%	37%	38%		5.3%
Exportaciones/CA	2%	3%	7%	7%	10%	13%	12%	9%	16%		23.1%
Consumo Percápita (Kg / hab)	30	30	29	29	32	32	34	33	32		2.1%

Durante el Congreso Palmero que se realizó en Cali del 30 de mayo al 1 de junio de 2007, se presentaron varios casos y propuestas acogidas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural para incentivar el fortalecimiento a estos sectores, lo cual indica una continuación dinámica positiva en el futuro. (CIU No 115)

1.4.2. Margarina de Aguacate

En la industria de grasas y aceites (G&A) la tendencia se orienta hacia crear productos más funcionales que marquen la diferencia frente a sus competidores, sin que ello signifique que vaya a haber una mayor demanda por éstos. Los ejemplos se observan en margarinas fortalecidas con omega 3 y 6, margarinas que no queman y salpican menos. Además, al desarrollo e internacionalización de productos más saludables. (CIU No 115)

De acuerdo con estas observaciones, la comercialización de la margarina de aguacate apunta hacia la tendencia creciente de demanda de productos que ofrecen diferencias (en este caso saludables) frente a los competidores tanto a nivel nacional como en el mercado internacional.

2. METODOLOGIA

I. PRIMERA ETAPA: Revisión bibliográfica. Se desarrolló una revisión bibliográfica exhaustiva acerca de los conceptos generales relacionados con procesos de obtención, materias primas, propiedades fisicoquímicas, producción y mercadeo del aceite de aguacate y margarinas.

II. SEGUNDA ETAPA: Ensayos exploratorios. Se definieron las materias primas necesarias para la elaboración de la margarina y procesos de elaboración teniendo en cuenta la revisión bibliográfica. Se realizaron ensayos con diferentes formulaciones con el fin de obtener familiaridad con el proceso, determinar y medir las principales variables a tener en cuenta en el proceso de elaboración de la margarina.

III. TERCERA ETAPA: Realizar diseño de experimentos. Según resultados de los ensayos preliminares y la bibliografía consultada, se realizó un diseño experimental con las variables importantes en el proceso de producción de la margarina, la interacción entre ellas y los índices determinantes.

IV. CUARTA ETAPA: Evaluación de los resultados. Se evaluaron los resultados obtenidos en las etapas anteriores determinando las condiciones óptimas para la producción de la margarina en cuanto a calidad textura, color y sabor perdurable en el tiempo.

V. QUINTA ETAPA: Aplicaciones. Se realizaron pruebas de gustación y de utilización de la margarina en la preparación de productos alimenticios (cocción, fritura, horneado).

VI. SEXTA ETAPA: Análisis económico. Se realizó un estudio de viabilidad económica del producto para su producción y comercialización por medio de un estudio de mercadeo exploratorio.

VII. SEPTIMA ETAPA. Conclusiones y recomendaciones con base a los resultados obtenidos en las etapas anteriores.

VIII. OCTAVA ETAPA. Elaboración del informe final, sustentación y presentación del producto.

2.1. Ensayos exploratorios

En total se hicieron 27 ensayos exploratorios variando diferentes condiciones de proceso, reactivos y equipos usados.

2.1.1. Reactivos y materiales utilizados:

- Aceite de aguacate refinado
- Sal
- Emulsionante: Lecitina
- Espesante: CMC
- Saborizante de margarina
- Corrector de acidez: ácido cítrico
- Estabilizante: Monoestearato de glicerilo
- Grasa base: Shortening Latino, Tecnas S.A.

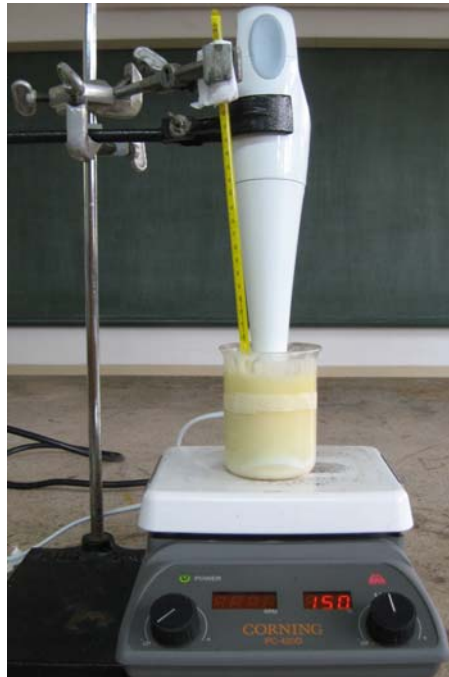
Figura 5: Reactivos y materiales usados



2.1.2. Implementos de Laboratorio y Equipos:

- Batidora de mano Oster 3170.
5 velocidades
Revoluciones: 700 – 1200 RPM
- Batidora de inmersión Proctor Silex 59735.
120 watts. 9000 RPM
- Plancha calentadora Corning.
Laboratory Stirrer / hot plate
Modelo PC 420
Intervalos de Temperatura: 25 – 550 °C
- Termómetro de mercurio 250 °C
- Termómetro de inmersión HANNA instruments
Ref. HI 9063
Intervalos de Temperatura: -55 – 550 °C
- Balanza digital OHAUS Corp.
Ref G200 1202150428 P
Máxima capacidad 510 gr. Probabilidad 0.01 gr
- Refrigerador Haceb
- Viscosímetro marca Brookfield. Modelo RVDVE115

Figura 6: Montaje de mezclado utilizado



2.1.3. Observaciones Experimentales

Durante los ensayos preliminares se encontraron diferencias importantes en la consistencia final (a temperatura ambiente) de la margarina obtenida entre los diferentes equipos utilizados para realizar el proceso de mezclado, encontrando mejores resultados con la batidora manual de inmersión, por tener ésta un nivel superior de velocidad de rotación y potencia, produciendo un efecto de dispersión de la fase acuosa convirtiéndola en pequeñas gotitas dispersas en la fase continua de aceite.

Para el proceso de cristalización se encontraron diferencias importantes entre el empleo de distintas técnicas e intervalos de temperaturas. Se obtienen mejores resultados realizando un amasado simultáneo al enfriamiento y a más bajas temperaturas (e.g., -5°C), lo cual facilita la formación de cristales finos en la mezcla y por tanto generando una emulsión más estable a temperatura ambiente.

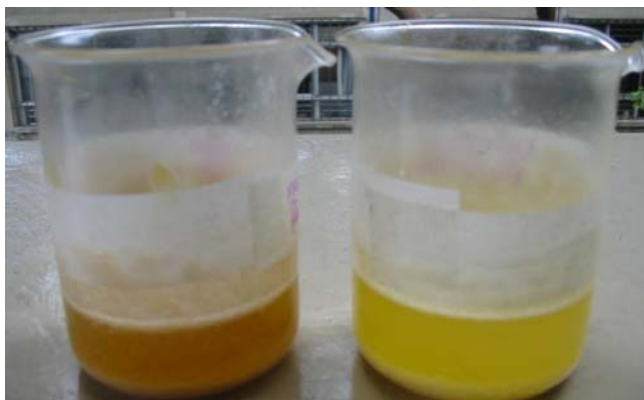
Bajo las condiciones de operación, se encontró que no es posible obtener una margarina con las características esperadas a partir de aceite refinado de aguacate, y por tanto es fundamental trabajar con dicha grasa modificada.

El proceso para la modificación de las grasas y aceites comestibles por medio de la hidrogenación se ha realizado en gran escala desde principios de siglo. El proceso se lleva a cabo en un sistema trifásico (gas hidrógeno, aceite líquido y catalizador sólido), a temperaturas que varían desde unos 120 °C hasta unos 220 °C como máximo en las etapas finales de reacción. El catalizador consiste en pequeños cristales de níquel soportados por un óxido inorgánico, normalmente sílice o alúmina. Tras la reacción, se filtra el catalizador y se eliminan todas las trazas de níquel residual después del refinado, hasta conseguir un nivel de 0,1 mg/kg o inferior. (Kirk, 1998)

Debido a la no disponibilidad de equipos para modificar el aceite de aguacate permitiendo tener una consistencia sólida, se debe incluir un porcentaje de grasa de origen diferente como ingrediente del proceso.

La grasa usada es un sólido blando de consistencia firme y plástica, con aroma y sabor neutro y libre de ácidos grasos trans. Compuesto por una mezcla de grasas y/o aceites vegetales comestibles de alta calidad. Presenta excelente desempeño en elaboración de helados, tortas y productos de panificación, de miga y textura uniforme, sabor y aroma agradable. (Tecnas, 2007)

Figura 7: Muestras de ensayos experimentales



Según los resultados obtenidos en dichos ensayos, se decidió trabajar bajo las siguientes condiciones:

- Realizar el proceso de homogenización con un equipo donde se logre las mejores condiciones de agitación y homogenización posibles.
- Fijar la temperatura de cristalización a un valor óptimo para que los cristales resultantes sean finos¹.
- Mezclar una porción de la grasa base como fase continua de la emulsión de margarina de aguacate.
- Utilizar un porcentaje por peso máximo de 4% de emulsificante ya que a porcentajes mayores resultan formulaciones de margarina de color oscuro.
- El tiempo de homogenización se establece en 30 minutos debido a que no se observaron diferencias importantes en estabilidad y consistencia de las formulaciones resultantes para mayores tiempos de homogenización.

¹ La cristalización de grasas puede producir varios tipos de formas cristalinas. Este fenómeno lleva el nombre de polimorfismo. Existen tres tipos de formas cristalinas llamadas: α , β y β' . El tipo α tiene el punto de fusión más bajo y es muy inestable. El tipo β tiene el punto de fusión más alto y es el más inestable de los tres.

2.2. Análisis de Ensayos

Con base en los resultados obtenidos en los ensayos preliminares y lo encontrado en la literatura, se realizaron experimentos variando la concentración de agua (g H₂O/g MARGARINA), concentración de aceite (g ACEITE/g MARGARINA), concentración de lecitina (g LECITINA/g MARGARINA), concentración de estabilizante (g ESTABILIZANTE/g MARGARINA), y concentración de shortening (g SHORTENING/g MARGARINA).

Para determinar los intervalos de valores de estas variables, se realizaron ensayos con diferentes concentraciones de aceite, agua y lecitina. La lecitina con concentraciones superiores al 2% produce un efecto opaco oscuro en la margarina obtenida y para concentraciones inferiores al 1% no se logra formar una emulsión a la temperatura de mezclado.

Se mantuvieron fijas las condiciones relacionadas en la tabla 10:

Tabla 10: Condiciones de proceso fijas

Variable Fija	Valor
Temperatura de homogeneización	50 °C
Temperatura de enfriado	-5 °C
Revoluciones por minuto para el proceso de mezclado	1700 RPM

Las variables dependientes o de salida del proceso son:

- **Tiempo de estabilidad de la emulsión (días sin separación de fases)**

La estabilidad de una emulsión es la propiedad más importante, y el sistema no será clasificado como tal si no cumple con un mínimo de estabilidad. En general, se representa la estabilidad por el tiempo de conservación sin ruptura de una emulsión en condiciones normales de almacenamiento; aunque también hay pruebas

aceleradas, aumentando el efecto gravitacional, (centrifugación) y determinando la velocidad de separación de las dos fases.

- **Viscosidad (cP).**

La viscosidad es otra propiedad importante de las emulsiones, está directamente ligada a la estructura y a la relación en volúmenes de las fases dispersa y continua. La viscosidad aumenta con la concentración de la fase dispersa y puede llegar a tener valores tal que el sistema se comporte como un sólido. La viscosidad de las emulsiones puede ser afectada de manera sorprendente por cambios relativamente mínimos en la naturaleza y en la concentración del emulsificante.

2.2.1. Ensayos

A continuación se muestra las combinaciones de los 40 ensayos realizados:

Tabla 11: Composición de los ensayos realizados en % peso

Ensayo	Agua	Lecitina	Estabilizante	Aceite	Grasa
1	8	1	1	50	40
2	7	2	1	50	40
3	7	1	1	44	47
4	7	2	1	40	50
5	5	7	5	43	40
6	15	8	2	35	40
7	5	7	5	33	50
8	9	2	3	36	50
9	7	1	1	40	51
10	12	10	2	26	50
11	5	10	5	30	50
12	9	2	1	38	50
13	11	1	10	28	50
14	8	10	1	41	40
15	12	2	8	38	40
16	8	1	1	40	50
17	18	2	1	50	29
18	15	2	5	28	50
19	15	10	3	22	50
20	18	2	1	40	39
21	18	1	1	50	30
22	5	10	5	80	0
23	18	1	1	40	40
24	10	1	3	46	40

25	6	10	5	79	0
26	20	8	10	62	0
27	7	8	10	75	0
28	8	10	5	77	0
29	8	8	5	79	0
30	10	10	5	75	0
31	10	10	2	78	0
32	7	10	2	81	0
33	18	7	3	72	0
34	10	7	3	80	0
35	10	7	2	81	0
36	8	7	2	83	0
37	8	5	3	84	0
38	15	10	5	70	0
39	15	10	5	70	0
40	20	8	5	67	0

2.2.2. Resultados para las pruebas de estabilidad

La estabilidad fue medida por el número de días de conservación de la emulsión sin observarse ruptura de las fases de la margarina a una temperatura de almacenamiento de 25 °C aprox.

Figura 8: Muestras con rompimiento de fases



Tabla 12: Resultados obtenidos de estabilidad

Ensayo	Tiempo de estabilidad (# días)
1	55
2	54
3	52
4	50

5	43
6	40
7	40
8	40
9	40
10	30
11	30
12	30
13	23
14	20
15	20
16	18
17	17
18	17
19	15
20	15
21	15
22	12
23	10
24	10
25	8
26	8
27	8
28	7
29	7
30	6
31	5
32	5
33	5
34	5
35	5
36	5
37	4
38	3
39	3
40	2

Los ensayos realizados con aceite de aguacate como único componente graso, arrojaron resultados pobres en el tiempo de estabilidad de la emulsión formada, por lo cual fue necesario agregar diferentes proporciones de shortening con el fin de obtener una emulsión que proporcionara mayores tiempos de estabilidad y consistencia uniforme.

2.2.3. Resultados para las pruebas de viscosidad

La viscosidad de las emulsiones está directamente ligada a la estructura y a la relación en volúmenes de las fases dispersa y continua. Después de hecha la margarina, la viscosidad de la emulsión fue medida a una temperatura de 35 °C

Figura 9: Foto durante la medición de la viscosidad



Tabla 13: Resultados obtenidos de viscosidad a 35 °C

Ensayo	Viscosidad (Cp)
1	600
2	630
3	695
4	700
5	500
6	420
7	634
8	502
9	700
10	620
11	612
12	524
13	458
14	450
15	432
16	568

17	500
18	414
19	630
20	453
21	460
22	180
23	400
24	520
25	150
26	150
27	190
28	167
29	182
30	128
31	188
32	155
33	138
34	135
35	140
36	180
37	150
38	147
39	154
40	163

Aunque en algunos ensayos se encontraron valores similares en la medición de viscosidad, para los ensayos con más de 600 cP se observó en la consistencia acumulaciones de masa impidiendo observarse una consistencia uniforme de la margarina y alterando de igual forma las diferentes propiedades organolépticas.

2.2.4. Definición del Modelo Estadístico

Con el fin de hallar el comportamiento del proceso con los resultados obtenidos y la predicción de estos cuando se realicen otras formulaciones, se procesan los datos para obtener una ecuación lineal matemática que modela el proceso de la forma:

$$Y = A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + A_4x_4 + A_5x_5 + \dots + A_nx_n$$

Donde:

x_i : Son los factores o variables independientes que influyen en el producto.

A_i : Son los coeficientes del polinomio lineal denominados efectos para una sola variable independiente.

Y: Variable dependiente del proceso (i.e., viscosidad o tiempo de estabilidad de la emulsión).

El valor de los coeficientes del polinomio proporciona una valoración cuantitativa de la influencia real en los resultados del proceso que produce el cambio de valor de una variable independiente o de una combinación de variables. (Moreno, 2002)

2.2.5. Resultados de la estimación estadística

Para determinar el comportamiento de las variables de salida ante cambios en las composiciones de la margarina y su correlación con ellas se realizó una estimación a través del método estadístico de mínimos cuadrados ordinarios para una muestra de cuarenta (40) ensayos obteniendo los siguientes resultados, donde:

T: tiempo de estabilidad de la emulsión

V: Viscosidad de la emulsión

W: Agua

A: Aceite

E: Estabilizante

G: Grasa

L: Lecitina

Tabla 14. Resultados de la estimación para el tiempo de estabilidad de la margarina²

Dependent Variable: T
Method: Least Squares
Date: 11/04/07 Time: 20:01
Sample: 1 40
Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
W	-0.887948	0.317156	-2.799719	0.0083

² Resultados obtenidos del programa econométrico EViews 6.0

A	0.237075	0.073906	3.207778	0.0029
E	-0.240508	0.646480	-0.372027	0.7121
G	0.703370	0.065120	10.80108	0.0000
L	-0.140346	0.512889	-0.273638	0.7860
R-squared	0.659563	Mean dependent var	19.55000	
Adjusted R-squared	0.620656	S.D. dependent var	16.46278	
S.E. of regression	10.13958	Akaike info criterion	7.587239	
Sum squared resid	3598.388	Schwarz criterion	7.798349	
Log likelihood	-146.7448	Durbin-Watson stat	0.709314	

Tabla 15. Resultados de la estimación para la viscosidad de la margarina

Dependent Variable: V
Method: Least Squares
Date: 12/04/07 Time: 20:22
Sample: 1 40
Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
W	-1.884417	1.968622	-0.957227	0.3450
L	1.718231	3.183555	0.539721	0.5928
E	-6.360032	4.012772	-1.584947	0.1220
A	2.573458	0.458745	5.609784	0.0000
G	10.64355	0.404209	26.33183	0.0000
R-squared	0.915471	Mean dependent var	377.9750	
Adjusted R-squared	0.905811	S.D. dependent var	205.0733	
S.E. of regression	62.93744	Akaike info criterion	11.23863	
Sum squared resid	138639.3	Schwarz criterion	11.44974	
Log likelihood	-219.7726	Durbin-Watson stat	1.977404	

2.2.6. Análisis de la Estimación Estadística

De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden determinar las ecuaciones que simulan las dos principales variables para la preparación de la margarina de aguacate, las cuales son tiempo de estabilidad y viscosidad de la emulsión.

2.2.6.1. Tiempo de estabilidad

A partir de los datos obtenidos en los ensayos realizados se halla la siguiente ecuación para el tiempo de estabilidad de la margarina de aguacate:

$$T = -0.89W + 0.23A - 0.24E + 0.70G - 0.14L$$

De la ecuación obtenida para el tiempo de estabilidad se observa que los signos y coeficientes encontrados para cada una de las variables son relevantes y están acordes a los experimentos realizados, debido a:

El tiempo de estabilidad de la emulsión disminuye cuando aumenta la cantidad de agua en la emulsión, el estabilizante y la lecitina. Siendo el agua la que más peso tiene para disminuir la estabilidad de la margarina.

El tiempo de estabilidad de la emulsión aumenta cuando las cantidades de aceite y grasa aumentan, siendo esta última la que más influye en el tiempo de estabilización de la margarina.

2.2.6.2. Viscosidad

A partir de los datos obtenidos en los ensayos realizados se halla la siguiente ecuación para la viscosidad de la margarina de aguacate:

$$V = -1.88W + 1.72L - 6.36E + 2.57A + 10.64G$$

De la ecuación obtenida para la viscosidad de la margarina se observa que los signos y coeficientes encontrados para cada una de las variables son relevantes y están acordes a los experimentos realizados, debido a:

La viscosidad de la emulsión disminuye cuando aumenta la cantidad de estabilizante y agua. Siendo el estabilizante la variable la que más influye en la disminución de la viscosidad de la margarina.

La viscosidad de la emulsión aumenta cuando las cantidades grasa, aceite y lecitina aumentan, siendo la grasa la variable que más contribuye en el aumento de la viscosidad de la margarina.

3. ALTERNATIVAS DE PROCESO

El proceso de obtención con las variables fijas de Velocidad de agitación a 1700 rpm, temperatura de homogenización 50 °C y temperatura de enfriado a -5 °C fue el que arrojó mejores resultados de calidad final de la emulsión obtenida durante los ensayos exploratorios y son los descritos en la tabla 11: Composición de los ensayos realizados.

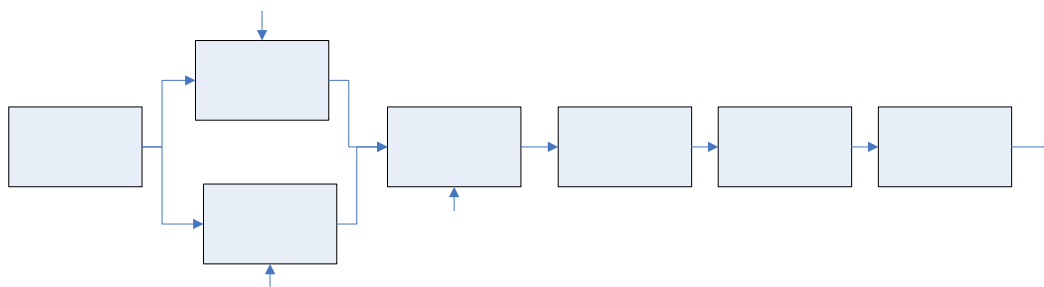
Con el ensayo #1, se obtuvo una mejor consistencia frente a los demás ensayos realizados en cuanto a homogeneidad, viscosidad y estabilidad en la margarina con una relación de 8 g AGUA/g MARGARINA, 1 g LECITINA/g MARGARINA, 1 g ESTABILIZANTE/g MARGARINA, 50 g ACEITE/g MARGARINA y 40 g GRASA/g MARGARINA.

Aunque las propiedades organolépticas de la margarina obtenidas en los diferentes ensayos fueron similares para algunos de estos, las características logradas en el ensayo #1 también se consideraron como óptimas.

3.1. Diagrama de bloques (BFD)

El siguiente diagrama de bloques es una vista general de la producción a escala de laboratorio de la margarina a partir del aceite de aguacate.

Figura 10: Diagrama de bloques del proceso



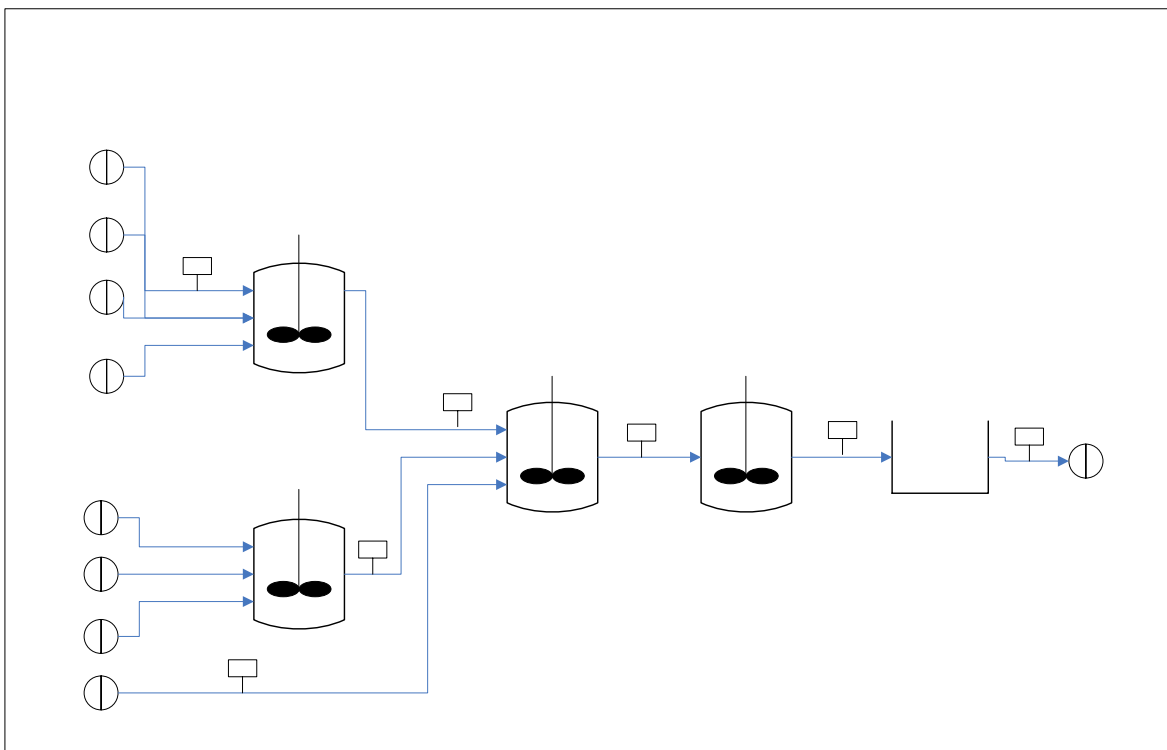
La grasa y aceite de aguacate se mezclan previamente hasta obtener una solución homogénea, proceso que puede hacerse con calentamiento simultáneo para

facilitar la homogenización. Los emulsionantes se añaden en pequeños depósitos con agitación continua. La temperatura de los líquidos deberá aproximarse a los 50 °C.

Para este caso, se prepara en un proceso discontinuo la fase acuosa. Esta solución contiene sales, conservadores y potenciadores de sabor hidrosolubles. El agua utilizada es previamente purificada.

La fase acuosa previamente calentada a la temperatura de mezclado se agrega a la fase grasa lentamente con agitación continua con el fin de conseguir la emulsión agua en aceite.

Figura 11: Diagrama de flujo del proceso



A esta mezcla se agrega el estabilizante. Después de homogeneizar durante 30 min aprox, se consigue una mezcla visualmente homogénea y estable a la temperatura de calentamiento.

PROCESO DE ELABORACIÓN D

50
T - 101
Tanque
Mezclador

T - 102
Tanque
Mezclador

La emulsión caliente se ingresa al enfriador y se realiza amasado paralelo al enfriamiento, con el fin de homogeneizar las temperaturas en la mezcla durante el proceso y facilitar la formación de cristales estables a temperatura ambiente.

La mezcla debe dejarse enfriando alrededor de 12 horas para después extraerlas a la temperatura ambiente, evaluar su estabilidad, las características fisicoquímicas y organolépticas de la misma.

4. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PROCESO

A continuación se presenta cada uno de los aspectos tenidos en cuenta para realizar la evaluación técnica del proceso para la elaboración de la margarina:

Materias primas: Las materias primas como la lecitina, grasa y estabilizante son de fácil obtención con diversos proveedores dedicados a la elaboración y distribución de productos químicos en la ciudad de Medellín.

Debido a la baja demanda del aceite de aguacate, existen pocas empresas que se dedican a la producción y comercialización del mismo, por lo cual no es una materia prima de fácil consecución, sin embargo en la ciudad de Medellín existen proveedores que lo distribuyen.

Proceso de elaboración: El método utilizado a escala de laboratorio para la elaboración de la margarina es simple, lo cual no requiere de condiciones de proceso complejas ni la intervención de más de una persona para la elaboración de la margarina.

Seguridad: Ninguno de los insumos de la margarina de aguacate es un producto tóxico o peligroso. Los mayores riesgos en el proceso de elaboración de la margarina se pueden identificar por fuentes como ventilación insuficiente, manejo de altas temperaturas en los calentadores y recipientes, fallas en los equipos de

mezclado y personal trabajando con protección insuficiente (zapatos, delantal y gafas).

Contaminación: La margarina de aguacate es elaborada a partir del aceite de este fruto y otros ingredientes, los cuales son utilizados en su totalidad, y por tanto no genera residuos sólidos o líquidos como subproducto. Los residuos generados en este caso serían los correspondientes a bolsas o plásticos de empaques de los materiales y aguas sucias resultantes del lavado de los equipos y utensilios.

Factibilidad tecnológica: La margarina de aguacate es fácilmente elaborada con materiales y equipos disponibles en un laboratorio de procesos estándar. Las pruebas de calidad del producto deben realizarse a través de un laboratorio certificado y especializado en la elaboración de este tipo de pruebas.

Buenas prácticas de manufactura: El proceso de elaboración de la margarina de aguacate cumple con los principios básicos y prácticas generales de higiene con el fin de disminuir los riesgos para la salud de los consumidores.

5. PRODUCTO

5.1. Formulación

La tabla 16 describe los aditivos alimentarios descritos en la norma NTC 241 versus los utilizados en la margarina de aguacate obtenida.

Tabla 16: Aditivos alimentarios descritos en la norma NTC 241

Aditivos alimentarios	NTC 241	Margarina aguacate
Colorante		
Curcumina o cúrcuma	BPM	NA
Aromas		

	Aromas naturales y sus equivalentes sintéticos idénticos y otros aromas sintéticos, salvo los que se sabe que presentan un riesgo tóxico	0.01%
Emulsionantes		
Lecitinas	BPM	0.25 %
Conservantes		
Ácido Sórbico	1000 mg/kg	
Espesantes y estabilizadores		
Reguladores de acidez		
Ácido cítrico	BPM	
Antioxidantes		
Antiespumantes		
Polidimetilsiloxano	10 mg/kg	NA
Potenciadores de sabor		
Cloruro de potasio	BPM	NA
Edulcorantes		
Manitol	BPM	NA
Varios		
Dióxido de carbono	BPM	NA
Propilenglicol	BPM	NA
Dióxido de silicio amorfo	500 mg/kg	NA
Nitrógeno	BPM	NA
Oxido nitroso	BPM	NA

*BPM: Según buenas prácticas de manufactura

**NA: No aplica

Según lo observado en la tabla 16, la margarina de aguacate obtenida, cumple con las buenas prácticas de manufactura, composición y calidad descritas en las normas NTC 241 y NTC 250 para las margarinas para uso en mesa y cocina.

5.2. Evaluación técnica del producto

Los requisitos generales del producto según NTC 241 y NTC 250 son los expresados en la tabla 6: Requisitos para las margarinas para uso en mesa y cocina.

Las pruebas realizadas a la mezcla óptima fueron las siguientes:

Tabla 17: Pruebas realizadas a la margarina ³

Análisis Fisicoquímico	Resultado	Método
Humedad %	8.13	ICONTEC GTC 1 (1-14-2)
Cenizas %	0.79	ICONTEC GTC 1 (3-4-1)
Proteína %	1.18	Cálculo a partir de ICONTEC GTC 1 (11-3-1)
Nitrógeno %	0.19	ICONTEC GTC 1 (11-3-1)
Grasa %	83.12	ICONTEC GTC 1 (6-1-1)
Carbohidratos	6.78	Cálculo por diferencia de componentes diferentes a carbohidratos
Calorías kcal/100gr	779.92	Cálculo a partir de grasa, proteína, carbohidratos
Cloruros (expresados como NaCl) %	0.49	ICONTEC GTC 1 (3-6-1)
Índice de peróxidos (meq O ₂ /kg)	26.47	A.O.A.C 965.33 Edición 15
Punto de Fusión (°C)	40 – 42	ICONTEC GTC 1 (12-5-1)

Según lo descrito en la tabla 17, la margarina de aguacate obtenida cumple con los siguientes requisitos de las Normas Técnicas Colombianas:

Temperatura de Punto de fusión

Contenido de Cloruro de sodio

El color obtenido crema es similar a la vista a las margarinas disponibles en el mercado y perdurable en el tiempo.

La consistencia de la margarina es estable en el tiempo y como mínimo 55 días a partir de su fabricación a temperatura ambiente.

La margarina obtenida es un producto untuoso, homogéneo, libre de materias extrañas, rancidez, olores y sabores objetables.

6. ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE FABRICACIÓN

El análisis económico consiste en la estimación de los costos de fabricación a escala de laboratorio de la margarina de aguacate, con el fin de conocer si es competitiva su producción desde este punto de vista.

³ Análisis fisicoquímico Tecnimicro, Septiembre de 2007

Este análisis se realiza para la combinación óptima de la margarina y con base a la elaboración de un kilogramo de margarina de aguacate.

6.1. Costos de materias primas

Los costos por insumos se presentan en la tabla 18, los cuales representan un porcentaje importante dentro del costo total de fabricación, principalmente por el costo del aceite de aguacate.

Tabla 18: Costos de los insumos para un kilogramo de margarina⁴

Insumos	Precio unitario	Cantidad (gr)	Total (\$)
Aceite (Lt)	\$ 15.000	486,00	\$ 7.290
Grasa base (Kg)	\$ 2.500	386,00	\$ 965
Agua (Lt)	\$ 10	76,00	\$ 1
Emulsionante (Kg)	\$ 6.960	10,00	\$ 70
Estabilizante (Kg)	\$ 8.120	10,00	\$ 81
Saborizante (Lt)	\$ 20.000	20,00	\$ 400
Sal (Kg)	\$ 1.000	7,00	\$ 7
Regulador de acidez (Kg)	\$ 4.650	2,50	\$ 12
Conservante (kg)	\$ 5.800	2,50	\$ 15
Empaque	\$ 200	1,00	\$ 200
TOTAL			\$ 9.040

El costo de producción directa para producir 500 gr de margarina es de \$4.520 aproximadamente.

6.2. Comparación de costos y análisis de resultados

La siguiente tabla muestra precios de diferentes margarinas tipo Light disponibles en el mercado para presentaciones de 500 gr

Tabla 19: Precios de margarinas tipo Light⁵

Margarina	Precio (\$/500gr)
Margarina Premier Light	5450

⁴ Precios septiembre de 2007. Bellchem

⁵ Precios de Septiembre de 2007. Almacenes Éxito

Margarina de Canola Premier	5170
Margarina Campi Light	4940
Margarina Rama Light	4750
Promedio	5078

Al comparar los costos de las margarinas disponibles en el mercado con la margarina de aguacate, se observa que esta última podría llegar a ser competitiva, ya que aunque el costo de los insumos de la margarina es solo 11% inferior al promedio, los clientes estarán dispuestos a pagar un costo más elevado por una margarina a partir del aguacate por sus beneficios de consumo y como complemento de una dieta baja en grasas saturadas.

Es importante aclarar que en este análisis no se incluyen los costos de fabricación como lo es la mano de obra, servicios, mantenimiento de equipos, arrendamientos y demás costos, ya que los ensayos se realizaron a escala laboratorio y este factor depende de las cantidades a producir a escala o diversificación de productos a partir del aguacate.

RECOMENDACIONES

La consistencia de la margarina es estable en el tiempo por más de 55 días en condiciones de temperatura ambiente y más de año bajo enfriamiento continuo, en caso de requerirse una mayor vida útil para la misma, se recomienda realizar las formulaciones con variaciones en componentes como conservante y estabilizante.

Para la elaboración de la margarina con la consistencia esperada fue necesario agregar cantidades de shortening, con el fin de obtener una margarina con mínimas cantidades de shortening se recomienda trabajar partiendo del aceite de aguacate modificado por medio de una hidrogenación catalítica parcial o total con el fin de cambiar sus propiedades físicas y facilitar la formación de la emulsión.

Se recomienda realizar más ensayos partiendo de diferentes formulaciones y procesos con el fin de tratar de obtener una margarina de aguacate partiendo del aceite refinado.

Con el fin de obtener una mejor distribución de las partículas, se recomienda realizar el proceso de mezclado con un molino coloidal, con el cual homogeniza la emulsión al punto de formar una partícula muy pequeña, del orden del micrón, distribuyéndolas de manera uniforme, obteniendo un aspecto más brillante y consistente.

7. CONCLUSIONES

- El costo de producción directo de la margarina de aguacate fue de \$9.040/Kg a escala de laboratorio, precio que podría disminuir de acuerdo al volumen de producción que se maneje y de esta forma, comparando las margarinas disponibles en el mercado, la margarina de aguacate podría ser atractiva para el cliente.
- El proceso para la obtención de la margarina de aguacate fue descrito gráficamente por medio de diagramas de bloques y flujo, los cuales permiten comprender el proceso completo.
- A partir del análisis de los resultados obtenidos para las pruebas de viscosidad y estabilidad realizadas, se encontró la combinación óptima desde el punto de vista mecánico y económico, a cual arrojó características físicas (estabilidad y viscosidad óptima) y organolépticas (tacto, vista y sabor) superiores a los demás ensayos realizados.

Ensayo	% Agua	% Lecitina	% Estabilizante	% Aceite	% Grasa
1	8	1	1	50	40

- Las principales variables de entrada a considerar en la fabricación de la margarina de aguacate son:
Velocidad y potencia de mezclado
Temperatura de mezclado
Temperatura de Cristalización

El orden de estas variables corresponde al impacto sobre las propiedades de la margarina obtenida, según los ensayos realizados.

- A escala de laboratorio, las condiciones de proceso y los equipos necesarios para la elaboración de la margarina de aguacate son de fácil obtención en laboratorios de proceso comunes lo que permite tener viabilidad técnica para la producción de este producto bajo esta escala de producción.
- Debido a la no variación en la viscosidad en las pruebas de almacenamiento de la margarina obtenida, se estima que ésta será estable por lo menos un año después de empacada, siempre y cuando se someta a los requisitos de conservación, almacenamiento y transporte adecuados.
- La margarina obtenida, evaluada como emulsión, cumple con las propiedades más importantes de estas, como lo son la viscosidad, estabilidad, color y es de fácil formación.
- Bajo las condiciones de operación, se encontró que no es posible obtener una margarina con las características esperadas a partir de solo aceite refinado de aguacate, y por tanto es fundamental trabajar con dicho aceite de forma modificada, ya sea por medio de una hidrogenación catalítica parcial o total. Debido a la falta de equipos para modificar el aceite de aguacate con el fin de tener una consistencia sólida, se debe incluir un porcentaje de grasa de origen diferente como ingrediente del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

CIIU No 115 PA – 1522 PE & 1522 PR. Actualización Cadena de Palma Africana & Grasas y Aceites. Junio de 2007.

Eger, Shaul. 2000. "Food spreads". Patente No 6,156,369. December 5, 2000.

González, Javier. 2005. "Aceite de aguacate" [artículo Internet]. http://www.farmaciaserra.com/Revista/Articulo_Pr.asp?i=6s4df6a4129&Cl=5002&C=5002. Consulta julio 17 2006

Hansen, CHR S.A., 1998. "Coloreado de margarina con colorantes naturales". En: Alimentación, Equipos y Tecnología. Abril 1998. Pág. 79 - 81

Jiménez, Ma. Elena. Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate obtenido de puré deshidratado por microondas. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=47545209>. Consulta: 23 de septiembre de 2007

Jonson, Richard. Probabilidad y estadística para ingenieros. México. Editorial Prentice Hall Hsipanoamericana. Pag. 442 – 473

Maldonado Cantú, Carlos. 1999. Usos del aceite de aguacate, México, El surco..
Montes Fernandez, David. 2004. Tesis de grado: Planta para la producción de margarina. Valladolid España.

Moreno Quintanilla, P. "Método estadístico factorial a dos niveles aplicado en los experimentos de explotación de los simuladores" En: Ingeniería Mecánica. Febrero 2002. pág. 53 – 58.

Norma Codex para la margarina. CODEX STAND 32-1981 (Rev. 1-1989)

Norma: NTC 241: "Grasa y aceites comestibles vegetales y animales". Norma Técnica Colombiana. Sexta actualización. 2002

Norma: NTC 250: "Grasa y aceites vegetales y animales. Margarina industrial". Norma Técnica Colombiana. 1997

Olaeta, 2003. "INDUSTRIALIZACIÓN DEL AGUACATE: ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS". Pag. 149-754

Pérez Rosales, R. El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales. [artículo Internet]. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/730/73000310.pdf>. Consulta: 23 septiembre de 2007.

PINO, J. 1997. Los constituyentes volátiles de las frutas tropicales. En: Alimentaria. Revista de tecnología e higiene de los alimentos. Octubre 1997, Nro. 286. pág. 51-54

KIRK. OTHMER. 1998. Enciclopedia temática de química. Editorial Limusa.

Tecnas, 2007. Ficha técnica de producto terminado PT-8. Shortening.

Willey, V. 1999. Industrial organic chemicals. Ullman's encyclopedia. P. 2376, 2442-2445

ANEXO A

FICHA TÉCNICA DE SHORTENING TECNAS S.A.


FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO TERMINADO
PT-8
NOMBRE: SHORTENING
CÓDIGO: 8

INSTRUCCIONES PARA EL USO: El SHORTENING es un sólido blando de consistencia firme y plástica, con aroma y sabor neutro y libre de *ácidos grasos trans*. Compuesto por una mezcla de grasas y/o aceites vegetales comestibles de alta calidad. Presenta excelente desempeño en elaboración de helados, tortas y productos de panificación, de miga y textura uniforme, sabor y aroma agradable.

INGREDIENTES: Mezcla de aceites y grasas vegetales comestibles, emulsificantes, antioxidantes (TBQH).

ALERGENOS*: N/A

*Pueden causar hipersensibilidad en algunas personas susceptibles a estos componentes

ESPECIFICACIONES

REQUISITOS ORGANOLÉPTICOS	ESPECIFICACIONES	MÉTODO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO
ASPECTO	Sólido blando	EO-CC-11
COLOR APARENTE **	Ligeramente amarillo	EO-CC-12
OLOR	Neutro	EO-CC-13
SABOR	Neutro	EO-CC-14

** Puede cambiar en el tiempo

REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS	ESPECIFICACIONES	MÉTODO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO
ACIDEZ (% ÁCIDO PALMITICO)	Máximo 0.1	ND
ÍNDICE DE PERÓXIDOS (meq O ₂ /kg de aceite)	Máximo 5.0	ND
HUMEDAD (%)	Máximo 0.1	ND
COLOR (LOVIBOND)	1.9 – 2.9	ND
PUNTO DE FUSIÓN (°C)	39 – 44	ND
ÍNDICE DE YODO	48 - 52	ND
CONTENIDO GRASO (%)	Mín. 99	ND

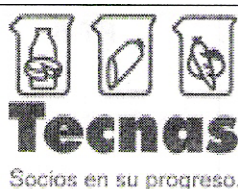
Revisada y aprobada por
Directora Técnica

Versión: 4

Fecha de aprobación: 2006-05-12

Versión N° 3 2006-04-17

FO-ID-17



FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO TERMINADO

PT-8

REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS	ESPECIFICACIONES	MÉTODO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO
CONTENIDO DE GRASA SÓLIDA POR RMN, (%/ °C)		ND
A 20 °C	22.0 – 26.0	
A 30 °C	9.0 – 13.0	
A 35 °C	6.0 – 9.0	

REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS	ESPECIFICACIONES	MÉTODO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO
N/A	N/A	N/A

CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS

Las características críticas en el SHORTENING son aspecto, color, olor, sabor, acidez, índice de peróxidos y punto de fusión.

CONDICIONES DE EMPAQUE Y EMBALAJE

El SHORTENING se empaca por 15 Kg en cajas de cartón corrugado, con bolsa interna debidamente identificadas, con código, nombre del producto, peso neto, número de lote, fecha de producción y fecha de vencimiento.

CONDICIONES DE CONSERVACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

El SHORTENING debe almacenarse sobre plataformas elevadas del piso, en bodegas cubiertas, en ambientes secos, con buena ventilación y a temperatura ambiente. Para tener mayor vida útil se recomienda almacenar en condiciones de refrigeración.

En las bodegas de almacenamiento se debe contar con un plan integral de control de plagas, limpieza y buenas prácticas de manufactura.

Una vez se abra el empaque, para emplear una parte, se debe cerrar inmediatamente para evitar la exposición a la humedad del ambiente, la pérdida de aromas y la contaminación microbiana.

Este producto se debe transportar en vehículos limpios, se debe colocar sobre estibas, nunca sobre el piso del vehículo, no se debe transportar con sustancias tóxicas, químicos o animales.

VIDA ÚTIL

El SHORTENING tiene una vida útil de 12 meses a partir de la fecha de empaque, siempre y cuando se someta a los requisitos de conservación, almacenamiento y transporte recomendados.

Revisada y aprobada por Directora Técnica	Versión: 4
	Fecha de aprobación: 2006-05-12
Versión N° 3 2006-04-17	FO-ID-17

ANEXO B

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL PRODUCTO TERMINADO
TECNIMICRO LTDA.**

REPORTE DE ANÁLISIS

Control 47556

Empresa Solicitante: **PAULA ANDREA CAÑÓN**
 Dirección: **Cra 40A N° 40 B sur 33 Envigado**
 Teléfono: **5147287**

Fecha de Recepción	Fecha de Análisis	Fecha de Laboratorio
sábado, 22 de septiembre de 2007	25/09/2007	28/09/2007

Tipo de Muestra: **Materias primas**
 Producto: **MARGARINA DE AGUACATE**
 Identificación de la Muestra: **ENSAYO 36**
 Temperatura de Recepción de la muestra: **Ambiente**
 Cantidad de muestra: **2 unidades x 114,4g**
 Tipo de envase - empaque: **Frasco de vidrio con tapa aluminizada**
 Muestra enviada por: **Dra. Paula Caños García**
 Área: **FISICOQUIMICO**


Características Organolépticas

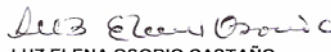
Aspecto: Producto pastoso, untuoso, homogéneo, libre de partículas.
Color: Crema.
Olor: Característico del producto.

Análisis Físicoquímico	Resultado	Método
Humedad %	8,13	ICONTEC GTC 1(1-14-2)
Cenizas %*	0,79	ICONTEC GTC 1(3-4-1) Ed. 94 con trazabilidad a AOAC 923.03 Ed. 16
Proteína %	1,18	Cálculo a partir de ICONTEC GTC 1(11-3-1)
Nitrógeno %	0,19	ICONTEC GTC1(11-3-1)
Grasa %	83,12	ICONTEC GTC 1(6-1-1) Ed. 1994 trazable a AOAC 920.39 Ed. 15
Carbohidratos	6,78	Cálculo por diferencia de componentes diferentes a carbohidratos
Calorías kcal/100g	779,92	Cálculo a partir de grasa, proteína, carbohidratos
Cloruros (expresados como NaCl) %	0,49	ICONTEC GTC 1(3-6-1)
Índice de peróxidos (meq O ₂ /kg)	26,47	A.O.A.C. 965.33 Edición 15
Punto de Fusión (°C)	40 - 42	ICONTEC GTC 1 (12 - 5- 1)

NOTA

Estos resultados, corresponden exclusivamente a la muestra recibida y analizada en el laboratorio.


CARLOS A. GRANADOS TORRES
 Tecnólogo de Alimentos U de A
 Coordinador
 Fecha 01-10-07


LUZ ELENA OSORIO CASTAÑO
 T.P. 01345801506001664
 Química Farmacéutica U de A
 Gerente Técnica (E)
 Fecha 01-10-07

Fecha de Transcripción: Medellín, Septiembre 26 de 2007.

Sin sello seco de TECNIMICRO la información no tiene validez.

PD-GS-1.002-F01, Versión 2
 AV/EM