

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



**“DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO: CREMA DE
CHOCOLATE, UTILIZANDO ACEITE DE PALMA EN INDUSTRIAL DANEC
S.A”**

Tesis de grado previo a la obtención del título de:

INGENIERO QUIMICO

PRESENTADO POR: PAOLA GABRIELA VITERI RENTERIA

RIOBAMBA-ECUADOR

2010

*Yo, Paola Gabriela Viteri Rentería,
soy responsable de las ideas,
doctrinas, resultados expuestos en
esta tesis y el patrimonio intelectual
de la misma le pertenece a la
Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo.*

Firma

AGRADECIMIENTO

A mis padres Dr. Juan Viteri y Dra. Aura Rentería quienes me han brindado su apoyo, han sido mi fuerza en cada momento de la vida y a quienes les debo todo lo que soy, a Industria Danec S.A por abrirme sus puertas y permitirme cumplir con mi sueño de manera especial a la Dra. Iralda Tituaña quien puso su confianza en mí, a mis queridos maestros Dra. Olga Lucero e Ing. César Ávalos quienes me guiaron en la realización de este proyecto de tesis.

DEDICATORIA

A Dios y a mis queridos padres quienes han sido las manos que han levantado las mías, a ellos que han sido mi luz en los momentos de oscuridad, mi alegría en los momentos de tristeza, mi fuerza en mis momentos de debilidad, para ellos quienes le han dado sentido a mi vida y por quienes siento el más puro amor.

HOJA DE FIRMAS

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dra. Yolanda Días

DECANA FA.CIENCIAS

Ing. Mario Villacres

DIRECTOR ESC.ING.QUIM

Ing. César Ávalos

DIRECTOR

Dra. Olga Lucero

MIEMBRO TRIBUNAL

Sr. Carlos Rodríguez

DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN

NOTA DE TESIS

INDICE DE ABREVIATURAS

O/W	Emulsión de aceite en agua
W/O	Emulsión de agua en aceite
HLB	Balance hidrofílico - lipofílico
a_w	Actividad de agua
BPM	Buenas prácticas de manufactura
FI	Fase interna
FE	Fase externa
HR	Humedad Relativa

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
ANTECEDENTES.....	v
JUSTIFICACIÓN.....	x
OBJETIVOS.....	xii

CAPITULO I

1.- MARCO TEORICO.....	1
1.1HISTORIA DEL CACAO.....	1
1.2 EL CHOCOLATE.....	5
1.2.1 LOS PADRES FUNDADORES.....	6
1.2.1.1 GRAN BRETAÑA.....	6
1.2.1.2 ITALIA.....	7
1.2.1.3 SUIZA.....	8
1.2.1.4 DE BEBIDA A GOLOSINA.....	10

1.2.1.5 TIPOS DE CHOCOLATE.....	14
1.2.1.5.1 EL CHOCOLATE NEGRO.....	14
1.2.1.5.2 EL CHOCOLATE COBERTURA.....	15
1.2.1.5.3 EL CHOCOLATE CON LECHE.....	15
1.2.1.6 COMPROBACIÓN DE CALIDAD.....	16
1.2.1.7 ALMACENAMIENTO.....	17
1.2.1.8 CREMA DE CHOCOLATE	18
1.3 ACEITE DE PALMA.....	18
1.3.1 COMPOSICIÓN.....	19
1.4 ESTEARINA.....	19
1.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	19
1.4.2 APLICACIONES.....	19
1.5 EMULSIONES.....	20
1.5.1 TIPOS DE EMULSIONES BASADAS EN LA NATURALEZA DE LA FASE DISPERSA	22
1.5.1.1 ACEITE EN AGUA OW.....	22
1.5.1.2 AGUA EN ACEITE W/O.....	22
1.5.2 FORMACIÓN DE EMULSIONES.....	23
1.5.3 TENSIÓN INTERFACIAL.....	25
1.5.4 TEORÍA DE LAS EMULSIONES	26
1.5.5 PROPIEDADES DE LAS EMULSIONES.....	27

1.5.6 ANÁLISIS DE EMULSIONES.....	32
1.5.7 PRUEBAS PARA COMPROBAR LA ESTABILIDAD DE LAS EMULSIONES	34
1.5.7.1 VISCOSIDAD CONTRA TIEMPO.....	34
1.5.7.2 CENTRIFUGACIÓN.....	35
1.5.7.3 ALMACENAMIENTO A ALTAS TEMPERATURAS.....	35
1.5.8 INESTABILIDAD DE EMULSIONES.....	35
1.5.8.1 REVERSIBLE	36
1.5.8.1.1 CREMADO	36
1.5.8.1.2 SEDIMENTACIÓN.....	36
1.5.8.1.3 FLOCULACIÓN	36
1.5.8.2 IRREVERSIBLE	36
1.5.8.2.1 COALESCENCIA.....	36
1.5.8.2.2 INVERSIÓN DE LAS FASES.....	37
1.5.8.2.2.1 PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE LA FASE DISPERSA.....	37
1.5.8.2.2.2 AGREGADO DE ÁCIDOS Y BASES	38
1.5.8.2.2.3 INFLUENCIA DE AGREGADO DE CATIONES.....	38
1.5.8.2.2.4 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA	39
1.5.8.2.2.5 INFLUENCIA DEL HLB DEL EMULSIONANTE.....	39
1.6 EMULSIONANTES.....	39
1.6.1 PROPIEDADES FUNCIONALES DE LOS EMULSIONANTES.....	41

1.6.1.1 FORMACIÓN DE PELÍCULA ALREDEDOR DE LAS GOTITAS DISPERSAS.....	41
1.6.1.2 DISMINUCIÓN DE LA TENSIÓN INTERFACIAL.....	42
1.6.1.3 IMPARTIR CARGAS ELÉCTRICAS.....	42
1.6.2 PRINCIPALES EMULSIFICANTES USADOS EN ALIMENTOS.....	45
1.6.2.1 MONOGLICÉRIDOS	45
1.6.2.2 APLICACIONES.....	46
1.6.2.3 ESTABILIDAD	46
1.6.2.4 PRECAUCIONES.....	47
1.6.3 LECITINA DE SOYA.....	47
1.7 OTROS ADITIVOS.....	48
1.7.1 AGENTES ESPESANTES.....	48
1.7.2 AGENTES SECUESTRANTES.....	50
1.7.2.1 EDTA (Ácido etilendiaminotetracético).....	51
1.7.2.2 ÁCIDO CÍTRICO.....	53
1.7.3 AGENTES ANTIMICROBIANOS.....	54
1.7.3.1 ÁCIDO SÓRBICO Y SUS SALES.....	55
1.7.4 ANTIOXIDANTES.....	56
1.7.4.1 TBHQ (terbutilhidroquinona)	57
1.8 PREPARACIÓN DE EMULSIONES.....	58
1.9 EQUIPO.....	60
1.10 VIDA DE ANAQUEL.....	62

1.10.1 FACTORES FUNDAMENTALES QUE INFLUYEN EN LA VIDA DE ANAQUEL DE UN ALIMENTO.....	63
1.10.1.1 FORMULACIÓN.....	63
1.10.2 VIDA DE ANAQUEL ACELERADA.....	64

CAPITULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL.....	66
2.1. MUESTREO.....	66
2.1.1 TIPO DE MUESTREO:	66
2.1.2 FUNDAMENTO.....	66
2.2. METODOLOGIA.....	66
2.2.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	66
2.2.2.1. MÉTODOS.....	66
2.2.2.1.1 PREPARACIÓN DE LA FASE ACUOSA.....	70
2.2.2.1.2 PREPARACIÓN DE LA FASE OLEOSA	72
2.2.2.1.3 UNIÓN DE FASES.....	73
2.2.2.2 TÉCNICAS.....	77
2.3. DATOS EXPERIMENTALES	79
2.3.1. FORMULACION DE LAS FASES.....	79
2.3.1.1 DETERMINACIÓN DE LAS PROPORCIONES Y CONDICIONES PARA ESTABLECER LA FORMULA CORRECTA	79

2.3.1.2. OBSERVACIONES TOMADAS AL REALIZAR LAS FORMULACIONES.	82
2.3.2 RESULTADOS DEL ANALISIS FÍSICO-QUIMICO Y SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL.....	82
2.4. DATOS ADICIONALES.....	84

CAPITULO III

3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	85
3.1. CÁLCULOS.....	85
3.1.1.CINETICA DE PSEUDO PRIMER ORDEN,.....	85
3.1.2 ECUACIÓN DE ARRHENIUS.....	89
3.1.3 ANÁLISIS QUÍMICOS.....	91
3.1.3.1 HUMEDAD.....	91
3.1.3.2. EXTRACTO SECO o SOLIDOS TOTALES	91
3.1.3.3 PROTEÍNA.....	92
3.1.3.4 EXTRACTO ETÉREO O GRASA TOTAL.....	93
3.1.3.5 CENIZAS.....	93
3.1.3.6 AZUCARES.....	94
3.1.3.7 SÓLIDOS LÁCTEOS NO GRASOS O EXTRACTO SECO DESENGRASADO.....	99
3.1.3.8 ÍNDICE DE PERÓXIDO.....	99
3.1.3.9 ÍNDICE DE ACIDEZ.....	100

3.1.3.10 CARBOHIDRATOS TOTALES.....	100
3.1.3.11 ENERGÍA.....	101
3.2. RESULTADOS.....	102
3.3 PROPUESTA.....	106
3.4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	107

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	124
4.1. CONCLUSIONES.....	125
4.2. RECOMENDACIONES.....	126

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.5-1 Tipos de emulsiones.....	21
1.5-2 Tipos de emulsiones.....	24
1.5-3. Estado bifásico y emulsionado de dos fluidos inmiscibles.....	24
1.5.8.2.2.3 -1Influencia de agregado de cationes.....	38
1.6-1 Emulsión Aniónica y Catiónica.....	40
1.8 -1 Preparación 1 Emulsión O/W.....	59
1.8.2 Preparación 2 Emulsión W/O.....	60

INDICE DE TABLAS

Tabla

1.1-1 Composición proximal del cacao y derivados.....	5
1.6.1.3-1 Usos de los emulsionantes en función del valor de HLB.....	43
1.6.1.3-2 Valores de HLB de Emulsionantes.....	44
2.2.2.1-1 Emulsión de aceite en agua O/W.....	67
2.2.2.1-2 Emulsión de agua en aceite W/O.....	68
2.2.2.1-3 Emulsión de agua en aceite W/O.....	69
2.2.2.2 Técnicas.....	77,78
2.3.1.1-2 Formulación de crema de chocolate (b).....	80
2.3.1.1-3 Formulación de crema de chocolate (c).....	81
2.3.2-1 Análisis físico –químico y sensorial.....	83-84
3-1 Línea de Investigación.....	85
3.2-1 Formulación final.....	103
3.2-2 Análisis físico, químico y sensorial producto final y de su periodo de vida útil y condiciones aceleradas.....	104-106
3.4-1 Resultados del análisis físico-químico y sensorial producto final.....	109,110
3.4-2 Parámetros físico químicos del grano de cacao.....	111

3.4-3 Actividad de agua en alimentos.....	112
3.4-4 Requisitos microbiológicos para chocolates.....	116
3.4-5 Resultados de prueba de estabilidad en condiciones aceleradas.....	117,118
3.4-6 Comportamiento de la humedad respecto al tiempo.....	119
3.4-7 Comportamiento de la proteína respecto al tiempo.....	120
3.4-8 Comportamiento del índice de peróxidos respecto al tiempo.....	121
3.4-9 Comportamiento de actividad del agua (aw) respecto al tiempo.....	122
3.4-10 Comportamiento de la acidez respecto al tiempo.....	123

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico

3.4-1 Humedad vs Tiempo.....	120
3.4-2 Proteína vs Tiempo.....	121
3.4-3 Índice de peróxido vs Tiempo.....	122
3.4-4 Actividad del agua (a_w) vs Tiempo.....	123
3.4.5 Acidez vs Tiempo.....	124

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA

1.9-1 Agitador de hélice.....	62
2.2.2.1.1-1 Preparación fase acuosa.....	71
2.2.2.1.1-2 Fase acuosa.....	71
2.2.2.1.1-3 Fase oleosa.....	72
2.2.2.1.1-4 Adición de la fase oleosa en la fase acuosa.....	73
2.2.2.1.1-4 Adición de la fase oleosa en la fase acuosa.....	73
2.2.2.1.1-5 Mezcla de fases.....	73
2.2.2.1.1-6 Obtención de crema de chocolate.....	74
2.2.2.1.1-7 Presentación del producto.....	75
2.2.2.1.1-8 <i>Cámara de estabilidad</i>	76

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	NORMA
I	NTE INEN 389
II	NTE INEN 539
III	NTE INEN 535
IV	NTE INEN 533
V	Método de Luff-Schoorl
VI	NTE INEN 277
VII	NTE INEN 521
VIII	NTE INEN 1529-5
IX	NTE INEN 1529-7
X	NTE INEN 1529-11
XI	NTE INEN 1529-15
XII	NTE INEN 1529-10
XIII	NTE INEN 621-2

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en INDUSTRIAL DANEC S.A y tuvo como finalidad la creación de un nuevo producto alimenticio al que se le denominó crema de chocolate, usando estearina de palma, el mismo que aporta positivamente en la dieta diaria de la sociedad. Para establecer la formula correcta para la elaboración de crema de chocolate, se utilizó estearina de palma como sustituto de la manteca de cacao, el producto se basa en la formación de una emulsión, la cual implicó variaciones en las proporciones de agua y estearina de palma, así como también la selección de los emulsificantes y espesantes en concentraciones adecuadas hasta obtener una emulsión estable. Se realizó las pruebas a nivel de lotes piloto en las cuales se controló la estabilidad de la emulsión, observando los cambios que se presentaban con el transcurso del tiempo, posteriormente se escogió la formulación que presenta las mejores características físicas, químicas, sensoriales y de duración. Una vez seleccionada la fórmula, se produjo un nuevo lote ,el cual fue sometido a un muestreo sistemático aleatorio ,del que se escogieron cinco muestras, el producto fue sometido a un análisis de estabilidad y control de calidad para determinar su tiempo de vida útil, además se realizó el análisis proximal y microbiológico al producto, complementándose con la determinación de: los índices de acidez y de peróxidos, actividad de agua, análisis sensorial de la crema de chocolate controlando el color, sabor, olor . Se realizó la prueba de estabilidad (vida útil) de la crema de chocolate en condiciones aceleradas, usando una cámara de estabilidad de tipo *LAB LINE INSTRUMENT,INC MODEL:700ASDC21* durante un mes con una humedad relativa de 70% y temperatura de 40,15 °C y aplicando el modelo de Arrhenius, el cual permitió comprobar que el mes que permanece el producto en condiciones aceleradas, corresponde a seis meses en los que el producto es apto para consumo humano en condiciones climáticas normales con excelentes características físicas ,químicas, sensoriales y microbiológicas. El resultado del análisis organoléptico muestra un producto de color: café, olor y sabor característicos y aspecto: semisólido durante todo el período de análisis lo cual nos indica que conserva aceptables sus propiedades organolépticas, la crema de chocolate proporciona 1842 Kj/100g de energía que representa un valor importante de energía para el cuerpo humano, obteniendo así un producto que satisface las necesidades del consumidor, pues presenta un sabor agradable al paladar y cumple con los parámetros de calidad adecuados. Se recomienda el consumo de este producto a niños, jóvenes y adultos ya que aporta con energía en la dieta diaria.

SUMMARY

The present investigation work was carried out at the INDUSTRIAL DANEC S.A. and its purpose was to create a new food product called chocolate cream, using palm stearin which contributes positively to the society daily diet. To establish the correct formula for the elaboration of chocolate cream, the palm stearin was used as a substitute of the cacao fat; the product is based on the emulsion formation which implied variations in the water and palm stearin proportions as well as the selection of emulsifying and thickening factors in adequate concentrations up to obtaining a stable emulsion. Tests at pilot batches level were carried out in which the emulsion stability was controlled, observing the changes presented as time passed by, later the formulation presenting the best physical, chemical, sense and duration characteristics was chosen. Once the formula was selected, a new batch was produced which was subjected to a systematic at random sampling from which five samples were chosen; the product was subjected to a stability analysis and quality control to determine its useful service time; moreover the proximal and microbiological analysis was made to the product complementing with the determination of: acidity and peroxide indexes, water activity, sense analysis of the chocolate cream controlling color, flavor and odor. The stability test (useful service) of the chocolate cream in accelerated conditions, using a stability chamber type LAB LINE INSTRUMENT, INC MODEL700 ASDC21 during a month with 70% relative humidity and 40.15°C temperature and applying the Arrhenius model which permitted the test that the month during which the products remain under accelerated conditions corresponds to six month in which the product is apt of human consumption under normal climate condition with excellent physical, chemical, sense and microbiological characteristic. The organoleptic analysis result shows a product with brown color, characteristic flavor odor and aspect, semi – solid during the analysis period with shows that it keep its organoleptic properties acceptable; the chocolate cream provides 1842 K j/ 100 g energy which represented an important energy value for the human body, resulting in a product which meets the consumer needs as it present an agreeable taste and accomplishes the adequate quality parameters. It is recommended to consume this product by children youngsters and adults as it contributes with energy to the daily diet.

INTRODUCCIÓN

La formulación de un nuevo producto consiste en determinar de manera correcta cada uno de sus componentes en las proporciones y condiciones de elaboración adecuadas de manera que se obtengan excelentes características y el producto cumpla con las normativas vigentes y satisfaga las necesidades del consumidor.

Para el desarrollo de la fórmula de la crema de chocolate se estableció como materias primas la estearina de palma y cacao en polvo e insumos como: leche, azúcar, agua, emulsificantes, preservantes, agentes antimicrobianos, secuestrantes, espesantes, antioxidantes cada uno en concentraciones establecidas bajo los parámetros de calidad del Instituto Ecuatoriano de Normalización.

La problemática de la investigación se basó específicamente en determinar las proporciones adecuadas de estearina de palma y agua para la formación de la emulsión y en la determinación de la vida útil de la crema de chocolate, que es el periodo en el que se conservará el nivel de la calidad alimenticia y el punto organoléptico. La técnica se basa en un método acelerado por incremento de temperatura. Se fundamenta en la sucesión de reacciones químicas de los alimentos, muchas de ellas son causa de deterioro, ejemplo enranciamiento, entonces si se incrementa la temperatura de almacenamiento de los alimentos, las velocidades de reacciones también se incrementan con la cual se acelera el ensayo llegando a su límite crítico.

La calidad del producto es el factor predominante para la determinación de su vida de anaquel. Su durabilidad, valor nutritivo y atributos físicos son indispensables a la hora de ser adquirido por el consumidor. La herramienta básica o principal para llevar a cabo el análisis sensorial son las personas, en lugar de utilizar una maquina, el instrumento de medición es el ser humano, ya que el ser humano es un ser sensitivo, sensible, y una maquina no puede dar los resultados que se necesitan para realizar una evaluación efectiva, obteniéndose los siguientes resultados color café, olor y sabor característicos, y aspecto semisólido.

El control de calidad físico químico y microbiológico presenta resultados aceptables que van acorde con su composición química y con algunos requisitos establecidos para productos como chocolate, ya que no se dispone de normas INEN para este producto. Resultados que sirvieron de base para establecer los cambios físico-químicos durante la determinación de la vida útil, en condiciones aceleradas, concluyendo como tiempo máximo de consumo seis meses.

Debido a la gran importancia que representa en el mercado el chocolate, y afín a la misión de INDUSTRIAL DANEC S.A de diversificar su producción, se realizó el presente trabajo con el fin de introducir en el mercado un nuevo producto: crema de chocolate y aportar más información no sólo en el campo nutricional sino en el campo ingenieril como base fundamental para avanzar en temas afines en futuros trabajos o profundizaciones sobre el área.

ANTECEDENTES

INDUSTRIAL DANEC S.A. fue creada en 1971 en Ecuador, para atender las necesidades del mercado nacional en los sectores de grasas, aceites comestibles y jabones en barra.

Es la primera empresa en el país que fraccionó palma africana para producir aceites, mantecas, margarinas y jabones. Desde entonces se encuentra entre las primeras empresas fabricantes y proveedoras de productos derivados de grasas y aceites en Ecuador.

Se caracteriza por tener un constante mejoramiento tanto en modernos equipos para la planta, como en el desarrollo de los procesos y las actividades del personal, enmarcados en el modelo de gestión de calidad de la ISO 9002.

Debido a su importante gestión de investigación y desarrollo, control de calidad y flexibilidad en planta, está en capacidad de atender todo tipo de necesidades tanto para el mercado de grasas, aceites y jabones de consumo masivo como para industrias. Por su alta calidad, se convierte en una empresa líder e innovadora que atiende el mercado de consumo masivo e industrial, en el que es altamente reconocida a nivel nacional e internacional.

En su página web DANEC manifiesta que “Nos distinguimos por ser el mayor grupo empresarial del Ecuador, en el ramo de las oleaginosas, que desarrolla desde el propio campo, sus propias materias primas, en un proceso de innovación

constante y calidad controlada en zonas de desarrollo, creando importantes fuentes de trabajo, para luego transformarlas en productos industrializados que procuran ofrecer a los consumidores la mejor alternativa, en calidad, precios y oportunidad de abastecimiento.....” (1). Consecuente con lo anterior esta empresa busca diversificar su producción, desarrollando nuevos productos en especial en el área de chocolatería.

Desde hace más de tres mil años los olmecas bebían una poción preparada a base de cacao en sus ceremonias rituales, se trataba del chocolate, el cual resultó consumirse 800 años antes de lo que se creía, según los estudios realizados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia de México.(2)

Siglos después de los mayas, los mexicas (aztecas) continuaron el gusto por el chocolha maya. Se sabe que el emperador Moctezuma gustaba de beber una taza de éste diluido en agua. Una leyenda dice en México que el mismo dios Quetzalcóatl (casi equivalente al Kukulcán maya) en tiempos ancestrales dio a los hombres en sus manos las primeras semillas de cacao. Era un alimento muy común entre los mexicas y mayas. Su preparación se efectuaba de la siguiente manera: las semillas eran primero tostadas y luego trituradas para hacer una pasta que después se mezclaba con agua. Esta mezcla se calentaba hasta que la manteca o grasa del cacao subía a la superficie. Se le quitaba la espuma y luego se volvía a mezclar -según ciertas proporciones- con la bebida; finalmente se batía enérgicamente para formar un líquido con una espuma consistente que se bebía frío. A esta preparación de base se le añadían -según el gusto- diferentes ingredientes, como chile, achiote, vainilla y miel como endulzante y harina de maíz

como emulsionante básico para absorber la manteca de cacao. El resultado era una bebida sumamente energética pero también muy amarga y picante.

Los suizos comenzaron a fabricar chocolate a mediados del siglo XIX, cuando Daniel Peter, al tratar de mezclarlo con leche para hacerlo más cremoso, tuvo problemas, ya que el agua contenida en el chocolate no permitía una emulsión uniforme. Luego de 8 años de experimentos infructuosos le presentó la idea a un fabricante de leche evaporada de nombre Henry Nestlé, quién tuvo la idea de mezclar leche condensada azucarada con cacao, iniciando así la fama del chocolate Suizo. (3)

Son muchos los estudios que se han realizado sobre el chocolate y su componente fundamental, el cacao, sobre todo en lo que tiene que ver con su aroma y sabor. En el Cuarto Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos realizado en Bogotá (1996) se expuso una investigación en la que se muestra la diferencia entre el aroma y el sabor del cacao fermentado y el tostado. Este trabajo buscaba identificar los componentes mayoritarios responsables de estos atributos empleando análisis por cromatografía de gases y espectrometría de masas. (4)

En Bogotá (1999) en el Quinto Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, se expuso un nuevo trabajo sobre la variación del perfil ácido del grano durante las operaciones de fermentación y secado. Se encontró que durante ellas se generan ácidos orgánicos volátiles y no volátiles que afectan la calidad organoléptica del cacao y la de los productos alimenticios elaborados con él.

Éstos, junto con el contenido de materia grasa, afectan la calidad comercial del grano (5)

En cuanto al tema de la vida útil del chocolate, en la Universidad Agraria de la Molina (Lima-Perú) se realizó un estudio utilizando métodos acelerados, para un chocolate mezclado con Kiwicha.

El desarrollo seguido en esta investigación implicó elaborar la kiwicha expandida, y realizar modificaciones en el laboratorio según los requerimientos que se indican: la kiwicha fue mezclada en un porcentaje del 8%, con referencia a la cobertura de chocolate previamente elaborada; seguidamente se almacenaron las tabletas de chocolate obtenidas. Se observó que la vida útil del chocolate mezclado con kiwicha expandida (4 a 6 meses) a 20°C, temperatura ambiente, se reduce de ocho a doce días por el aumento en las condiciones de temperatura (25°C, 35°C y 45°C); lo que permite luego predecir la vida de anaquel del producto de manera rápida y a menor costo. Para evaluar la vida útil se usó la evaluación sensorial mediante un panel previamente entrenado, por ser un método rápido y económico. Se basó en la medición de un “factor de calidad”, el sabor rancio que fue adquiriendo durante el almacenamiento en las condiciones dadas. (6)

En la Universidad Nacional de Colombia, se desarrolló un estudio acerca de la influencia del cacao en grano, proveniente de diferentes partes del país sobre la calidad del chocolate de mesa. Se determinaron las características físicas, químicas y sensoriales de cada una de las variedades comerciales de cacao procedente de las zonas de Santander, Nariño, Huila, Antioquia y el eje cafetero,

para inferir su comportamiento en las diferentes etapas del proceso productivo del chocolate de mesa.

La caracterización física del grano incluyó las siguientes determinaciones: humedad, índice del grano, contenido de cascarilla, contenido de almendra y grado de fermentación; la evaluación fisicoquímica incluyó: pH y acidez; y la evaluación sensorial incluyó: características de intensidad de aroma, sabor, acidez y cuerpo.

Los resultados demostraron que existe una heterogeneidad en las calidades de los granos de cacao estudiadas, principalmente en cuanto al índice de grano, el contenido de cascarilla, el grado de fermentación y las características sensoriales que influyen de forma relevante en el comportamiento productivo y sensorial del chocolate de mesa. (7)

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Hasing M. (2004) realizó un estudio de las variaciones en los contenidos de polifenoles y alcaloides en almendras de cacao por efecto de los procesos de fermentación y tostado, en colaboración con el Departamento de Nutrición y Calidad de la estación Santa Catalina del INIAP. Los resultados mostraron que todos los compuestos en estudio sufrieron una disminución en su concentración durante la fermentación; con respecto al proceso de tostado se observó que únicamente los genotipos de cacao ordinario sufrieron una disminución en la concentración de antocianinas. La relación teobromina/cafeína para el genotipo CCN-51 obtuvo el valor más alto y el genotipo ICS-95 el más bajo. (8)

JUSTIFICACIÓN

INDUSTRIAL DANEC S.A se ha planteado nuevas metas para diversificar sus líneas de fabricación y ratificar su misión de ser una industria innovadora y competitiva, por ello busca desarrollar un nuevo producto en el área de chocolatería, área considerada importante tanto por su valor nutritivo como por su valor comercial. Así, entre los principales beneficios del chocolate destacan su "valor nutricional, el placer sensorial y sus beneficios para la salud"; debido a su alto contenido en grasa el chocolate es considerado como una fuente excepcional de energía y un producto hiper-mineralizado, magnesio, cobre, hierro potasio. Aparte de que contribuye al bienestar emocional, que mejora el humor y reduce la tensión; además, ofrece una serie de nutrientes esenciales para la dieta proteínas, carbohidratos, grasas y una amplia variedad de componentes activos como los flavanoles y los metilxantinas. El consumo prolongado de chocolate reduce el riesgo de sufrir enfermedades crónicas, como el cáncer o enfermedades coronarias por su alto contenido en poli fenoles, en ácido esteárico y oleico, que no aumentan el colesterol en la sangre. El chocolate sin duda es uno de los placeres preferido por los niños, jóvenes, adultos y adultos mayores, por lo que las expectativas comerciales son positivas, por ejemplo en Chile entre 2003 y 2008, las ventas del sector aumentaron de US\$ 198 millones a US\$ 411 millones y a pesar de la crisis, los chocolateros son optimistas de lo que les depara los años venideros. En Ecuador los amantes del chocolate aumentan, en el año 2009 se registró un incremento del 4%, con un consumo total de 9500 toneladas métricas, que mueven más de \$25 millones. El consumo anual por persona es de 1,6 kilos.

(9), esto demuestra que hay un nicho de mercado grande e importante por satisfacer. El chocolate es uno de los regalos más románticos; en efecto el día de San Valentín, día de la Madre, Navidad, son fechas en las que las fábricas de chocolate tienen una de las mejores expectativas y señalan que sus ventas crecen en 50% con respecto a una fecha normal. Esto hace suponer que es una muy buena oportunidad de fuentes de trabajo tanto para el sector formal como para los informales. (10) Este nuevo producto que se introducirá en el mercado nacional es la crema de chocolate, que utilizará el aceite de palma -producto líder de INDUSTRIAL DANEC S.A. como materia prima. INDUSTRIAL DANEC S.A posee sus propias plantaciones para obtener el aceite crudo y luego transformarlo en la fábrica en aceites comestibles, margarinas y grasas para uso doméstico e industrial, grasas industriales como la estearina de palma que será utilizada en este trabajo de investigación. La crema de chocolate está dirigida a niños, jóvenes, adultos y adultos mayores amantes del chocolate, que cumplirá con los requisitos de calidad, ya que los avances tecnológicos nos permiten desarrollar innovaciones permanentes mejorando la calidad nutritiva y el sabor de productos alimenticios de acuerdo a las exigencias de los clientes, aportando a la industria ecuatoriana y mejorando así la capacidad de desarrollo y visión empresarial de INDUSTRIAL DANEC S.A.

Esta investigación contó con el financiamiento y el respaldo científico técnico de INDUSTRIAL DANEC S.A lo que garantizó la factibilidad económica y técnica.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Desarrollar un producto alimenticio: crema de chocolate, utilizando estearina de palma en industrial DANEC S.A

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer la fórmula para elaborar crema de chocolate utilizando estearina de palma como ingrediente principal de esta emulsión alimenticia.
- Elaborar la crema de chocolate a nivel de lote piloto y observar la estabilidad de la emulsión.
- Realizar ajustes a la formulación inicial orientado al tipo de grasa, emulsificante estabilizante y proporción de las fases.
- Elaborar y controlar la calidad de la crema de chocolate con la formulación adecuada
- Determinar la estabilidad (vida útil) de la crema de chocolate.

1.- MARCO TEORICO

1.1 HISTORIA DEL CACAO

El cacao se obtiene a partir de las semillas del *Theobroma cacao*, un árbol originario de la cuenca del Amazonas y de las regiones selváticas de América Central, y que fue cultivado durante muchos siglos en México. Los aztecas introdujeron esta costumbre en Europa. En la actualidad, se consume cacao en todo el mundo, como bebida y como semillas del *Theobroma cacao*, un árbol originario de la cuenca del Amazonas y de las regiones selváticas de América Central, y que fue cultivado durante muchos siglos en México. Los aztecas bebían cacao en grandes cantidades y los primeros colonizadores españoles chocolate, del que es su principal ingrediente.

El cultivo del cacao se ha extendido fuera de América, en un área comprendida dentro de los 20° de latitud al norte y al sur del ecuador. Aunque la mayor parte del cultivo se realiza dentro de límites más estrechos: unos 10°. Sólo en esta región el clima proporciona la cantidad necesaria de lluvias y la temperatura constantemente alta que se requiere. El árbol de cacao necesita sombra y estar resguardado del viento; en su hábitat natural crece debajo de los árboles más altos. Los árboles de cacao cultivados son protegidos por árboles umbrosos especiales, como cocoteros y árboles de caucho. Un árbol adulto del cacao tiene de seis a nueve metros de altura; por lo general, se compone de un tronco corto y aproximadamente media docena de ramas principales.

El árbol del cacao se desarrolla a partir de semillas, y a partir de esquejes. Sin embargo, en su cultivo, esta última opción se toma muy poco, porque es más cara, y porque no siempre hay la disponibilidad de esquejes adecuados. Los árboles comienzan a frutar a los cuatro o cinco años.

Sus flores nacen directamente del tronco y de las ramas principales (estas plantas se denominan caulifloras) y en su desarrollo dan lugar a una baya. Cuando una baya madura se torna de color amarillo o rojo. La cosecha anual por árbol puede ser de veinte a treinta bayas, y cada una de estas contiene hasta unos cuarenta granos o semillas. Lo cual equivale aproximadamente a un kilogramo de semillas secas.

Las bayas cosechadas se abren para sacarles las semillas y la jugosa pulpa. Las semillas son amontonadas y se mantienen cubiertas con hojas, o se echan en cajas durante unos días. El calor generado en los montones da comienzo a un proceso de fermentación. Este proceso es muy importante porque ayuda a que se desarrolle el sabor de chocolate. Luego, se secan las semillas al sol o por medio de aire caliente. Las semillas secas tienen un color chocolate y su peso se reduce a la mitad del que tenían cuando estaban frescas. Pueden ser atacadas por insectos o por hongos, razón por la cual es necesario protegerlas durante su almacenado y transporte.

Cuando llegan a la factoría, las semillas se clasifican y se limpian; luego, se tuestan durante una hora a 135°C. La cascarilla se vuelve frágil y se desarrolla por

completo el sabor de chocolate. Después, se pasan las semillas por un molino y se separa la cascarilla aventándola. Las pequeñas piezas de semilla tostada que quedan se llaman grano de cacao y pasan a un molino triturador.

El grano contiene alrededor de un 50% de grasa y, cuando se muele, se convierte en un líquido espeso, llamado masa. Esta masa tiene dos destinos: la obtención de polvo de cacao y la obtención de chocolate. Lo destinado a la obtención de polvo de cacao es sometido a grandes presiones en una prensa hidráulica. Como resultado de este proceso de prensado se obtiene unos terrones sólidos y una gran proporción de la grasa (manteca de cacao) que fluye como un líquido dorado. Los terrones sólidos se muelen y tamizan y, finalmente, se envasan para venta como cacao en polvo para la bebida. Lo destinado a la fabricación de chocolate se muele con azúcar y se mezcla con la manteca obtenida en las prensas. El líquido resultante es el chocolate. Este se pasa a unos moldes donde se solidifica. Para producir chocolate con leche se añaden sólidos de la leche.

El cacao puede recibir varios tratamientos, como: ser sometido a vapor de agua, mezclarlo con disoluciones de malta, sólidos de leche, ácidos débiles, etc.; ser oreado, calentado, desodorizado y sometido a luz ultra violeta. De todos estos tratamientos, el más importante es el conocido como proceso holandés o proceso alcalino. Este proceso incluye el tratamiento de las grasas de cacao, el licor de chocolate o el cacao en polvo, con carbonato, bicarbonato o hidróxido sódico,

potásico o amónico, o cualquier combinación de esos álcalis en pequeña cantidad (del 1 al 3%, según los casos), disueltos en agua.

En comparación con el cacao natural elaborado con el mismo tipo de granos no sometidos al proceso alcalino, el producto resultante de este tratamiento es mucho más oscuro y menos ácido. En suspensión acuosa da una reacción neutra, mientras que el cacao natural da una reacción ligeramente ácida. El producto tratado es más soluble en agua y se humedece con más facilidad. Cuando se mezcla con agua o leche calientes, se suspende mejor y presenta menos separación grasa en la superficie. Por otra parte, el sabor, aunque algo distinto del natural resulta bastante parecido y agradable, y su poder alimenticio es similar al del producto natural.-Su composición química se aprecia en la Tabla 1.1-1. (11)

Tabla 1.1-1

Composición proximal del cacao y derivados

Producto	Grasa (%)	Agua (%)	Proteína (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)	Poder alimenticio cal /g
Chocolate amargo	52,9	2,3	5,5	18,0	2,6	2.585
Cacao graso	23,8	3,9	8,0	29,0	4,6	1.645
Cacao	11,0	6,2	8,9	30,5	4,7	1.248
Cacao sin grasa	0,0	4,7	9,9	34,0	5,3	887
Cacao por el método alcalino	22,8	5,5	7,5	29,0	4,5	1.595

Fuente: Tomado de Tecnirama.

1.2 EL CHOCOLATE

Es el alimento que se obtiene mezclando azúcar con dos productos derivados de la manipulación de las semillas del cacao: una materia sólida y una materia grasa. A partir de esta combinación básica, se elaboran los distintos tipos de chocolate, que dependen de la proporción entre estos elementos y de su mezcla o no con otros productos tales como leche y frutos secos.

1.2.1 LOS PADRES FUNDADORES

1.2.1.1 GRAN BRETAÑA

La elaboración del chocolate en Gran Bretaña sufrió una gran transformación durante la Revolución Industrial y los cambios culturales, sociales y económicos que ella trajo consigo. Durante el siglo XVIII, los principales fabricantes de chocolate utilizaban unos métodos de fabricación muy primitivos. Pero poco a poco la tecnología entró en escena, sobre todo con dos importantes innovaciones: la prensa de moler hidráulica, inventada en 1728 por Walter Churchman y, en 1765, la máquina de vapor de James Watt, que transformó la industria alimentaria de la noche a la mañana. Otro desarrollo crucial en la industria chocolatera fue un tipo revolucionario de prensa para chocolate inventado en 1828 por un químico holandés, Coenrad van Houten. En 1853 los impuestos sobre el chocolate se redujeron pues el volumen de importaciones había aumentado enormemente. Las nuevas redes de ferrocarriles habían facilitado el transporte, y la nueva maquinaria había ido reemplazando el lento método de elaboración a mano. Estos cambios produjeron una reducción radical en los precios, cuya consecuencia fue que el consumo de chocolate estaba en principio al alcance de todos.

Fue durante este período cuando varias eminentes familias cuáqueras -los Fry, los Cadbury, los Rowntree y los Terry- entraron en la industria chocolatera. Estas familias se convirtieron pronto en los principales productores británicos y consiguieron transformar el chocolate de una bebida para la aristocracia en una

bebida para el pueblo. Evidentemente, la perspectiva evangélica de la religión cuáquera estaba detrás de su decisión de elegir el chocolate para llevar a cabo su aventura comercial. Como era una bebida tan completa, los cuáqueros confiaban que el chocolate les proporcionaría un medio para apartar a los pobres de la ginebra y la cerveza y de mejorar su calidad de vida general. Los cuáqueros también estaban preocupados por el bienestar de sus trabajadores. Establecieron unas condiciones laborales ejemplares y construyeron unas aldeas modelo en donde la educación, la sanidad y los servicios públicos los aportaban los propios trabajadores, tanto en activo como jubilados, sin cobrar nada por ello. Las comunidades de Cadbury's Bournville, cerca de Birmingham, y de Rowntree en York, son dos famosos ejemplos. Los Fry fueron los suministradores exclusivos de chocolate de la Armada, lo que les convirtió en los primeros fabricantes de chocolate del mundo. La familia rival de los Cadbury consiguió el prestigioso título de proveedor oficial de chocolate de la Reina Victoria. (12)

1.2.1.2 ITALIA

Los italianos habían sido desde siempre unos magníficos pasteleros. Empezaron a usar chocolate como ingrediente muy pronto y de este modo se convirtieron en los principales expertos en la elaboración de chocolates de calidad. En 1884, cuando el zar de Rusia encargó al joyero Fabergé su primer huevo de oro lleno de sorpresas en forma de piedras preciosas, los manufactureros italianos introdujeron

el que sería el primer huevo de Pascua de chocolate con un regalo sorpresa. La industria italiana del chocolate está centrada en torno a Turín, en el Piamonte, y a Perugia, en la Umbría. La producción a nivel comercial se desarrolló a principios del siglo XIX cuando Bozelli. Un ingeniero de Genova, diseñó una máquina que producía más de 300 kilos de chocolate al día. Al concluir el siglo, la industria estaba en su máximo apogeo. Hay varias empresas tradicionales en el norte de Italia. Entre ellas destacan Caffarel, con quien los italianos aprendieron a hacer chocolate, y Baratti & Milano, en Turín; Perugina (actualmente propiedad de Nestlé), fabricantes de los famosos "Baci" (besos), bombones con una frase galante en el envoltorio; y Majaní en Bolonia, actualmente el más famoso productor de chocolate de diseño. (12)

1.2.1.3 SUIZA

No es nada sorprendente que Suiza sea la cuna de una increíble cantidad de pioneros de la industria chocolatera. El primero de ellos, un joven empresario llamado Francois Cailler, estuvo en Turín en 1815, aprendió los trucos del oficio en Caffarel, y cuatro años más tarde abrió la primera fábrica de chocolate en Suiza. El siguiente fue Philippe Suchard, inventor de la primera máquina de mezclar chocolate. En 1845 Richar Sprüngli abrió su desde entonces mundialmente famosa tienda en Zurich, a la que en 1900 siguió una fábrica. El químico Henri Nestlé inventó una clase de leche en polvo, que fue empleada por Daniel Peter, un chocolatero, para hacer las primeras barritas de chocolate con leche en 1879. Ese mismo año Rodolphe Lindt inventó un método de elaboración que iba a

revolucionar la textura y sabor de las tabletas de chocolate. El nieto de Richard Sprüngli, David, adquirió la patente de Lindt en 1899; cinco generaciones más tarde, Lindt-Sprüngli es la más importante empresa chocolatera independiente de Suiza. Finalmente, en 1908, Jean Tobler introdujo el famosísimo "Toblerone", actualmente comercializado por Suchard. Su característica forma triangular fue diseñada para representar los Alpes suizos. (12)

Las primeras fábricas francesas de chocolate surgieron a mediados del siglo XVII y al principio la producción fue escasa y los métodos muy primitivos. Las cosas mejoraron en 1732 cuando el francés Dubuisson inventó la moladora de mesa que permitió a los trabajadores moler los granos de cacao, en vez de arrodillados frente a una piedra de amolar en el suelo, como habían hecho hasta entonces. Los más famosos productores de chocolate en Francia fueron Auguste Poulain y Jean-Antoine Menier. Poulain estableció su comercio en Blois en 1848, elaborando el chocolate en la trastienda. En 1878 estaba produciendo chocolate a toneladas en cinco fábricas diferentes. En 1884 su hijo Albert introdujo una bebida de chocolate conocida como Grand Arome, que todavía les encanta a los niños franceses. Mientras, Menier, un farmacéutico famoso por sus "polvos medicinales"¹¹, compró una pequeña fábrica de chocolate cerca del río Marne, para fabricar chocolate y forrar sus pildoras. Cuando murió en 1853, su hijo Emile-Justin se hizo cargo de la fábrica, concentrándose en la fabricación de chocolate a gran escala. Emile era un hombre con una gran visión de empresa y construyó una fábrica en Francia, otra en Londres y un almacén en Nueva York; compró plantaciones de cacao en

Nicaragua y construyó una aldea modelo para sus obreros basándose en la experiencia de Bournville. A su muerte, su hijo Henri asumió las riendas del negocio con el mismo espíritu expansionista. En 1889 instaló corriente eléctrica y teléfono en los hogares de sus empleados y, años antes que el resto de la población obrera francesa, les concedió el derecho de jubilarse a los sesenta años. También hay que citar a un contingente de pequeñas empresas especializadas que han desempeñado un importante papel en la formación de la actual industria chocolatera francesa. Debaube & Galláis se estableció en París en 1800 y actualmente son los más antiguos productores de chocolates y bombones de la ciudad. Otra prestigiosa empresa es Weiss, con sede en Saint-Etienne desde hace más de cien años, y famosa por su delicioso chocolate a la taza y por sus bombones en forma de pastillas envueltas en papel de aluminio. (12)

1.2.1.4 DE BEBIDA A GOLOSINA

Durante los primeros tiempos de su existencia, el chocolate era una bebida fuerte. Contenía una sustancia muy rica en grasas conocida como manteca de cacao, que afloraba a la superficie, donde se quedaba flotando y formando manchas de grasa. Los fabricantes solucionaron este problema en cierto modo añadiendo sustancias almidonadas que absorbían la grasa - proceso similar al de los aztecas que utilizaban maíz molido. Los fabricantes trataron, infructuosamente durante años, de idear un procedimiento para separar la manteca de cacao. En 1828,

después de varios años de ensayo y error, un químico holandés llamado Coenrad van Houten patentó una nueva prensa hidráulica extraordinariamente eficiente. Su máquina podía extraer hasta el cincuenta por ciento de la manteca de cacao presente en el "licor" (la pasta producida tras moler los granos), dejando un residuo refinado, quebradizo, en forma de pastelillo que luego era procesado y convertido en polvo fino. Pero Van Houten aún no estaba del todo satisfecho y dio un paso más. Trató este polvo con unas sales alcalinas para hacer más fácil el proceso de mezclarlo con agua. Este procedimiento, que llegó a ser conocido como "dutching" (el método holandés), también oscurecía el color del chocolate y suavizaba su sabor -una curiosa anomalía, pues normalmente se considera que el chocolate puro tiene un sabor más fuerte. Actualmente, son muchas las personas que creen preferir el chocolate holandés a causa de su fuerte sabor, aunque en realidad es muy posible que sea simplemente su color lo que les resulte más atractivo.

La inagotable paciencia de Van Houten revolucionó la industria del chocolate. Condujo a la fabricación de lo que hoy conocemos como "cacao en polvo", y que en tiempos de Van Houten era conocida como "esencia de cacao". También condujo a un perfeccionamiento general de la industria chocolatera. Van Houten vendió sus derechos diez años después de haberlos patentado, y su máquina se convirtió en una herramienta de uso general. Entre los primeros clientes que la utilizaron están los Fry y los Cadbury. Ambas empresas estaban impacientes por entrar en el mercado de la esencia de cacao, y promovieron la purificación del

producto y su fácil preparación. Los productos al viejo estilo, que contenían sustancias almidonadas, fueron clasificados como adulterados, lo que dio lugar a batallas legales entre las dos empresas rivales. La prensa de Van Houten también dio lugar a la siguiente etapa de la historia de la industria chocolatera al permitir la producción a gran escala del chocolate como golosina.

Una vez que se consiguió separar la manteca del cacao, la industria se encontró ante el dilema de qué hacer con ella -realmente era algo demasiado valioso para desperdiciarlo. Lo que pasó fue que, de un modo u otro, a algún fabricante de cacao -y hay discusiones acerca de quien fue el primero- se le ocurrió la idea de mezclar la manteca de cacao con una pasta hecha a base de cacao molido y azúcar.

La mixtura resultante fue una pasta suave y maleable a la que se podía añadir azúcar sin que se volviera grumosa; la grasa facilitaba su disolución. La pasta era lo suficientemente fina para ser vertida en un molde y darle forma, y a partir de este momento empezó a formularse la idea de las pastillas de chocolate para comer. La familia Fry afirma haber sido la primera en comercializar el producto. "Chocolat Délicieux a Manger", así llamaron a sus barritas de chocolate y las presentaron en una feria comercial celebrada en Birmingham en 1849. Las barritas tuvieron un éxito instantáneo, y comer chocolate se convirtió en una auténtica moda.

Cadbury introdujo la primera caja de bombones de chocolate, a la que siguió una caja diseñada para el Día de San Valentín. Otras empresas, como Bovril, empezaron a fabricar chocolate para comer. Al poco tiempo, la nueva industria chocolatera estaba firmemente establecida. Como consecuencia de la nueva moda, el precio de la manteca de cacao subió como la espuma y comer chocolate se convirtió en una actividad cara y practicada sobre todo por las capas altas de la sociedad. Mientras, el cacao quedaba relegado para las masas. Los Estados Unidos desarrollaron su propia versión del chocolate más tarde. Tras experimentar con crema de leche y chocolate -una y otra vez, la mezcla se quemaba o no solidificaba bien- las barritas de chocolate con leche de Milton Hershey aparecieron en el mercado en 1900. Siete años más tarde aparecieron sus famosos bombones "little kisses". Al otro lado del país, Ghirardelli empezaba a usar la nueva tecnología para moldear el chocolate, y pronto introdujo las barritas de chocolate en su catálogo. Las tiendas especializadas en chocolate empezaron a proliferar por todo el país y la mayoría de ciudades disponían de un establecimiento de prestigio que fabricaba bombones de chocolate. Los primeros chocolateros eran demasiado pequeños para importar cacao o invertir en maquinaria cara. Lo que hacían era comprar bloques de chocolate de tamaño industrial a empresas grandes como Guittard y los desleían ellos mismos para usarlos como "couverture" en sus pastelillos y bombones. El libro de Alice Bradley Candy Cook Book, publicado en América en 1917, dedicaba un capítulo a los bombones de chocolate, con más de sesenta recetas para hacer los rellenos. Dice

Bradley: "Más de cien clases distintas de bombones pueden encontrarse en los catálogos de algunos fabricantes". La industria chocolatera americana alcanzó su máximo esplendor durante la Segunda Guerra Mundial, cuando millones de barras de chocolate se enviaron a las fuerzas armadas que combatían en Europa. Por entonces, Ghirardelli y Hershey estaban ya perfectamente equipados para ser los proveedores del ejército. (13)

1.2.1.5 TIPOS DE CHOCOLATE

Existe en el mercado gran cantidad de excelentes productos hechos con chocolate, con una gama tan grande de tipos, calidades, rellenos y sabores que a menudo se presta a confusión.

1.2.1.5.1 EL CHOCOLATE NEGRO

También llamado sin leche o amargo, debe contener un mínimo de un 34 % de cacao puro, aunque cuanto mayor es la proporción de cacao mejor es el chocolate. Hasta hace poco tiempo, el chocolate negro con un contenido de un 30 % de cacao puro era considerado chocolate de alta calidad. Actualmente, el mínimo exigido de cacao es de un 60 %, y los choco-adictos incluso prefieren que la proporción sea de un 70-80 %. El chocolate negro de alta calidad contiene poco azúcar. El hecho de añadir azúcar al chocolate ha sido comparado con el de añadir sal a la comida. Hay que utilizarla para mejorar el sabor, pero no para destruirlo. El chocolate de primera calidad contiene vainilla pura, una especia cara

que se extrae de una variedad de orquídea que crece en Madagascar. También contiene un mínimo de lecitina, un estabilizante inocuo de origen vegetal. En el chocolate sin azucarar, que sólo se encuentra en tiendas especializadas, el contenido de cacao puro puede llegar al 98 %.

1.2.1.5.2 EL CHOCOLATE COBERTURA

Especialmente para rellenar o forrar pasteles y bombones. Suele tener un 32 % de manteca de cacao, lo que permite moldearlo en capas mucho más finas que el chocolate ordinario. El chocolate de cobertura es el de más alta calidad que usan los profesionales

1.2.1.5.3 EL CHOCOLATE CON LECHE

Para algunos entendidos, el chocolate con leche no puede ser considerado auténtico chocolate, aunque hay algunas marcas de una calidad excelente. Una buena marca de chocolate con leche puede contener un 40 % de cacao, sin embargo la mayor parte del producido industrialmente contiene un 20 % y tiene un alto contenido en azúcar, a menudo de hasta un 50 %. También puede contener hasta un 5 % de grasa vegetal, que se utiliza como sucedáneo de la mantquilla de cacao, que es más cara, y de edulcorantes artificiales.

Este tipo de chocolate es básicamente mantquilla de cacao sin apenas cacao sólido, con azúcar, edulcorantes y leche, tiene la misma intensidad de sabor que el negro. Se vende sobre todo por su valor estético o porque proporciona un atractivo contraste de color en los bombones y pasteles de chocolate. Las marcas de mejor

calidad son seguramente las francesas y las suizas, las marcas británicas suelen contener aceites vegetales en vez de manteca de cacao, así como edulcorantes sintéticos.

1.2.1.6 COMPROBACIÓN DE CALIDAD

Los cinco sentidos -vista, olfato, oído, gusto y tacto- intervienen en la apreciación de la calidad del chocolate Hay varios puntos a tener en cuenta en este sentido.

Apariencia: El chocolate tiene que ser suave, de aspecto brillante y de un color caoba-negro lo más puro posible.

Tacto: El chocolate con un alto contenido de manteca de cacao debe empezar a fundirse rápidamente con el simple calor corporal de los dedos, esta es una buena señal. Una vez introducido en la boca debe fundirse instantáneamente con una suavidad absoluta y no tiene que tener ningún resto de granulosidad.

Olor: El chocolate no tiene que tener un aroma muy dulzón

Sabor: El chocolate contiene un auténtico caleidoscopio de sabores y aromas que debe seguir manifestándose una vez en la boca. El tipo de sabor básico es un ligero amargor con un punto de acidez, una cierta dulzura con un toque de agrura, y un mínimo indicio de salobridad que contribuya a resaltar los sabores del cacao, la piña, el plátano, la vainilla o la canela.

Sonido: Tiene que ser un sonido duro pero quebradizo y hacer un "clac" característico al ser partido en dos. Si al partirlo forma astillas, está demasiado seco; y si es difícil de partir está muy ceroso

1.2.1.7 ALMACENAMIENTO

La humedad y el calor son los principales enemigos del chocolate. Las manchas del calor son el resultado de los cristales de la manteca de cacao que suben a la superficie y cristalizan de nuevo. No afecta a su sabor pero sí a su aspecto. Las producidas por la humedad son los cristales de azúcar que afloran a la superficie, donde se disuelven en contacto con la atmósfera antes de cristalizar formando una capa gris. La temperatura ideal para almacenar chocolate es entre 10 y 15°C, más alta de la normal en una nevera, y la humedad debe rondar entre 60 y 70 %. El chocolate absorbe fácilmente los aromas de su entorno, por lo que es conveniente guardarlo en recipientes herméticamente cerrados.

Cada fabricante chocolatero afirma tener un ingrediente secreto que da a sus productos un carácter singular. Las especias y aromatizantes procedentes de las mismas regiones tropicales que los granos de cacao -vainilla, canela, cardamomo, café, ron, jengibre y a veces pimienta o chile- son los más empleados incluso en la época actual caracterizada por el "mestizaje gastronómico" en la que mezclamos y asociamos ingredientes culinarios muy diversos, aromatizar el chocolate con ingredientes de latitudes no tropicales nos parece inadecuado- resulta difícil

imaginarse chocolate con sabor a zanahoria, por ejemplo, aunque tal vez sólo sea cuestión de tiempo que llegemos a acostumbrarnos a cosas como éstas. (14)

1.2.1.8 CREMA DE CHOCOLATE

Producto que se obtiene a partir de la emulsión entre agua y aceite vegetal, es decir está formada por dos fases una oleosa y otra acuosa las mismas que pueden ser continuas o discontinuas, la crema de chocolate contiene cacao alcalino, leche en polvo y azúcar, se lo utiliza como crema para untar en galletas o para degustarlo solo.

1.3 ACEITE DE PALMA

El Aceite de palma se trata de un aceite de origen vegetal obtenida del mesocarpio de la fruta de la palma *Elaeis guineensis*, este aceite es considerado como el segundo más ampliamente producido sólo superado por el aceite de soja. El fruto de la palma es ligeramente rojo y este es el color que tiene el aceite embotellado sin refinar. El aceite crudo de palma es una rica fuente de vitamina A y posee cantidades de vitamina E.

La palma es originaria de África occidental, de ella ya se obtenía aceite hace 5.000 años, especialmente en la Guinea Occidental de donde pasó a América, introducida después de los viajes de Colón, y en épocas más recientes fue introducida a Asia desde América. El cultivo en Malasia es de gran importancia

económica, provee la mayor cantidad de aceite de palma y sus derivados a nivel mundial, en América los mayores productores son Colombia y Ecuador.

Los usos son en su gran mayoría culinarios, bien directamente empleado como aceite de freír o aliñar, bien como producto añadido otros alimentos como los helados, las margarinas ,se puede elaborar derivados equivalentes de aceite de cacao, jabones, etc.(15)

1.3.1 COMPOSICIÓN

El aceite de palma es saturado hasta en un 50%, su composición en promedio es:

- 40-48% ácidos grasos saturados (principalmente palmítico)
- 37-46% ácidos grasos monoinsaturados (principalmente oleico)
- 10% ácidos grasos poliinsaturados

1.4 ESTEARINA

1.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Es una grasa comestible, es una fracción media de palma, no hidrogenada, refinada, blanqueada y desodorizada libre de ácidos grasos trans.

1.4.2 APLICACIONES

Recomendada para la elaboración de cremas de pastelería, rellenos recubrimientos para tortas centros de confites. Tiene excelente estabilidad microbiológica y una elevada resistencia a la oxidación. (16)

1.5 EMULSIONES

La definición tradicional de una emulsión se refiere a una dispersión coloidal de gotas de un líquido en otra fase líquida. -Estos sistemas de dispersión están constituidos por dos líquidos inmiscibles en los que la fase dispersa se encuentra en forma de pequeñas gotas distribuidas en la fase continua o dispersante; son inestables, y si se les permite reposar por algún tiempo, las moléculas de la fase dispersa tienden a asociarse para constituir una capa que puede precipitar o migrar a la superficie, según la diferencia de densidades entre las dos fases.

Por lo general, las emulsiones son sustancias cuyas moléculas contienen una parte no polar y otra polar, por lo que es posible que se disuelvan tanto en agua o soluciones acuosas como en disolventes orgánicos y en aceites.-Dependiendo del predominio de una de las partes de la molécula sobre la otra, el emulgente tendrá un carácter lipófilo o lipófilo y por consiguiente, presentará una mayor afinidad por el agua o por los aceites; ésta característica se conoce como balance hidrófilo-lipófilo. (17)

La emulsificación se puede definir como una operación en la que dos líquidos que son normalmente inmiscibles se mezclan íntimamente, un líquido (la fase interna (FI), discontinua o dispersa) se dispersa en forma de pequeñas gotas o glóbulos en el otro (fase externa (FE), continua o dispersante). En la mayoría de las emulsiones los dos líquidos involucrados son el agua (W) y el aceite (O), aunque en raras ocasiones se encuentran puros. La fase acuosa puede consistir en

soluciones de sales, azúcares, colorantes y materiales coloidales hidrofílicos. La fase oleosa puede consistir de mezclas de aceites esenciales, hidrocarburos, ceras, resinas y en general de materiales hidrofóbicos. Para formar una emulsión estable es necesario el incluir un tercer componente denominado agente emulsificante.

Al mezclarse el aceite con el agua pueden formarse dos tipos de emulsiones: a) si el aceite se dispersa con el agua se tiene una emulsión de aceite-en-agua (O/W). Alternativamente si el agua es la fase dispersa se tiene una emulsión de agua-en-aceite (W/O) como se aprecia en la figura 1.5-1.

Las emulsiones tienden a exhibir la mayoría de las propiedades del líquido que forma la fase continua. Entre los factores que afectan el tipo de emulsión formada cuando se mezclan aceite y agua están:

- a) Las proporciones relativas de las fases.
- b) El tipo y concentración de los agentes emulsificantes.
- c) El método de preparación de la emulsión. (18)

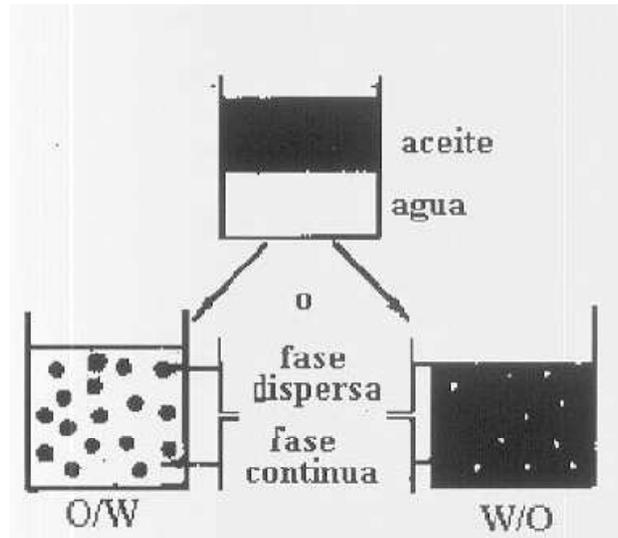


Fig.1.5-1 Tipos de emulsiones

1.5.1 TIPOS DE EMULSIONES BASADAS EN LA NATURALEZA DE LA FASE DISPERSA (FI)

1.5.1.1 Aceite en agua O/W.-dispersión de un líquido inmiscible en agua (siempre llamado aceite) en una fase acuosa el aceite es la FI o discontinua y el agua la FE o continua

1.5.1.2 Agua en aceite W/O.-dispersión de agua o de una solución acuosa en un líquido inmiscible llamado aceite.

Ejemplos de emulsiones importantes de aceite en agua en las comidas incluyen la leche, la crema, el helado, los aderezos para ensaladas, las mezclas para pasteles o tortas, las emulsiones aromatizantes, las emulsiones de carne, y los licores de

crema. En estos tipos de emulsiones, el aceite o la grasa es el medio dispersante y el agua es el medio continuo.

Ejemplos de emulsiones de agua en aceite son la manteca o la margarina. (19)

Debido al carácter no miscible de las dos fases que forman una emulsión, o dispersión, se puede deducir que es un sistema inestable.

Para llegar a formar la emulsión se ha de aportar energía al sistema, de manera que se aumente la superficie de contacto entre las dos fases y se pueda formar la zona de interfase donde se sitúa el emulsionante.

Con el tiempo el sistema tiene tendencia a volver a su forma estable.-Por eso el problema no solo está en crear la emulsión sino en mantenerla a lo largo del tiempo.

1.5.2 FORMACIÓN DE EMULSIONES

Los emulsionantes permiten la formación de una emulsión por su efecto en la reducción de la tensión superficial.

La tensión superficial es la fuerza que hay que vencer sobre la superficie de un líquido para poder adentrarse en él como se observa en la figura 1.5- 2.

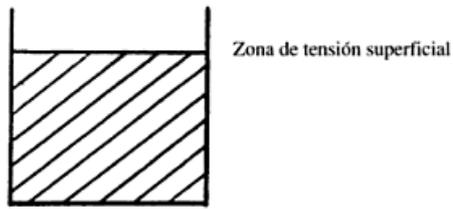
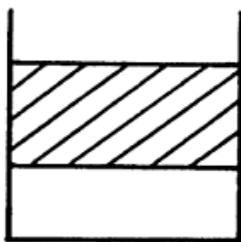


Fig.1.5-2 Tipos de emulsiones

El líquido tiende a que la superficie donde se establezca la tensión superficial sea mínima, ya que el estado ideal de todo sistema es aquel en el que tenga menos energía.

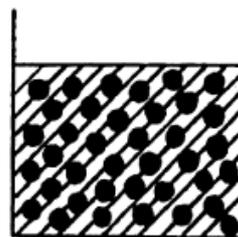
En el caso de un sistema formado por dos fluidos inmiscibles, en la zona de interface líquido -líquido se establece la tensión interfacial. Y como en el caso anterior, es más estable el estado que permita una tensión interfacial mínima, que se da cuando los dos fluidos se encuentran separados en dos fases y no en estado emulsionado.

Estado bifásico de dos fluidos inmiscibles



Estado de mayor estabilidad por superficie de tensión interfasal mínima

Estado emulsionado de dos fluidos inmiscibles



Estado menos estable por superficie de tensión interfasal superior

Fig1.5-3. Estado bifásico y emulsionado de dos fluidos inmiscibles

Para poder formar la emulsión es necesario aplicar una fuerza capaz de vencer la tensión interfacial y que permita la dispersión de uno de los fluido en el otro.

Los emulsionantes ayudan en el proceso de emulsionado, ya que tienen la capacidad de disminuir la tensión interfacial, y, por tanto, de disminuir el trabajo necesario para emulsionar los dos fluidos, como se muestra en la figura 1.5-3

La fuerza que se proporciona al sistema es mediante un trabajo mecánico proporcionado por un batido, homogeneización, etc. De esta manera se consigue una división en partículas de una de las fases, que queda distribuida dentro de la otra.

Una emulsión no es el estado ideal de un sistema bifásico inmiscible, por tanto, existen una tendencia de reorganización hacia el estado inicial, donde las dos fases se encontraban separadas y la tensión interfacial era mínima. (20)

1.5.3 TENSIÓN INTERFACIAL

En la interfase entre dos líquidos inmiscibles existe una cantidad de energía libre que surge del desbalance en las fuerzas cohesivas entre los dos líquidos. Ésta energía causa que la interfase se contraiga para formar el área interfacial más pequeña posible. En una emulsión la fase dispersa siempre tiende a formar

glóbulos esféricos ya que de ésta manera se tiene el área interfacial más pequeña por unidad de volumen de líquido.

Estas gotas tienden a coalescerse para formar gotas más grandes, con el fin de reducir aún más el área interfacial. En una emulsión cruda éste proceso continúa hasta que se logra la separación de las dos fases por completo.

Por el otro lado, la formación de la emulsión involucra la creación de un gran número de nuevas interfaces, lo cual es contrario a la tendencia de disminuir el área interfacial. A mayor tensión interfacial menor estabilidad de la emulsión. (21)

1.5.4 TEORÍA DE LAS EMULSIONES.

La emulsificación y estabilización de una mezcla de líquidos inmiscibles depende de un gran número de factores químicos y físicos, del balance hidrófilo-lipófilo de los agentes emulgentes, de la relación de volumen existente entre las dos fases y del tamaño y distribución de las partículas dispersas.

Cuando dos líquidos inmiscibles se agitan juntos, uno de los dos se dispersa, temporalmente, en el otro, puesto que, excepto en el caso de las emulsiones muy diluidas de aceite en agua (hidrosoles de aceite) que son algo estables, en la mayoría de los casos pronto se separan los líquidos en capas perfectamente definidas. El hecho de que estos dos líquidos inmiscibles no permanezcan mezclados, durante algún tiempo, se explica porque las fuerzas moleculares de

cohesión en cada líquido, son superiores a las fuerzas de adhesión existentes entre ambos líquidos, las fuerzas de cohesión de cada fase se manifiestan en forma de energía o tensión interfacial en la superficie de separación de ambos líquidos.

Cuando un líquido se divide en gotitas muy pequeñas, el área superficial de estos pequeños glóbulos es enormemente mayor que el área de la superficie del líquido original.

1.5.5 PROPIEDADES DE LAS EMULSIONES

Sus propiedades más importantes son su utilidad y el aspecto que ofrecen al consumidor, ya sea éste el industrial o el consumidor final. Las propiedades que son más evidentes y por lo general más importantes son: facilidad de dilución (de ordinario con agua, aunque acaso sea con algún disolvente selectivo), viscosidad, color, estabilidad y, si se forma la emulsión en el lugar donde se usa finalmente, su facilidad de formación. Para un tipo dado de emulsificación, estas propiedades dependen de lo siguiente:

- 1º) Las propiedades de la fase continua
- 2º) La relación entre la fase interna y la externa
- 3º) El tamaño de partícula de la emulsión
- 4º) La relación entre la fase continua y las partículas (incluso las cargas iónicas)

5º) Las propiedades de la fase discontinua.

En una emulsión determinada, las propiedades dependen del líquido que forme la fase externa, o de si la emulsión es oleoacuosa o hidrooleosa. El tipo de emulsión que resulte depende:

1º) Del tipo, cantidad y calidad del emulsivo

2º) De la razón entre ingredientes

3º) Del orden en que se añaden los ingredientes al mezclarlos.

La dispersabilidad (solubilidad) de una emulsión es determinada por la fase continua; si la fase continua es hidrosoluble, la emulsión puede ser diluida con agua, si la fase continua es oleosoluble, la emulsión se puede disolver en aceite. La facilidad con que se puede disolver una emulsión se puede aumentar si se reduce la viscosidad de la emulsión.

La viscosidad de una emulsión cuando hay exceso de fase continua es virtualmente la viscosidad de dicha fase. Al aumentar la proporción de la fase interna aumenta la viscosidad de la emulsión hasta un punto en que la emulsión deja de ser líquida. Cuando el volumen de la fase interna sobrepasa el de la externa, se aglomeran las partículas de la emulsión y la viscosidad aparente es parcialmente viscosidad estructural.

Teóricamente, el volumen máximo, que puede ser ocupado por partículas esféricas uniformes en la fase dispersa de una emulsión es 74% del volumen total.

Se pueden preparar emulsiones que tengan hasta 99% de la fase interna. En estos casos hay considerable deformación en comparación con la forma ordinaria de partículas de la fase dispersa.

Se puede regular la viscosidad de una emulsión de la siguiente manera:

a) Para reducir la viscosidad:

1º) Se aumenta la proporción de la fase continua,

2º) Se reduce la viscosidad de la fase continua,

3º) En las suspensiones, se agregan agentes de actividad superficial para aumentar la lubricación.

b) Para aumentar la viscosidad:

1º) Se agregan espesadores, como geles de jabones, gomas y gel de alúmina a la fase continua,

2º) Se aumenta la proporción de la fase interna,

3º) Se reduce el tamaño de partícula de la emulsión o se reduce la aglomeración de las partículas existentes,

4º) Se incorpora aire en estado de división fina como tercera fase.

La regulación de la viscosidad de las emulsiones tiene aplicación a la preparación de lociones cosméticas. El objeto es preparar una loción que parezca ser espesa;

esto es que tenga alta viscosidad aparente, pero que se conserve líquida al permanecer en reposo durante un largo tiempo.

Una dificultad más importante con que se tropieza en estas formulaciones es que en las variables condiciones de almacenamiento varía la estructura del gel y con frecuencia fragua el producto y se vuelve semisólido de manera que no puede fluir.

La estabilidad de una emulsión depende de los siguientes factores: el tamaño de partícula, la diferencia de densidad de ambas fases, la viscosidad de la fase continua y de la emulsión acabada, las cargas de las partículas, la naturaleza, la eficacia y cantidad del emulsivo, y las circunstancias de almacenamiento, o sea, las temperaturas altas y bajas, la agitación y vibración, la dilución o evaporación durante el almacenamiento o el uso.

Puesto que las partículas de una emulsión están suspendidas libremente en un líquido, obedecen a la ley de Stokes si no están cargadas. Para muchos fines industriales la definición de estabilidad incluye forzosamente la no coalescencia de las partículas de la emulsión y la no sedimentación. La incorporación de aire en una emulsión puede tener como consecuencia la reducción notable de la estabilidad.

El tamaño y la distribución de tamaños de las partículas de una emulsión son gobernados por la cantidad y la eficacia del emulsivo, el orden de la mezclado y

la clase de agitación que se haga. Si se reduce poco a poco el tamaño de las partículas de la emulsión, varían el color y el aspecto de ésta.

Se presentan excepciones en lo tocante al aspecto y el color de las emulsiones cuando se agregan colorantes y pigmentos y cuando ambas fases tienen índice de refracción similar. En este último caso se forma una emulsión transparente sea cual fuere el tamaño de la partícula.

Se puede disminuir el tamaño de partícula por los siguientes medios:

1º) Aumentando la cantidad de emulsivo

2º) Mejorando el equilibrio hidrófilo-lipófilo del emulsivo

3º) Preparando la emulsión mediante la inversión de fases para obtener una " fase interna extendida"

4º) Mediante mejor agitación

La conductividad eléctrica de una emulsión depende de la conductividad de la fase continua.

La facilidad de formación es modificada en mayor grado por la eficiencia y la cantidad del emulsivo y por las propiedades inherentes de ambas fases. (22)

1.5.6 ANÁLISIS DE EMULSIONES

El análisis de las emulsiones tiene mucha relación con sus propiedades, por regla general se emplean métodos analíticos físicos y químicos. Aunque es variable el orden de importancia, según sea la emulsión que se esté analizando, por lo común es aplicable al siguiente orden:

Tipo de emulsión.- es de mucha importancia averiguar en primer término si la emulsión es oleo-acuosa o hidro-oleosa, lo cual se logra de diversas maneras.

1º) El método más sencillo es averiguar la conductividad eléctrica. El equipo para ello se puede hacer fácilmente conectando en serie un resistor de 10.000 ohmios y 0,5 vatios, contactos eléctricos para la muestra se puede ensayar, una lámpara de neón sin resistor (0,25 vatios, 105 a 120v. , tipo General Electric NE-57) y un conmutador de pulsador. Se coloca la muestra entre los contactos de prueba y se cierra el circuito; si da luz la lámpara de neón, la emulsión es oleo-acuosa, en caso contrario es hidro-oleosa.

2º) Otro método para determinar el tipo de la emulsión es averiguar su dispersabilidad en agua o en aceite. Las emulsiones oleo-acuosas se dispersan en agua y las hidro-oleosas se dispersan en aceite.

3º) Un colorante hidrosoluble se dispersa en una emulsión oleo-acuosa y un colorante oleo-soluble se dispersa en una emulsión hidro-oleosa. El colorante puede usarse en forma líquida o sólida.

El pH de una emulsión es de importancia considerable. Las emulsiones con base de jabones por lo general tienen pH de 8 o más. Es fácil determinar el pH con un equipo ordinario de electrodo de vidrio con papel pH. Estos pueden dar un resultado erróneo si la emulsión contiene algún producto con tendencia a blanquear.

El contenido de agua de una emulsión sigue al pH en importancia para el problema de reproducción. Uno de los mejores métodos para determinar dicho contenido es la valoración de Karl Fischer. Si la emulsión es alcalina, por lo común se puede hacer alguna corrección.

El uso al que se destina la emulsión por regla general da una indicación de los componentes de la fase oleosa. En algunos casos se requieren análisis de identificación, destilación con disolventes y ensayos similares.

En realidad, el resultado de los intentos por deshacer la emulsión suelen indicar el tipo de emulsivo. Se puede considerar que los emulsivos catiónicos son de dos tipos: los que son inestables en álcalis y los que son estables. El segundo grupo no es comparable con el tipo aniónico-ácido estable. Sin embargo, aunque la adición de álcali destruye un emulsivo catiónico, con frecuencia se forma in situ suficiente jabón para que se conserve la emulsión. Se puede comprobar la presencia de agentes catiónicos mediante la adición de agentes aniónicos. Los agentes no iónicos se dividen en dos clases: los que son saponificados por álcalis calientes y los que son estables con este tratamiento. Por regla general, el calor

facilita la separación de las fases, y es necesario cuando la emulsión contiene ceras.

También se puede efectuar la separación mediante la centrifugación, el calentamiento, la congelación, la dilución, la adición de sales o disolventes, y con respecto a una fase de aceite no volátil, por medio de la incorporación de la fase acuosa.

Estos análisis, indican el tipo de emulsión, la clase del emulsivo y la naturaleza y cantidad aproximada de la fase oleosa, por lo general suministran bastantes informes para intentar la duplicación con emulsivos elegidos. (23)

1.5.7 PRUEBAS PARA COMPROBAR LA ESTABILIDAD DE LAS EMULSIONES

Después de haber hecho una emulsión hay diferentes pruebas que ayudan a comprobar si ésta permanecerá estable durante un período prolongado de tiempo.

A continuación se describen las más comunes:

1.5.7.1 Viscosidad contra tiempo. - Después de que es hecha una emulsión, se medirá la viscosidad original, y posteriormente se medirá periódicamente para detectar algún cambio. Si existe una variación del 10% de la viscosidad original en menos de 3 meses a temperatura ambiente, significa que se trata de una emulsión inestable.

A continuación se describen las más comunes:

1.5.7.2 Centrifugación. - Se someten las emulsiones a una fuerza de 5 a 10 g durante varios minutos; esta prueba ayuda a evaluar la resistencia al cremado. Aunque esta prueba emplea una elevada fuerza gravitacional artificial sobre emulsiones, puede determinar la fuerza de la emulsión que la ayuda a mantenerse estable a una separación de fases.

Análisis del tamaño de gota de aceite de la emulsión. - Por medio de un microscopio de imagen, o cualquier otro tipo de prueba para medir el tamaño de la gota de aceite, se puede detectar una amplia distribución del tamaño de la misma en emulsiones o/w.

1.5.7.3 Almacenamiento a altas temperaturas. Al someter una muestra a una temperatura de 50°C durante un mes, se considera que el producto tendrá estabilidad de por lo menos un año si la viscosidad se ha incrementado en menos del 20%. Un aumento de la viscosidad es precursor de un posible cremado. Es necesario asegurarse que hay un pequeño espacio, así como es importante considerar que el agua en la emulsión puede evaporarse y recondensarse, formando una película líquida que puede ser erróneamente identificada como un rompimiento de la emulsión. (24)

1.5.8 INESTABILIDAD DE EMULSIONES

Emulsión Físicamente estable: sistema en el que los glóbulos conservan su carácter inicial y permanecen distribuidas uniformemente durante toda la fase continua.

Visualmente es uniforme, heterogéneo

1.5.8.1 REVERSIBLE

1.5.8.1.1 CREMADO

La fase dispersa se concentra en la parte superior.

1.5.8.1.2 SEDIMENTACIÓN

La fase dispersa se concentra en la parte inferior.

La velocidad de cremado o sedimentación disminuye aumentando la viscosidad de la fase continua y reduciendo el tamaño de los glóbulos.

1.5.8.1.3 FLOCULACIÓN

Se forman agregados de glóbulos que no se fusionan entre sí.

La velocidad de floculación disminuye al reducir la concentración de la fase dispersa y, en menor proporción, al disminuir la temperatura, ya que la energía cinética de los glóbulos se incrementa al aumentar la temperatura. La floculación es menor cuando se emplean emulsionantes iónicos debido a la repulsión eléctrica.

1.5.8.2 IRREVERSIBLE

1.5.8.2.1 COALESCENCIA

Los glóbulos se fusionan entre sí.

La velocidad de coalescencia depende de:

-La velocidad de floculación previa a la fusión de los glóbulos (por lo tanto, de la concentración de la fase dispersa).

-Las propiedades de la interfase (cargas eléctricas, características líquido cristalinas)

-Composición química y concentración.

1.5.8.2.2 INVERSIÓN DE LAS FASES

La fase continua pasa a discontinua y viceversa.

La inversión de fases en una emulsión depende de:

- Proporción en volumen de la fase dispersa
- Agregado de ácidos o bases
- Agregado de cationes
- Temperatura
- HLB del emulsionante

1.5.8.2.2.1 PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE LA FASE DISPERSA

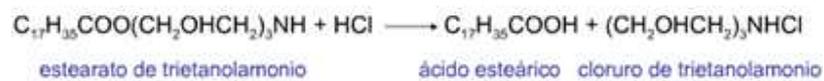
En algunas emulsiones se produce inversión cuando la fase dispersa supera cierta concentración.

En una emulsión hipotética formada por gotas del mismo tamaño e indeformables, la inversión de fases se produciría cuando la concentración de la

fase dispersa es superior al 74,08% que corresponde al volumen ocupado por esferas rígidas en un acomodamiento compacto.

1.5.8.2.2 AGREGADO DE ÁCIDOS Y BASES

Una emulsión del tipo o/w, estabilizada con estearato de trietanolamónio (HLB=20) y un emulsionante de bajo HLB, puede invertirse por agregado de un ácido.



1.5.8.2.3 INFLUENCIA DE AGREGADO DE CATIONES

Una emulsión del tipo o/w, estabilizada con un jabón de un metal monovalente puede invertirse en presencia de un catión polivalente como se observa en la figura 1.5.8.2.2.3 -1

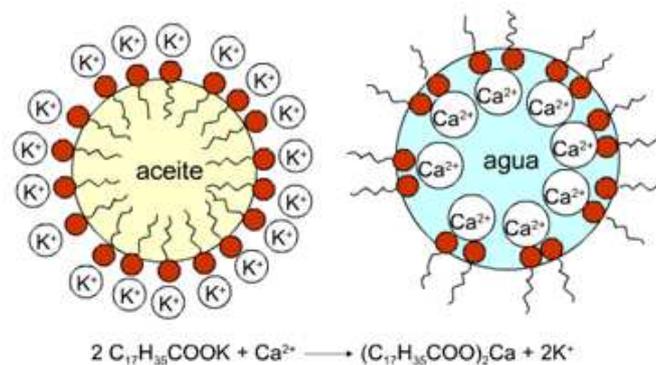


Fig. 1.5.8.2.2.3 -1 Influencia de agregado de cationes

1.5.8.2.2.4 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

En los emulsionantes polioxietilenados, el valor del HLB disminuye al aumentar la temperatura debido a la rotura de uniones puente de hidrógeno. Por lo tanto, elevando la temperatura se puede producir la inversión de una emulsión o/w a w/o

1.5.8.2.2.5 INFLUENCIA DEL HLB DEL EMULSIONANTE

Se puede producir inversión de fases en:

- Emulsiones del tipo o/w estabilizadas con un emulsionante de HLB menor que el requerido.
- Emulsiones del tipo w/o estabilizadas con un emulsionante de HLB mayor que el requerido. (25)

1.6 EMULSIONANTES

Los emulsificantes son unas sustancias que estabilizan las emulsiones. Se trata de compuestos orgánicos de peso molecular relativamente elevado (entre 100 y 300); tienen una parte hidrofóbica (generalmente es una cadena hidrocarbonada ya sea lineal o cíclica) que es soluble en el medio orgánico y una parte hidrofílica (generalmente es un grupo polar de tipo orgánico o inorgánico), soluble en el medio acuoso.

Los emulsificantes están compuestos generalmente por un radical alquilo R el cual es hidrofóbico y un componente hidrofílico, que se encuentran saponificados y con el contacto con el agua se disocian, quedando con cargas negativas o positivas según el tipo de emulsificante como lo muestra la figura 1.6-1

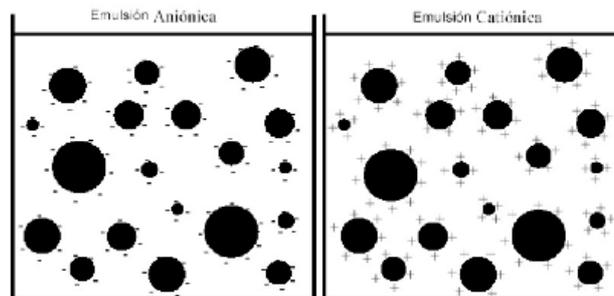


Fig. 1.6-1 Emulsión aniónica y catiónica

Algunas veces la fase interna misma puede actuar como un emulsionante, y el resultado es una nano emulsión, el estado interno se dispersa en gotitas de tamaño nanométrico dentro de la fase externa. Un ejemplo conocido de este fenómeno ocurre cuando el agua se vierte en una bebida de alto contenido alcohólico basado en anís.-Los componentes anisólicos, que son solubles en etanol, forman gotitas de tamaño nanométrico y emulgen dentro del agua. El color de esta bebida diluida es opaco y lechoso.

1.6.1 PROPIEDADES FUNCIONALES DE LOS EMULSIONANTES

La función de los emulsionantes es impedir o retardar los fenómenos naturales de separación de las dos fases de la emulsión:

- Formar una película protectora alrededor de las gotitas dispersas.
- Disminuir la tensión interfacial
- Impartir a las partículas cargas eléctricas de igual signo a fin de favorecer la repulsión entre las mismas.

1.6.1.1 FORMACIÓN DE PELÍCULA ALREDEDOR DE LAS GOTITAS DISPERSAS

Una vez formada la emulsión es necesario mantener el estado de gotitas de la fase dispersa.-Para ello el emulsionante se sitúa en la zona de la interfase, proporcionando una película molecular y semirrígida alrededor de los glóbulos, impidiendo el fenómeno de coalescencia.

Gracias al carácter dipolar, la molécula emulsionante puede orientarse de dos formas diferentes en la zona de la interfase, dando lugar a los dos tipos de emulsiones W/O o W/O.

1.6.1.2 DISMINUCIÓN DE LA TENSIÓN INTERFACIAL

Una de las razones que dificulta la formación de emulsiones es la tensión que existe entre las dos fases del sistema a emulsionar. Los emulsionantes disminuyen la fuerza que hay que ejercer para conseguir la dispersión de un líquido en otro.

1.6.1.3 IMPARTIR CARGAS ELÉCTRICAS

La estabilidad de la emulsión también depende de la interacción de las fuerzas que se dan entre las moléculas que forman la emulsión.

Los emulsionantes de tipo iónico deben aportar cargas eléctricas del mismo signo a las partículas de la fase dispersa. De esta manera la fuerza de repulsión entre las partículas prevalece sobre la fuerza atractiva de Van der Waals y las colisiones debidas al movimiento Browniano. El carácter dipolar de los emulsionantes es lo que les permite situarse en la zona de interfase de dos fluidos inmiscibles. La orientación de las zonas hidrófilas y lipófilas de la molécula les proporcionan su capacidad emulsionante.

Que un emulsionante permita la estabilidad de una emulsión del tipo O/W o W/O, depende de la proporción de parte hidrófila y lipófila que tenga la molécula emulsionante. A mayor proporción de parte hidrófila, el emulsionante se disolverá mejor en medios acuosos, y por tanto, será, más fácil que forme emulsiones del

tipo O/W. Por el contrario, si predomina la parte lipófila, el emulsionante tendrá más afinidad a los medios grasos, y formará emulsiones del tipo W/O. Para conocer el comportamiento de un emulsionante se utiliza un parámetro, introducido por Griffin (1940), conocido como el Balance Hidrofílico- Lipofílico (HLB).

El valor numérico de este parámetro indica la afinidad del emulsionante hacia medio graso o acuoso. Índices de HLB altos corresponden a moléculas con mayor porcentaje de parte hidrófila, y al contrario, valores bajos se asocian a emulsionantes lipófilos.

El índice de HLB se utiliza comúnmente para seleccionar el emulsionante a utilizar según la función que se le quiera dar en el alimento como se aprecia en la tabla

1.6.1.3-1

Tabla 1.6.1.3-1

Usos de los emulsionantes en función del valor de HLB

Usos de los emulsionantes en función del valor de HLB	
0-3	Antiespumante
4-6	Emulsionante W/O
7-9	Humectante
8-18	Emulsionante O/W
13-15	Detergente
10-18	Solubilizante

Fuente: Internet

Un buen agente emulsionante no debe ser muy soluble en ninguna de las dos fases, pero sí poseer una actividad hidrofílica –lipofílica equilibrada a continuación en la tabla 1.6.1.3-2 se muestran valores de HLB de Emulsionantes.

Tabla 1.6.1.3-2

Valores de HLB de Emulsionantes

Emulsionantes	Valor del HLB
Lecitina	3-4
Lecitina modificada	10-12
Mono y diglicéridos	3-4
Monoglicérido etoxilado	10-12
Sorbitán monoestearato	3-6
Polisorbato 60	14,4
Polisorbato 65	10-11
Polisorbato 80	15,4
Monoglicéridos succinilados	5-7
Sucroésteres	3-16
Lactilmonoglicéridos	3-4
Esteres de poliglicerol	5-13
Esteres de propilenglicol	2-3
Estearoil lactilato sódico	10-12
Estearoil lactilato cálcico	5-6
Data ésteres	8-10
Sales de sodio/potasio de ácidos grasos	16-18

Fuente: Internet

Existen muchos tipos de agentes emulsificantes: proteínas, polisacáridos, fosfolípidos, esteres de sorbitán de ácidos grasos, sólidos finamente divididos como el carbón y la bentonita.

La mayoría de los agentes emulsificantes consisten de moléculas que contienen una mezcla de grupos polares y no polares. (26)

1.6.2 PRINCIPALES EMULSIFICANTES USADOS EN ALIMENTOS

1.6.2.1 MONOGLICÉRIDOS

Son una subfamilia de tensioactivos muy usados. Pueden ser sólidos céreos, sólidos duros o líquidos, todos ellos insolubles en agua. Su eficacia como emulsificantes w/o y o/w se debe en parte a la capacidad que poseen de disminuir la tensión superficial entre el agua y distintos lípidos a altas temperaturas. Además, los monoglicéridos se caracterizan por situarse sobre la superficie de la fase dispersa de las emulsiones formando una película superficial visco-elástica o bien formando cristales líquidos.

Se obtienen mediante la reacción de la glicerina con triglicéridos naturales, lo que se denomina trans esterificación. También se pueden sintetizar a partir de metil-alcanoatos tratados con glicerina. Por estas reacciones se obtiene una mezcla de alfa y beta monoglicéridos, así como de 1,2 y 1,3-diglicéridos.

Por otro lado, durante el almacenamiento del producto final también se pueden dar reacciones de conversión de beta a alfa-monoglicérido, así como la formación de más diglicéridos. Estas transformaciones pueden afectar las propiedades del producto.

Además, los grupos OH de la glicerina que no están esterificados se pueden hacer reaccionar con ácidos carboxílicos de bajo peso molecular (por ejemplo,

ácido láctico o ácido cítrico). De este modo se obtienen tensioactivos con propiedades distintas a las de los monoglicéridos originales que son muy usados en emulsiones alimentarias.

El contenido en diglicéridos suele ser del 50% o algo superior. Un alto contenido de monoglicéridos en la mezcla le proporciona mejores propiedades emulgentes. Por ejemplo, las mezclas con un 90% de monoglicéridos son potentes emulsificantes agua en aceite.

Las mezclas auto-emulsificantes pueden contener jabón, ácidos carboxílicos etoxilados o cuaternarios para aumentar su eficacia como emulsificantes primarios.

1.6.2.2 APLICACIONES

Se suelen usar en combinación con otros emulsificantes más solubles en agua. La elección de estos emulsificantes primarios dependerá de la naturaleza de los ingredientes de la emulsión y del pH del producto. Se usan ampliamente, tanto en sistemas catiónicos como aniónicos. Tienen propiedades espesantes y opacificantes.

1.6.2.3 ESTABILIDAD

No se pueden usar a pH extremos, debido a que sufren hidrólisis. Admiten bien pH ácidos de hasta 4 o 5, como por ejemplo en antitranspirantes, donde se usan en

combinación con tensioactivos no iónicos o catiónicos. En medio básico, se pueden usar hasta pH de 9 o 10, como es el caso de los decolorantes capilares, en los cuales aparecen combinados con emulsificantes aniónicos o no iónicos.

1.6.2.4 PRECAUCIONES

Los monoglicéridos son seguros y se utilizan tanto en cosmética como en alimentación. (27)

1.6.3 LECITINA DE SOYA

La Lecitina de Soya es un emulsificante natural utilizado como agente humectante, dispersante, lubricante, modificador de viscosidad, instantaneizador, etc.

La Lecitina es un grupo de fosfolípidos que se encuentran de forma natural en casi toda célula viva. Aunque la palabra lecitina se deriva del griego Lekithos, que significa Yema de huevo, la principal fuente comercial de lecitina proviene de la soya.

Las lecitinas son un componente natural de los granos de soya. Las lecitinas se obtienen del aceite de soya luego de la extracción de alcohol de las hojuelas de soya. Se dispone de una extensa variedad de lecitinas refinadas, que proveen importantes propiedades activas de superficie para una diversidad de alimentos, tales como mezclas de bebidas instantáneas, fórmulas infantiles, salsas y extractos de carne, oleorresinas con capacidad de dispersión, evaporación en

sartén, gomas de mascar, productos de panadería no grasos y productos de copetín.

La industria alimenticia ha reconocido desde tiempo atrás a la lecitina como un emulsificante lipofílico usado en productos como la margarina y el chocolate, pero la lecitina puede ser mucho más que eso. A través de técnicas especiales de modificación, se ha extendido las características funcionales y físicas de la lecitina más allá de sus limitaciones naturales para incluir un mayor rango de aplicaciones como agente humectante, dispersante, lubricante, modificador de cristales, modificador de viscosidad, instantaneizador, etc. (28)

1.7 OTROS ADITIVOS

1.7.1 AGENTES ESPESANTES

Los agentes espesantes, son sustancias que al agregarse a una mezcla, aumentan su viscosidad sin modificar sustancialmente sus otras propiedades como el sabor. Proveen cuerpo, aumentan la estabilidad y facilitan la formación de suspensiones. Los agentes espesantes son frecuentemente aditivos alimentarios.

Por lo tanto podríamos decir que un agente espesante es una sustancia o preparación que al entrar en contacto con otra, la hace más densa o condensada.

Estos agentes espesantes son carbohidratos naturales o modificados químicamente que absorben, parte del agua que está presente en los alimentos, y por lo tanto hacemos más espeso al alimento. Los agentes espesantes

"estabilizan" los alimentos de origen industrial, manteniendo las complejas mezclas de agua, ácido y sólidos bien unidas.

En términos culinarios, estos agentes son preparados elaborados o productos sin elaborar, que tienen la capacidad de ligar, espesar, dar consistencia o textura a un líquido elaborado o no. Este líquido después de haberle sido aplicado un agente espesante se puede utilizar como una salsa o una farsa para otros preparados.

Los espesantes alimentarios frecuentemente están basados en polisacáridos (almidones o gomas vegetales), proteínas (yema de huevo, colágeno). Algunos ejemplos comunes son el Agar-Agar, alginina, carragenano, colágeno, almidón de maíz, gelatina, Goma guar, goma de algarrobo, pectina y goma xantana, almidones

La harina se usa para espesar salsas y estofados. Los cereales se usan para espesar sopas (Avena, Cuscús). En medio oriente es común usar Yogur para espesar sopas. Las sopas también pueden espesarse usando vegetales ricos en almidón rallados. La yema de huevo da una textura suave pero puede ser difícil de usar. La pectina es un agente gelificante para dulces y mermeladas. Otros espesantes usados en cocina son nueces o glaseados hechos de carne o pescado.

Algunos agentes como el almidón pierden potencia espesante al cocinar demasiado el alimento o mezclarse con ácidos, se vuelve esponjoso al

congelarse. Aditivos de uso industrial como la goma xantana son estables en condiciones ácidas o básicas y en un amplio rango de temperatura.

En general los estabilizantes y espesantes son mezclas elaboradas con la finalidad de alterar o modificar las características físicas, químicas o sensoriales de los alimentos, confiriéndoles viscosidad, estabilidad, textura uniforme y mejor apariencia. (30)

1.7.2 AGENTES SECUESTRANTES

Los iones metálicos libres en sistemas alimenticios pueden formar compuestos insolubles o coloreados o catalizar la degradación de los componentes del alimento resultando en la precipitación, decoloración, enranciamiento o pérdida de características nutricionales.-Los agentes quelantes eliminan estos efectos indeseables al formar complejos estables generalmente solubles en agua con los iones metálicos.

Entre los principales compuestos empleados como quelantes tenemos:

- Glicina(aminoácido)
- EDTA
- Acido Cítrico
- Acido Glucónico
- Acido Tartárico
- Acido Pirofosfórico

1.7.2.1 EDTA (Ácido etilendiaminotetracético)

El compuesto más importante de los ácidos aminopolicarboxílicos es el ácido etilendinitrilotetracético, conocido como EDTA.

El EDTA es un ácido insoluble en agua, pero sus sales di sódicas son solubles, las cuales son utilizadas como reactivos, a las que se les llama también EDTA.

La exposición humana al EDTA proviene de aditivos en los alimentos, medicinas y productos de cuidado e higiene personal. El EDTA también es utilizado en el agua para beber, aunque en menores proporciones comparados con las otras fuentes de contacto.

Es un secuestrante y antioxidante utilizado como aditivo en la industria de los alimentos, es utilizado como di-sodio calcio EDTA, tetra-sodio EDTA y di-sodio di-hidrógeno EDTA. Cuando el EDTA es utilizado como antioxidante, previene que el oxígeno cause cambios de color y rancidez.

Metales no deseados se introducen en los alimentos por la maquinaria utilizada durante el procesamiento de los comestibles como rodillos de metal, mezcladoras y enlatado de alimentos, que dejan trazas de contaminación por metales.

Como agente quelante, atrae los rastros de minerales como cobre, hierro y níquel, que puedan estar presentes en los productos. Si estos metales no son inactivados pueden causar decoloración, rancidez y rompimiento en la textura.

El uso promedio de concentraciones de EDTA va de 100 a 300 partes por millón.

El EDTA se utiliza en los productos de papa para prevenir la decoloración, y se utiliza también como estabilizante en las vitaminas.

Evita la decoloración del pescado, crustáceos, moluscos en conserva y semiconservas, crustáceos frescos y congelados y en pescados y cefalópodos congelados, troceados, picados y bloques prensados de pescado en conserva, crustáceos congelados y ultra congelados.

Previene cambios de sabor en la leche, inhibiendo que la leche se condense, para que no cuaje y mantiene las propiedades de la leche reconstituida.

Evita los cambios de color de huevos revueltos preparados de huevos en polvo.

Preserva las verduras y frutas enlatadas, evita que se amargue la cerveza, preserva el sabor y dilata la pérdida de carbonación en bebidas suaves.

Evita la oxidación de productos perecederos provenientes de animales.

Actúa sinérgicamente con otros antioxidantes para estabilizar grasas y aceites.

El EDTA tiene como ventaja que carece de sabor, al contrario que los otros agentes quelantes. Es útil en alimentos en los que se exige un aditivo con sabor neutro y que no sea ácido. El aditivo absorbido se elimina en la orina sin metabolizar.

Aunque se le ha acusado a veces de tener efectos cancerígenos, no existe absolutamente ninguna prueba en este sentido. El EDTA, cuando se utiliza en cantidades excesivas se ha comprobado que causa vómitos, diarrea, retortijones abdominales, como el impedir que el cuerpo absorba los oligoelementos, tales como el hierro, zinc y cobre muy importantes para el desarrollo del sistema inmunológico. La ingestión diaria admisible se estima en 2,5 mg por Kg de peso corporal.

El ácido etilendinitrilotetracético es utilizado a menudo en detergentes, jabones líquidos, sprays químicos utilizados en la agricultura, productos farmacéuticos, emulsiones aceitosas y textiles. Previene que los agentes blanqueadores se activen antes de entrar en contacto con el agua.

Es utilizado como agente quelante en la limpieza y pulido de metales, en el tratado de cloración, para descontaminar superficies radioactivas, como un desactivador de metales en aceites vegetales, como anticoagulante de sangre, como antioxidante en la purificación de líquidos.

En la salud se utiliza el EDTA para reducir el colesterol en la sangre, para tratar envenenamiento por metales y calcinosis. (31)

1.7.2.2 ÁCIDO CÍTRICO

El Ácido Cítrico es el acidulante más utilizado en la industria de alimentos debido a sus características de alta solubilidad, agente quelante, sabor agridulce agradable y como preservante. El ácido cítrico y sus sales de sodio, potasio y calcio son

clasificados por la FDA (Food Drug Administration of USA) como aptos para el consumo humano.

Pueden ser utilizados en la Industria de Alimentos para bebidas gaseosas, refrescos preparados o en polvo, caramelos (dulces), jaleas, mermeladas, fabricación de panela, gelatinas, vinos, alimentos congelados, carnes y mariscos, enlatados de vegetales y frutas, refinación de aceites vegetales, industria de lácteos, productos de alto contenido graso, además tiene aplicaciones en la Industria Farmacéutica y Cosmética.(32)

1.7.3 AGENTES ANTIMICROBIANOS

Los conservantes evitan o retardan la fermentación, enmohecimiento o putrefacción del alimento causado por los microorganismos.

La principal causa de deterioro de los alimentos, es por la presencia de diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos).-El problema del deterioro microbiano de los alimentos tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo).

Los alimentos alterados pueden resultar muy perjudiciales para la salud del consumidor.-La toxina botulínica ,las aflatoxinas, entre otras constituyen razones poderosas para evitar la alteración de los alimentos.-A los métodos físicos, como el calentamiento, deshidratación, irradiación o congelación pueden asociarse métodos químicos que causen la muerte de los microorganismos o que al menos eviten su crecimiento.

Los conservantes alimentarios, a las concentraciones autorizadas, no matan en general a los microorganismos, sino que solamente evitan su proliferación.

Entre los principales encontramos:

1.7.3.1 ÁCIDO SÓRBICO Y SUS SALES

Sorbato sódico,sorbato potásico ,sorbato cálcico.

Tienen las ventajas tecnológicas de ser activos en medios poco ácidos y de carecer prácticamente de sabor.-Su principal inconveniente es que son comparativamente caros y que se pierden en parte cuando el producto se somete a ebullición.-Son especialmente eficaces contra mohos y levaduras,y menos contra las bacterias.

Los sorbatos se utilizan en bebidas refrescantes ,en repostería ,pastelería y galletas ,en derivados cárnicos ,quesos ,aceitunas en conserva ,en postres lácteos con frutas, en mantequilla,margarina,mermeladas y en otros productos.

Los sorbatos son muy poco tóxicos, por esta razón su uso autorizado en todo el mundo.(33)

1.7.4 ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes se utilizan como los aditivos alimenticios para ayudar a preservar los alimentos. La exposición al oxígeno y la luz del sol son los dos factores principales que causan la oxidación de alimentos, así que el alimento es preservado manteniéndolo en la oscuridad y sellándolo en envases o aún cubriéndolo en cera, como con los pepinos. Sin embargo, como el oxígeno es también importante para la respiración de la planta, almacenar los materiales de planta en condiciones anaerobias produce sabores y olores desagradables. Por lo tanto el empaquetado de frutas frescas y vegetales contiene una atmósfera de oxígeno de ~8%. Los antioxidantes son una clase especialmente importante de conservantes ya que a diferencia de los desechos de bacterias o fungi, las reacciones de la oxidación aún ocurren relativamente rápido en alimentos congelados o refrigerados. Estos conservantes incluyen el ácido ascórbico (AA, E300), el propil gallato (PG, E310), los tocoferoles (E306), la butilhidroquinona

terciaria (TBHQ), la butil hidroxianisola (BHA, E320) y el butil hidroxitolueno (BHT, E321).

La selección de antioxidantes apropiados se determina por:

- Compatibilidad con el producto
- Efectividad resultante en ciertas grasas
- Que su aplicación sea aprobada
- Solubilidad en la fase acuosa u oleosa del producto
- Buena dispersión en todo el producto, un factor aún de mayor importancia en un producto de bajo contenido graso.
- Estabilidad, es decir, la habilidad de los antioxidantes para ser agregado a un componente del alimento y sobrevivir a los pasos del procesamiento como son freír u hornear e impartir estabilidad al producto alimenticio final.

1.7.4.1 TBHQ (terbutilhidroquinona)

Es considerado como el mejor antioxidante para aceites de freír.-Es soluble en grasas. Se encuentra disponible como un polvo beige que puede ser usado solo o combinado con BHA y/o BHT para un contenido máximo de antioxidante de 0.02 % o 200 ppm, basado en el contenido graso incluyendo aceites esenciales.

La inclusión de un agente quelante como ácido cítrico en el sistema antioxidante de TBHQ Puede realizar sus propiedades estabilizadoras. Ésta combinación se la usa principalmente en aceites vegetales y margarinas. (34)

1.8 PREPARACIÓN DE EMULSIONES

Los siguientes pasos son útiles en la formulación de una emulsión:

- a) Escoger el agente emulsificante de acuerdo a la emulsión requerida, O/W o W/O.
- b) El porcentaje en volumen de la fase interna afecta al tipo de emulsión formada.
- c) La fase en mayor proporción tiende a volverse la fase externa. Emulsiones con fases internas mayores del 50% son difíciles de producir y manipular.
- d) La temperatura de emulsificación debe establecerse. La tensión interfacial y la viscosidad disminuyen con incrementos de temperatura.
- e) Preparar las dos fases por separado.
- f) Solubilizar los agentes emulsificantes en la fase a la que sean más afines.
- g)** Agregar gradualmente la fase interna a la externa como se observa en la figura 1.8-1.

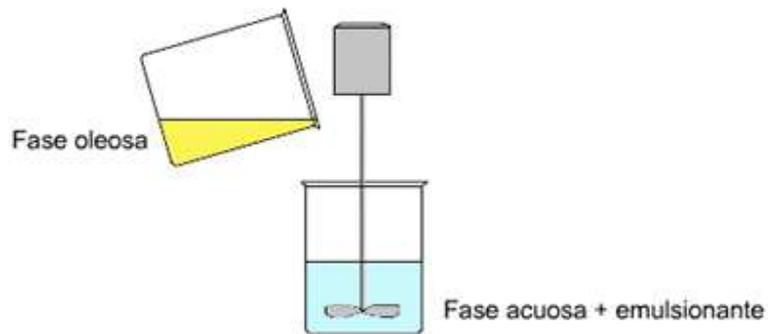


Fig.1.8-1 Preparación 1 emulsión O/W

La fase oleosa se agrega a la fase acuosa, en la cual se disolvió el emulsionante. Se produce una emulsión o/w; si se desea una emulsión w/o se continua la adición de la fase oleosa hasta que se produzca la inversión.

La fase oleosa, en la cual se disolvió el emulsionante, se agrega sobre la acuosa, como se observa en la figura 1.8-2. Se forma una emulsión W/O. (29)

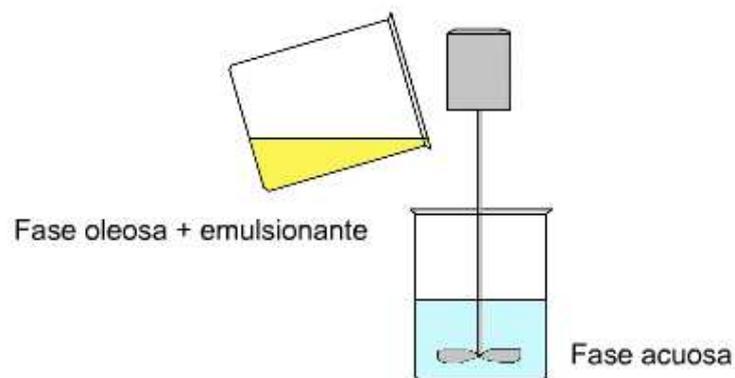


Fig.1.8.2 Preparación 2 emulsión W/O

1.9 EQUIPO

La elección del equipo depende de la aplicación que se haya de dar a la emulsión que se prepara.

La finalidad de la maquinaria para emulsificación, ya sea sencilla o compleja, es dividir y dispersar la fase interna en la externa, de suerte que el tamaño de partícula de la emulsión que resulte sea suficientemente pequeño para evitar la unión y la consiguiente desintegración de la emulsión en el tiempo requerido de la estabilidad. La agitación a mano es la más sencilla.

La rotación mecánica de las paletas suele ser lenta, y si la emulsión no es muy viscosa, es reducida la eficiencia de agitación. Para agitar emulsiones viscosas que contienen gran proporción de sólidos, geles jabonosos, sustancias resinosas, etc., es más eficiente un agitador mecánico de paletas giratorias o de áncora.

El agitador planetario fue inventado para emulsiones de gran viscosidad, como los que se hacen en la industria de comestibles. En un agitador planetario la paleta efectúa dos movimientos circulares: uno de rotación sobre su propio eje y otro de traslación en una órbita circular. De esta manera se puede mezclar bien una gran porción de masa espesa.

Agitación por medio de hélice. Uno de los tipos más usuales de maquinaria para emulsificación es el de una o más hélices montadas sobre un eje en un tanque

mezclador. Esta clase de agitación es muy eficiente para agitar emulsiones de viscosidad reducida o mediana.

Agitación con turbinas. La inclusión de pantallas fijas en la pared del tanque o adyacentes a las hélices, como un rotor y estator de turbina, aumenta considerablemente la eficiencia de la agitación. El agitador de turbina es el preferible de los dos métodos, pues las pantallas de desviación en un tanque, con frecuencia, ocasionan áreas de poca o ninguna agitación, aunque el efecto general es el de aumentar la eficiencia de agitación. (35)

Para formar una emulsión hay que someter al líquido a una agitación violenta en la que se aplican las fuerzas de cizalla. Para ello se ha utilizado agitación por medio de hélice la misma que está sobre un eje en un tanque mezclador, este equipo se utiliza para agitar emulsiones de viscosidad reducida o mediana, como se observa en la fotografía 1.9-1



Fotografía 1.9-1 Agitador de hélice

1.10 VIDA DE ANAQUEL

Esencialmente la vida de anaquel de un alimento, se define como el tiempo en el cual éste conservará sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales.

La vida útil abarca varias facetas del valor nutritivo incluyendo seguridad, valor alimenticio y características sensoriales. Cuando se afecta este valor nutritivo, esto influye notablemente en las decisiones de compra del consumidor.

Para las compañías de alimentos, la capacidad de un producto de conservar su calidad total durante la línea de proceso, distribución, comercialización y finalmente al consumidor, es el resultado de los intensos estudios para predecir su vida útil.

Crear un producto con una vida útil fiable exige varios procesos y controles por el fabricante del alimento.

1.10.1 FACTORES FUNDAMENTALES QUE INFLUYEN EN LA VIDA DE ANAQUEL DE UN ALIMENTO

- Formulación
- Procesamiento
- Empaque
- Condiciones de Almacenamiento.

1.10.1.1 FORMULACIÓN

Involucra la selección de las materias primas más apropiadas e ingredientes funcionales que asegurarán la integridad del alimento para la vida útil requerida.

Con respecto a la vida de anaquel, los factores claves incluyen contenido de humedad, actividad de agua (a_w), pH y adición de preservativos antimicrobianos y antioxidantes.

La actividad de agua se refiere a la cantidad de agua "libre", en un sistema, disponible para apoyar reacciones biológicas y químicas; cuanto más baja es la a_w menos viables son los microorganismos que contribuyen al deterioro del producto.

Los preservantes pertenecen a una clase de aditivos alimenticios que amplían la vida útil inhibiendo el crecimiento microbiano o reduciendo al mínimo los efectos destructivos del oxígeno, de los metales y de otros factores que pueden conducir a la rancidez

Procesamiento: Depende de las materias primas e ingredientes para disminuir condiciones desfavorables, promoviendo cambios físicos y químicos deseables, concediendo así al producto alimenticio la forma y características finales.

Empaque y condiciones de almacenamiento: Los parámetros más importantes son: la humedad relativa (% HR), presión, esfuerzos mecánicos, luz y temperatura. Estos parámetros son dependientes tanto del empaque como de las condiciones de almacenamiento. Es importante entender estas variables para llegar a obtener un producto alimenticio constantemente de alta calidad y seguro (36)

1.10.2 VIDA DE ANAQUEL ACELERADA

Los métodos acelerados de la estimación de la durabilidad son útiles para disminuir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación cuando se están estudiando productos no perecederos. Se basa en someter el producto a condiciones de almacenamiento que aceleren las reacciones de deterioro, las que se denominan abusivas, que pueden ser temperaturas, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos .

El objetivo de este método es almacenar producto/empaque terminados, bajo condiciones de abuso, examinar el producto periódicamente hasta que ocurra el final de la vida de anaquel, y entonces usar estos resultados para proyectar la vida de anaquel bajo condiciones de verdadera distribución.

Uno de los modelos más utilizados en la determinación de la vida de anaquel de un producto es el Modelo de Arrhenius. La relación de Arrhenius, desarrollada teóricamente para reacciones químicas moleculares reversibles, ha sido experimentalmente aplicada a un número de reacciones químicas complejas y fenómenos físicos. Las reacciones de pérdida de calidad de los alimentos han mostrado que siguen un comportamiento de Arrhenius con la temperatura, dado por la siguiente ecuación:

$$k = Ae^{-E^*/RT}$$

Donde:

$A =$ Constante llamada factor de frecuencia

$E^* =$ Energía de activación

$R=8,314$ J/mol $^{\circ}K$ constante universal de los gases

$T=$ Temperatura Absoluta (37)

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. MUESTREO

2.1.1 TIPO DE MUESTREO: Aleatorio Sistemático

2.1.2 FUNDAMENTO

Se ordenó previamente los individuos de la población; a continuación se eligió uno de ellos al azar, posteriormente, a intervalos constantes, se escogen todos los demás hasta completar la muestra. Para la determinación de la estabilidad de la emulsión de la crema de chocolate, se puso en observación las cuatro muestras que se obtenían de la realización de la crema de chocolate en lotes piloto que era envasada en frascos de polietileno de 270 g. Para la determinación del tiempo de vida útil se tomó una población formada por 50 elementos de los cuales se desea extraer una muestra de 5 elementos. Entonces: $50/5 = 10$ es el intervalo de selección. Se eligió el elemento de arranque, tomando aleatoriamente un número entre el 1 y el 10, en este caso el número 5 y a partir de él se obtuvo los restantes elementos de la muestra.

2.2. METODOLOGIA

2.2.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.2.2.1. MÉTODOS

Se aplicó el Método experimental científico, se prepararon emulsiones de tipo W/O y O/W usando tres concentraciones de agua y estearina de palma como son se observan en las tablas a) 2.2.2.1-1, b) 2.2.2.1-2, c) 2.2.2.1-3

Tabla 2.2.2.1-1

a) Emulsión de aceite en agua O/W

	(%)	(g)
ESTEARINA	17,84	214,13
Azúcar	31,01	372,21
Agua	27,8	333,56
Leche	12,05	144,64
Espesante*	2,7	32,41
Cacao alcalino	7,11	85,34
Emulsificante		
E1*	0,33	3,96
E2*	0,33	3,96
Lecitina de Soya	0,59	7,08
Acido Sórbico	0,11	1,32
Sorbato de Potasio	0,06	0,72
Acido Cítrico	0,018	0,22
TBHQ	0,01	0,12
EDTA	0,0006	0,01
Saborizante	0,03	0,36
TOTAL	100,0	1200,0

Fuente: Tesista

Tabla 2.2.2.1-2

b) Emulsión de agua en aceite W/O

	(%)	(g)
ESTEARINA	25,51	306,11
Azúcar	31,01	372,21
Agua	20,1	241,07
Leche	12,05	144,64
Espesante*	2,7	32,41
Cacao alcalino	7,11	85,34
Emulsificante		
E1 *	0,33	3,96
E2*	0,33	3,96
Lecitina de Soya	0,59	7,08
Acido Sórbico	0,11	1,32
Sorbato de Potasio	0,06	0,72
Acido Cítrico	0,018	0,22
TBHQ	0,01	0,12
EDTA	0,0006	0,01
Saborizante	0,03	0,36
TOTAL	100	1200

Fuente: Tesista

Tabla 2.2.2.1-3

c) Emulsión de W/O

	(%)	(g)
ESTEARINA	24,63	295,63
Azúcar	31,01	372,21
Agua	21,0	252,06
Leche	12,05	144,64
Espesante*	2,7	32,41
Cacao alcalino	7,11	85,34
Emulsificante		
E1*	0,33	3,96
E2*	0,33	3,96
Lecitina de Soya	0,59	7,08
Acido Sórbico	0,11	1,32
Sorbato de Potasio	0,06	0,72
Acido Cítrico	0,018	0,22
TBHQ	0,01	0,12
EDTA	0,0006	0,01
Saborizante	0,03	0,36
TOTAL	100,0	1200,0

Fuente: Tesista

De las cuales se escogió la formulación C, por la estabilidad de la emulsión y excelentes características que presenta el producto.

Para la elaboración de la crema de chocolate se siguió los siguientes pasos:

2.2.2.1.1 PREPARACIÓN DE LA FASE ACUOSA

- a) En el tanque de la fase acuosa pasar el agua desmineralizada
- b) Adicionar el ácido cítrico y agitar por cinco minutos
- c) Añadir sorbato de potasio y agitar por cinco minutos
- d) Calentar ésta solución a una temperatura de 60°C y añadir el azúcar micro pulverizado hasta disolución completa con agitación constante, el tiempo mínimo requerido de agitación es de 30 minutos.
- e) Adicionar la sustancia espesante y agitar por 30 minutos
- f) Manteniendo la temperatura de 60°C agregar la leche en polvo y agitar hasta disolución completa, tiempo mínimo de agitación 40 minutos. La fotografía 2.2.2.1.1-1 muestra el color y la textura de la mezcla una vez agregados los ingredientes mencionados.



Fotografía 2.2.2.1.1-1 Preparación fase acuosa

g) Añadir el saborizante

h) Manteniendo la temperatura añadir el cacao alcalino, agitar hasta disolución completa, tiempo mínimo de agitación 45 minutos. La siguiente fotografía 2.2.2.1.1-2 muestra el color y consistencia de la mezcla una vez agregado el cacao alcalino.



Fotografía 2.2.2.1.1-2 Fase acuosa

2.2.2.1.2 PREPARACIÓN DE LA FASE OLEOSA



Fotografía 2.2.2.1.1-3 Fase oleosa

- a) En el tanque de la fase oleosa colocar la cantidad requerida de estearina y fundirlo a 70°C
- b) En una parte del aceite que va a ser utilizado disolver los emulsionantes y preservantes a 70°C hasta fundirlos completamente. (Lecitina de soya, ácido sórbico, TBHQ, EDTA)
- c) Adicionar ésta mezcla a la cantidad restante de aceite que debe encontrarse a 70°C
- d) Llevar la mezcla a 60°C. La apariencia final de la fase oleosa se muestra en la fotografía 2.2.2.1.1-3.

2.2.2.1.3UNIÓN DE FASES



Fotografía 2.2.2.1.1-4 Adición de la fase oleosa en la fase acuosa



Fotografía 2.2.2.1.1-5 Mezcla de fases



Fotografía 2.2.2.1.1-6 Obtención de crema de chocolate

a) Adicionar lentamente la fase oleosa en la fase acuosa y mezclarlas teniendo en cuenta siempre que las dos fases antes de combinarse se encuentren a la misma temperatura, mezclar como mínimo durante 45 minutos, ésta parte del proceso se muestra en las fotografías 2.2.2.1.1-4 y 2.2.2.1.1-5. El proceso de mezclado debe realizarse hasta obtener una pasta homogénea, como se aprecia en la fotografía 2.2.2.1.1-6.

b) Enfriar la crema de chocolate a una temperatura de 42°C

c) Envasar

d) Tapar, etiquetar y sellar.-La fotografía 2.2.2.1.1-7 muestra la presentación del producto terminado.

e) Enfriamiento a 13°C



Fotografía 2.2.2.1.1-7 Presentación del producto

Una vez obtenido el producto, la crema de chocolate fue sometida a observación diaria durante un mes en una estufa al vacío a una temperatura de 35°C, en donde se presta atención a la separación de las fases, para escoger la fórmula correcta.

Escogida la formulación (c) el producto fue sometido al producto a pruebas aceleradas en una cámara de estabilidad durante un mes para determinar su tiempo de vida útil. Debido a que Industrial Danec no posee cámara de estabilidad, éste estudio fue realizado en LABOLAB laboratorio acreditado por el OAE (Organismo de Acreditación Ecuatoriano), cuyo director es el Dr. Oscar Luzuriaga.

La organización mundial de la salud y la FAO (Food and Agriculture Organization) clasifican al planeta tierra en tres zonas climáticas estas son :zona tropical, zona templada y zona polar .Nuestro país se encuentra ubicado en la zona tropical y para el estudio le corresponde la temperatura promedio de 37+-4°C y humedad relativa 79+-4 %,datos que fueron introducidos en la cámara de estabilidad en

donde se colocó la crema de chocolate en su envase original, éstas organizaciones proponen que un mes dentro de la cámara de estabilidad en las condiciones anteriores equivale a una estabilidad de seis meses a temperatura ambiente ,los análisis del producto fueron realizados cada quince días durante un mes ,cuyas condiciones específicas se establecieron en temperatura : 313,15 K y humedad relativa 70%.

La Cámara de estabilidad usada fue de tipo LAB LINE INSTRUMENT, INC MODEL: 700ASDC21 mostrada en la fotografía 2.2.2.1.1-8.



Fotografía 2.2.2.1.1-8 Cámara de estabilidad

2.2.2.2 TÉCNICAS

-Fórmula base dada por el Departamento de Investigación y Desarrollo de DANEC. S.A.

-Elaboración de crema de chocolate a nivel de lotes piloto aplicando ajustes o pruebas a partir de la fórmula base, mediante variaciones en los porcentajes de agua y estearina para encontrar la fórmula adecuada.

-Control de calidad:

Las pruebas físicas, químicas y organolépticas realizadas para el control de calidad de la crema de chocolate se especifican en la tabla 2.2.2.2-1 con su respectiva norma. (Ver anexos)

Tabla 2.2.2.2-1

Técnicas

a. PRUEBAS FÍSICAS:	NORMA
pH	NTE INEN 389
b. PRUEBAS QUÍMICAS	NORMA
Extracto seco	NTE INEN 539
Extracto seco desengrasado	NTE INEN 539
Extracto etéreo	NTE INEN 535
Cenizas	NTE INEN 533
Azúcares totales	Método de Luff-Schoorl

Continuación Tabla 2.2.2.2-1

Técnicas

b. PRUEBAS QUÍMICAS	NORMA
Azúcares reductores	Método de Luff-Schoorl
Azúcares no reductores	Método de Luff-Schoorl
Determinación de la estabilidad mediante pruebas aceleradas	Método de ARRHENIUS
Índice de Peróxidos	NTE INEN 277
Actividad de Agua	Medidor de Actividad de Agua
Acidez	NTE INEN 521
Energía	Cálculo
Carbohidratos Totales	Cálculo
c.PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS	NORMA
Aerobios mesófilos	NTE INEN 529-5
Coliformes totales	NTE INEN 529-7
Mohos y levaduras	NTE INEN 529-11
Eschericha coli	NTE INEN 1529-10
d.ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO	EVALUACIÓN SENSORIAL
Color	EVALUACIÓN SENSORIAL
Olor	EVALUACIÓN SENSORIAL
Sabor	EVALUACIÓN SENSORIAL
Aspecto	EVALUACIÓN SENSORIAL

Fuente: Tesista

Nota: Las técnicas están incluidas como anexos

2.3. DATOS EXPERIMENTALES

2.3.1. FORMULACION DE LAS FASES

2.3.1.1 DETERMINACIÓN DE LAS PROPORCIONES Y CONDICIONES PARA ESTABLECER LA FORMULA CORRECTA

Tabla 2.3.1.1-1

Formulación de crema de chocolate (a)

	(%)	(g)
ESTEARINA	17,84	214,13
Azúcar	31,01	372,21
Agua	27,8	333,56
Leche	12,05	144,64
Espesante*	2,7	32,41
Cacao alcalino	7,11	85,34
Emulsificante		
E1*	0,33	3,96
E2*	0,33	3,96
Lecitina de Soya	0,59	7,08
Acido Sórbico	0,11	1,32
Sorbato de Potasio	0,06	0,72
Acido Cítrico	0,018	0,22
TBHQ	0,01	0,12
EDTA	0,0006	0,01
Saborizante	0,03	0,36
TOTAL	100,0	1200,0

Fuente: Tesista

Tabla 2.3.1.1-2**Formulación de crema de chocolate (b)**

	(%)	(g)
ESTEARINA	25,51	306,11
Azúcar	31,01	372,21
Agua	20,1	241,07
Leche	12,05	144,64
Espesante*	2,7	32,41
Cacao alcalino	7,11	85,34
Emulsificante		
E1 *	0,33	3,96
E2*	0,33	3,96
Lecitina de Soya	0,59	7,08
Acido Sórbico	0,11	1,32
Sorbato de Potasio	0,06	0,72
Acido Cítrico	0,018	0,22
TBHQ	0,01	0,12
EDTA	0,0006	0,01
Saborizante	0,03	0,36
TOTAL	100	1200

Fuente: Tesista

Tabla 2.3.1.1-3**Formulación de crema de chocolate (c)**

	(%)	(g)
ESTEARINA	24,63	295,63
Azúcar	31,01	372,21
Agua	21,0	252,06
Leche	12,05	144,64
Espesante*	2,7	32,41
Cacao alcalino	7,11	85,34
Emulsificante		
E1*	0,33	3,96
E2*	0,33	3,96
Lecitina de Soya	0,59	7,08
Acido Sórbico	0,11	1,32
Sorbato de Potasio	0,06	0,72
Acido Cítrico	0,018	0,22
TBHQ	0,01	0,12
EDTA	0,0006	0,01
Saborizante	0,03	0,36
TOTAL	100,0	1200,0

Fuente: Tesista

Nota: Las formulas presentadas en este trabajo de investigación tiene variaciones en la cantidad de cada ingrediente debido a la confidencialidad y propiedad de la

fórmula de INDUSTRIA DANEC SA, que reserva el nombre de los ingredientes marcados con el símbolo (*).

De las tres formulaciones se escogió la formulación C, por la estabilidad de la emulsión y excelentes características que presenta el producto.

2.3.1.2. OBSERVACIONES TOMADAS AL REALIZAR LAS FORMULACIONES

a) Se presenta dificultad al mezclarse la fase acuosa con la fase oleosa, se obtiene un producto no tan espeso, algo grumoso, opaco, después de 15 días se observa la separación de las fases.

b) Menor dificultad al mezclarse las dos fases, producto algo espeso, menor grumosidad presenta mayor brillo en el producto final, se observa separación de las fases a los 20 días.

c) Facilidad al mezclarse la fase oleosa con la fase acuosa, se aprecia brillo en el producto final, el producto es consistente, no hay apariencia de grumosidad, no existe separación de las fases.

2.3.2 RESULTADOS DEL ANALISIS FÍSICO-QUIMICO Y SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL.

Los resultados del análisis físico-químico y microbiológico se detallan a continuación en la tabla 2.3.2 -1

Tabla 2.3.2 -1

Análisis físico-químico y sensorial

PARÁMETRO	RESULTADOS
a. PRUEBAS FÍSICAS:	
pH	6.32
b. PRUEBAS QUÍMICAS	
Extracto seco o sólidos totales (%)	77.23
Humedad (%)	22.77
Extracto seco desengrasado o Sólidos lácteos no grasos (%)	47.69
Extracto etéreo (grasa bruta) (%)	29.54
Cenizas (%)	1.33
Proteína (%)	5.79
Azúcares total (g/100g)	37.65
Azúcares reductores (g/100g)	1.30
Azúcares no reductores (g / 100g)	36.35
Índice de Peróxido (meq O ₂ /Kg)	0.0
Actividad de Agua	0.825
Acidez (% como ácido oléico)	0.89
Carbohidratos Totales (%)	40.53
Energía (Kcal/100g)	439.62
c. PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS	
Aerobios mesófilos (ufc/g)	< 10
Coliformes totales (ufc/g)	< 10
Mohos y levaduras (ufc/g)	< 10
Escherichia coli (ufc/g)	< 10

Continuación Tabla 2.3.2 -1

Análisis físico-químico y sensorial

PARÁMETRO	RESULTADOS
d.ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO	
Color	Café
Olor	Característico
Sabor	Característico
Aspecto	Semisólido

Fuente: Tesista

2.4. DATOS ADICIONALES

Ajustes realizados en la fase experimental del trabajo:

-Tiempo de agitación de la leche en polvo de 30 minutos a 40 minutos para mejor disolución.

-Temperatura de la fase acuosa de 45°C a 60°C para mayor facilidad de disolución de los componentes

-Tiempo de agitación de cacao en polvo de 30 a 45 minutos para mejorar la homogenización

-Temperatura en el momento de unión de la fase oleosa y acuosa a 60°C ya que para que pueda existir una buena emulsificación, las dos fases deben ser mezcladas en las mismas condiciones de temperatura.

3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo, se enmarca en la línea de investigación que se aprecia en la tabla 3-1

Tabla 3-1
Línea de Investigación

Sector	Área	Líneas de Investigación
Salud y Nutrición	Seguridad alimentaria	Investigación y desarrollo tecnológico sobre conservación y transformación de alimentos

Fuente: Comisión de Proyectos y Transferencias Tecnológicas. Vicerrectorado de Investigación y Desarrollo. (38)

3.1. CÁLCULOS

3.1.1 CINÉTICA DE PSEUDO PRIMER ORDEN

Este análisis está realizado para demostrar mediante la ecuación de Arrhenius que el tiempo de vida útil de la crema de chocolate en condiciones aceleradas equivale al tiempo de vida útil de la crema de chocolate en condiciones normales.

Si la concentración de uno de los reactantes es tan alta que permanece prácticamente constante durante el curso de la reacción se dice que la reacción es de pseudo primer orden en este caso se considera a la cantidad de alimento que

permanece constante para ambas condiciones ambientales a las que fue sometido el producto.

La rapidez con la que se produce una transformación química es un aspecto muy importante. Tanto desde el punto de vista del conocimiento del proceso como de su utilidad industrial, interesa conocer la velocidad de la reacción y los factores que pueden modificarla.

Se define la velocidad de una reacción química como la cantidad de sustancia formada (si tomamos como referencia un producto) o transformada (si tomamos como referencia un reactivo) por unidad de tiempo.

La velocidad de reacción no es constante. Al principio, cuando la concentración de reactivos es mayor, también es mayor la probabilidad de que se den choques entre las moléculas de reactivo, y la velocidad es mayor. a medida que la reacción avanza, al ir disminuyendo la concentración de los reactivos, disminuye la probabilidad de choques y con ella la velocidad de la reacción.

Entonces, la velocidad de reacción es directamente proporcional a las concentraciones de los reaccionantes, es decir la velocidad de reacción depende de la concentración de los reactivos de ahí que a mayor concentración de los reactivos la velocidad de la reacción es mayor y a menor concentración de los reactivos la velocidad de reacción es menor.

Al incrementar la temperatura de una reacción se incrementa su energía cinética aumentando la probabilidad de colisiones y por consiguiente su velocidad de reacción, porque al incrementarse la velocidad con que se mueven las partículas estas chocaran con más frecuencia y de forma violenta produciendo una reacción química.

Se planteó la ecuación de velocidad de descomposición de la siguiente manera.

$$\frac{dc}{dt} = -k[H_2O]C$$

Donde:

$$\frac{dc}{dt} = \text{Velocidad de descomposición}$$

k = Costante cinética (Ec. de Arrhenius)

[H₂O] = Cantidad de agua en el alimento

C = Cantidad de alimento en el tiempo t

$$\frac{dc}{c} = -k[H_2O]dt$$

$$\int_{c_0}^c \frac{dc}{c} = -k[H_2O] \int_0^t dt$$

$$\ln\left(\frac{c}{c_0}\right) = -k[H_2O]t$$

$$\frac{c}{c_0} = e^{-k[H_2O]t}$$

$$c = c_0 e^{-k[H_2O]t}$$

Condiciones Normales:

$$T_1 = 293,15 \text{ } ^\circ K ; 20,15^\circ C$$

60% Humedad

$$c_1 = c_o e^{-k_1[H_2O]_1 t_1}$$

Condiciones Extremas

$$T_2 = 313,15 \text{ } ^\circ K; 40,15^\circ C$$

70% Humedad

$$c_2 = c_o e^{-k_2[H_2O]_2 t_2}$$

Ya que la cantidad de alimento es la misma en ambas condiciones tenemos:

$$c_o e^{-k_1[H_2O]_1 t_1} = c_o e^{-k_2[H_2O]_2 t_2}$$

$$k_1[H_2O]_1 t_1 = k_2[H_2O]_2 t_2$$

$$t_2 = \frac{k_1[H_2O]_1 t_1}{k_2[H_2O]_2} \quad (a)$$

3.1.2 ECUACIÓN DE ARRHENIUS

Ecuación matemática que expresa la dependencia de la constante de velocidad de la temperatura.

$$k = Ae^{-E^*/RT}$$

Donde:

A = Constante llamada factor de frecuencia de choques asociado a número de choques/segundo

$E^* = 15 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol}}$ Energía de activación (Tipo de reacción: reacciones enzimáticas 10-30 Kcal/mol) (39)

R = 8,314 J/mol K constante universal de gases

T=Temperatura Absoluta

$$k_1 = Ae^{-E^*/RT_1}$$

$$k_2 = Ae^{-E^*/RT_2}$$

Reemplazando k_1 y k_2 en la ecuación (a)

$$t_2 = \frac{Ae^{-E^*/RT_1} [H_2O]_1 t_1}{Ae^{-E^*/RT_2} [H_2O]_2}$$

$$t_2 = \frac{e^{-\frac{E^*}{RT_1} + \frac{E^*}{RT_2}} [H_2O]_1 t_1}{[H_2O]_2}$$

$$t_2 = \frac{e^{\frac{E^*}{R}(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})} [H_2O]_1 t_1}{[H_2O]_2}$$

Suponiendo que el contenido de agua en el alimento depende directamente de la humedad relativa del ambiente.

$$[H_2O] = B(HR)$$

$$t_2 = \frac{e^{\frac{E^*}{R}(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})} B(HR)_1 t_1}{B(HR)_2}$$

$$E^* = 15 \frac{Kcal}{mol} \times \frac{1000 cal}{1 Kcal} \times \frac{4,184 J}{1 cal} = 62760 \frac{J}{mol}$$

$$t_2 = \frac{e^{\frac{62760 J/mol}{8,314 J/mol \cdot K} \left[\frac{1}{313,15 \text{ } ^\circ K} - \frac{1}{293,15 \text{ } ^\circ K} \right]} \times 60 \% \times 6 \text{ meses}}{70\%}$$

$$t_2 = 0,993 \text{ mes}$$

$$t_2 = 1 \text{ mes}$$

Conclusión: Mediante este análisis se demuestra que el tiempo de duración de la crema de chocolate en condiciones aceleradas que es de un mes es igual al tiempo de duración de este producto en un periodo de 6 meses en condiciones normales.

3.1.3 ANÁLISIS QUÍMICOS

3.1.3.1 HUMEDAD

$$\%H = \frac{(C_1 - C_2)}{P_m} \times 100\%$$

$$\%H = \frac{(46,0476 - 44,8947)g}{5.0368 g} \times 100\%$$

$$\%H = 22.89\%$$

Donde:

% H = contenido de humedad en porcentaje de masa

C₁ = peso de la cápsula mas la muestra, en gramos

C₂ = peso de la cápsula mas la muestra seca, en gramos

P_m = peso de la muestra, en gramos

3.1.3.2. EXTRACTO SECO o SOLIDOS TOTALES

$$\% \text{ EXS} = 100\% - \%H$$

$$\% \text{ EXS} = 100\% - 22.89\%$$

$$\% \text{ EXS} = 77.11\%$$

Donde:

%EXS =porcentaje de extracto seco

%H= porcentaje de humedad

3.1.3.3 PROTEÍNA

$$\% P = (1,4 * F * V * N) / m$$

$$\%P = (1,4 * 6.25 * 3,54 \text{ ml} * 0.1035 \text{ N}) / 0.5539 \text{ g}$$

$$\% P = 5.79\%$$

Donde:

%P = contenido de proteína en porcentaje de masa

F = factor para transformar el %N₂ en proteína, y que es específico para cada alimento.

V = volumen de HCl 0.1035 N empleado para titular la muestra, en ml

N₁ = normalidad del HCl

m=peso de la muestra, en gramos

3.1.3.4 EXTRACTO ETÉREO O GRASA TOTAL

$$\% G = \frac{P2 - P1}{Pm} \times 100$$

$$\% G = \frac{(78.7142 - 75.6201)g}{10.4742 g} \times 100\%$$

$$\% G = 29.54 \%$$

Donde:

%G=contenido de grasa total

P1=peso vaso vacío, en gramos

P2=peso vaso con grasa extraída, en gramos

Pm=peso muestra, en gramos

3.1.3.5 CENIZAS

$$\%C = \frac{P2-P0}{P} \times 100 \%$$

$$\%C = \frac{(28.2465-28.2035)g}{3.4336 g} \times 100\%$$

$$\%C = 1.25\%$$

$$P1=31.6371 \text{ g}$$

$$P0=28.3035 \text{ g}$$

$$P=3.4336 \text{ g}$$

$$P2=28.2465 \text{ g}$$

Donde:

P1=peso crisol + muestra, en gramos

P0=peso crisol vacio, en gramos

P= (P0-P1) en gramos

P2=Peso crisol + cenizas en gramos

3.1.3.6 AZUCARES

- **Antes de la inversión**

m= 5g a 100 ml a 5ml

$$V_M = 23.7 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0.0970 N}$$

$$V_B = 25.1 \text{ ml 0.0970 N}$$

$$\frac{0.0970 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0.1 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \quad \frac{23.7 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1} = 22.989 \text{ ml de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$\frac{0.0970 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0.1 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \quad \frac{25.1 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1} = 24.347 \text{ ml de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$C \text{ ml} = b - av$$

Donde:

C = consumo de la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N en ml que corresponde a la cantidad de azúcar reductor.

b = consumo de la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N en el blanco, en ml

av = consumo de la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N en la muestra, en ml

$$C \text{ ml} = (24.347 - 22.989) \text{ ml}$$

$$C \text{ ml} = 1.358 \text{ ml}$$

Uso de tabla de contenido de glucosa y fructosa, así como lactosa y maltosa con la solución de Luff.(ver anexo V)

Azucares Reductores=2.4 mg (glucosa- fructosa, azúcar invertido) + 0.358(2.4mg glucosa- fructosa, azúcar invertido)

Azucares Reductores=3.2592 mg

$$\frac{5\text{ml solución}}{100\text{ ml solución}} \quad \left| \quad \frac{3.2592\text{ mg Azucares Reductores}}{\phantom{3.2592\text{ mg Azucares Reductores}}} \right. = 3.2592\text{ mg A.Red.}$$

Azucares Reductores = 65.184 mg

$$\frac{5\text{g}}{100\text{g}} \quad \left| \quad \frac{65.184\text{ mg}}{\phantom{65.184\text{ mg}}} \right. = 1030,68\text{mg A.Red.}$$

Azucares Reductores=1303.68 mg/100g

Azucares Reductores=1.30 g / 100g

Después de la inversión

m= 3.3414 a 100 ml a 1ml

$V_M = 19.8\text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\ 0.0970\text{ N}$

$V_B = 25.1 \text{ ml } 0.0970 \text{ N}$

$$\frac{0.097 \text{ N } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0.1 \text{ N } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \left| \frac{19.8 \text{ ml } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{25.1 \text{ ml } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \right. = 19.206 \text{ ml}$$

$$\frac{0.097 \text{ N } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0.1 \text{ N } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \left| \frac{25.1 \text{ ml } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{25.1 \text{ ml } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \right. = 24.347 \text{ ml}$$

$C \text{ ml} = b - a$

Donde:

$C =$ consumo de la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N que corresponde a la cantidad de azúcar reductor en ml

$b =$ consumo de la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N en el blanco

$a =$ consumo de la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N en la muestra

$$C \text{ ml} = (24.347 - 19.206) \text{ ml}$$

$$C \text{ ml} = 5.41 \text{ ml}$$

Uso de tabla de contenido de glucosa –fructosa y lactosa con la solución de Luff.

Azúcares después de la inversión = 12.2 g (glucosa- fructosa ,azúcar invertido)

+0.41 (2.5 incremento de los valores en la columna)

Azúcares después de la inversión=13.225 mg

$$\frac{1 \text{ ml solución}}{100 \text{ ml solución}} \left| \frac{13.225 \text{ mg Az. después de la inversión}}{1322.5 \text{ mg A. desp. l}} \right.$$

$$\frac{3.3414 \text{ g de muestra}}{100 \text{ g de muestra}} \left| \frac{1322.5 \text{ mg Az. después de la inversión}}{39579. \text{ mg A.d .l}} \right.$$

39579.2 mg/100g =39.57 g /100gde azúcar después de la inversión

Sacarosa

Azúcares totales =Azúcares antes de la inversión+ Sacarosa

Sacarosa= (Azúcares después de la inversión- Azúcares antes de la inversión)*0.95

$$\text{Sacarosa} = (39.57 - 1.30)$$

$$\text{Sacarosa} = 36.35 \text{ g/100g}$$

$$\text{Azúcares totales} = 1.30 + 36.35 = 37.65 \text{ g/100g}$$

Azúcares no reductores = azúcares totales – azúcares reductores

$$\text{Azúcares no reductores} = 37.65 \text{ g/100g} - 1.30 \text{ g / 100g}$$

$$\text{Azúcares no reductores} = 36.35 \text{ g / 100g}$$

3.1.3.7 SÓLIDOS LÁCTEOS NO GRASOS O EXTRACTO SECO DESENGRASADO

%SLNG= % Sólidos totales - % Grasa

$$\%SLNG= 77.11 - 29.54$$

$$\%SLNG=47.57$$

3.1.3.8 ÍNDICE DE PERÓXIDOS

$$IP = \frac{(Vm - Vb)(N)(1000)}{Pm}$$

$$IP = \frac{((0.12 - 0.08)\text{ml})(0.01 N)(1000)}{1 g}$$

$$IP = 0.40 \text{ meq O}_2 / \text{kg}$$

Donde:

Vm= Volumen de solución valorada de tiosulfato sódico empleados en la muestra.

Vb= Volumen de solución valorada de tiosulfato sódico empleados en el blanco.

N=Normalidad de las solución de tiosulfato de sodio 0,01N

3.1.3.9 ÍNDICE DE ACIDEZ

$$\%Acidez = \frac{V(NaOH) \times N(NaOH) \times Fact. \text{ácido oléico} \times 100\%}{Pm}$$

$$\%Acidez = \frac{2,52ml \times 0.1 N \times 0.282 \times 100 \%}{5.2481 g}$$

$$\%Acidez = 1.35\%$$

Donde:

V = Volumen de NaOH 0,1 N gastado en la titulación

N = Normalidad NaOH

Pm = Peso de la muestra

3.1.3.10 CARBOHIDRATOS TOTALES

$$\% CT = 100 - (\%Humedad + \%Proteina + \%Grasa + \%Ceniza)$$

$$\% CT = 100 - (22.89 + 5.79 + 29.54 + 1.25)$$

$$\%CT = 40.53 \%$$

Carbohidratos totales = Carbohidratos digeribles + Carbohidratos no digeribles

Carbohidratos no digeribles = Carbohidratos Totales – Carbohidratos digeribles

Carbohidratos no digeribles = Carbohidratos Totales – Carbohidratos digeribles

Carbohidratos digeribles = Carbohidratos Totales – Carbohidratos no digeribles

$$\text{Carbohidratos no digeribles} = (40.53 - 37,65)\%$$

$$\text{Carbohidratos no digeribles} = 2.88 = \% \text{Fibra}$$

Carbohidratos digeribles = Carbohidratos Totales – Carbohidratos no digeribles

$$\text{Carbohidratos digeribles} = (40.53 - 2.88)\%$$

$$\text{Carbohidratos digeribles} = 37,65\%$$

3.1.3.11 ENERGÍA

Energía (Kcal) = (% Proteína x 4,0 Kcal/g) + (%Grasa x 9 Kcal/g) + (%Carbohidratos digeribles x 4 Kcal/g)

$$\text{Energía (Kcal)} = \left(5.79 \times 4.0 \frac{\text{Kcal}}{\text{g}}\right) + \left(29.54 \times 9.0 \frac{\text{Kcal}}{\text{g}}\right) + \left(37.65 \times 4.0 \frac{\text{Kcal}}{\text{g}}\right)$$

$$\text{Energía(Kcal)} = (23.16 + 265.86 + 150.6) \text{ Kcal}$$

$$\text{Energía} = 439.62 \text{ Kcal/100g} = 1842 \text{ KJ/100g}$$

3.2. RESULTADOS

Se obtuvo la crema de chocolate que es un producto alimenticio que resulta de la emulsión de agua y estearina de palma, además de la adición de cacao y otros

aditivos, la formulación escogida es la que se aprecia en la tabla 3.2-1 con la cual se obtuvo mayor estabilidad en la emulsión.

Tabla 3.2-1

Formulación Final

	(%)	(g)
ESTEARINA	24,63	295,63
Azúcar	31,01	372,21
Agua	21,00	252,06
Leche	12,05	144,64
Espesante*	2,70	32,41
Cacao alcalino	7,11	85,34
Emulsificante		
E1*	0,33	3,96
E2*	0,33	3,96
Lecitina de Soya	0,59	7,08
Acido Sórbico	0,11	1,32
Sorbato de Potasio	0,06	0,72
Acido Cítrico	0,018	0,22
TBHQ	0,010	0,12
EDTA	0,0006	0,01
Saborizante	0,030	0,36
TOTAL	100,0	1200,0

Fuente: Tesista

La fórmula presentada en este trabajo de investigación tiene variaciones en la cantidad de cada ingrediente debido a la confidencialidad y propiedad de la fórmula de INDUSTRIA DANEC SA, por lo que se reserva el nombre de los ingredientes marcados con el símbolo (*).

El tiempo máximo de consumo de la crema de chocolate son seis meses a temperatura ambiente, esto de acuerdo a los resultados obtenidos durante su periodo de conservación en la cámara de estabilidad y los datos obtenidos con la ecuación de Arrhenius.

Tabla 3.2-2

Resultado análisis físico-químico y sensorial producto final y de su periodo de vida útil y condiciones aceleradas

PARÁMETROS	Condiciones Normales T=20,15°C HR=60%	Condiciones aceleradas T= 40.15°C+ - 1°C HR=72 + - 2%	
	Producto Final 26 de abril 2010	11 de mayo 2010 (15 días)	26 de mayo 2010 (30 días)
a. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO			
Color	Café	Café	Café
Olor	Característico	Característico	Característico
Sabor	Característico	Característico	Característico
Aspecto	Semisólido	Semisólido	Semisólido
b. PRUEBAS FÍSICAS:			
pH	6.32	6.29	6.27
Actividad de Agua	0.825	0.841	0.846
c. PRUEBAS QUÍMICAS			
Extracto seco o sólidos totales (%)	77.23	77.11	76.64

Continuación Tabla 3.2-2

Resultado análisis físico-químico y sensorial producto final y condiciones aceleradas

PARÁMETROS	Condiciones Normales T=20,15°C HR=60%	Condiciones aceleradas T= 40.15°C+ - 1°C HR=72 + - 2%	
	Producto Final 26 de abril 2010	11 de mayo 2010 (15 días)	26 de mayo 2010 (30 días)
Humedad (%)	22.77	22.89	23.36
Extracto seco desengrasado o Sólidos lácteos no grasos (%)	47.69	47.57	47.1
Extracto etéreo (grasa bruta) (%)	29.54	29.54	29.54
Cenizas (%)	1.33	1.27	1.25
Proteína (%)	5.79	5.45	4.34
Azúcares total (g/100g)	37.65	-----	-----
Azúcares reductores (g/100g)	1.30	-----	-----
Azúcares no reductores (g / 100g)	36.35	-----	-----
Índice de Peróxido (meq O ₂ /Kg)	0.0	0.40	0.79
Acidez (% como ácido oléico)	0.89	1.30	1.35
Carbohidratos Totales (%)	40.53	38.58	38.43
EnergíaKj (Kcal)*	1842 (439,62)*	-----*	-----*

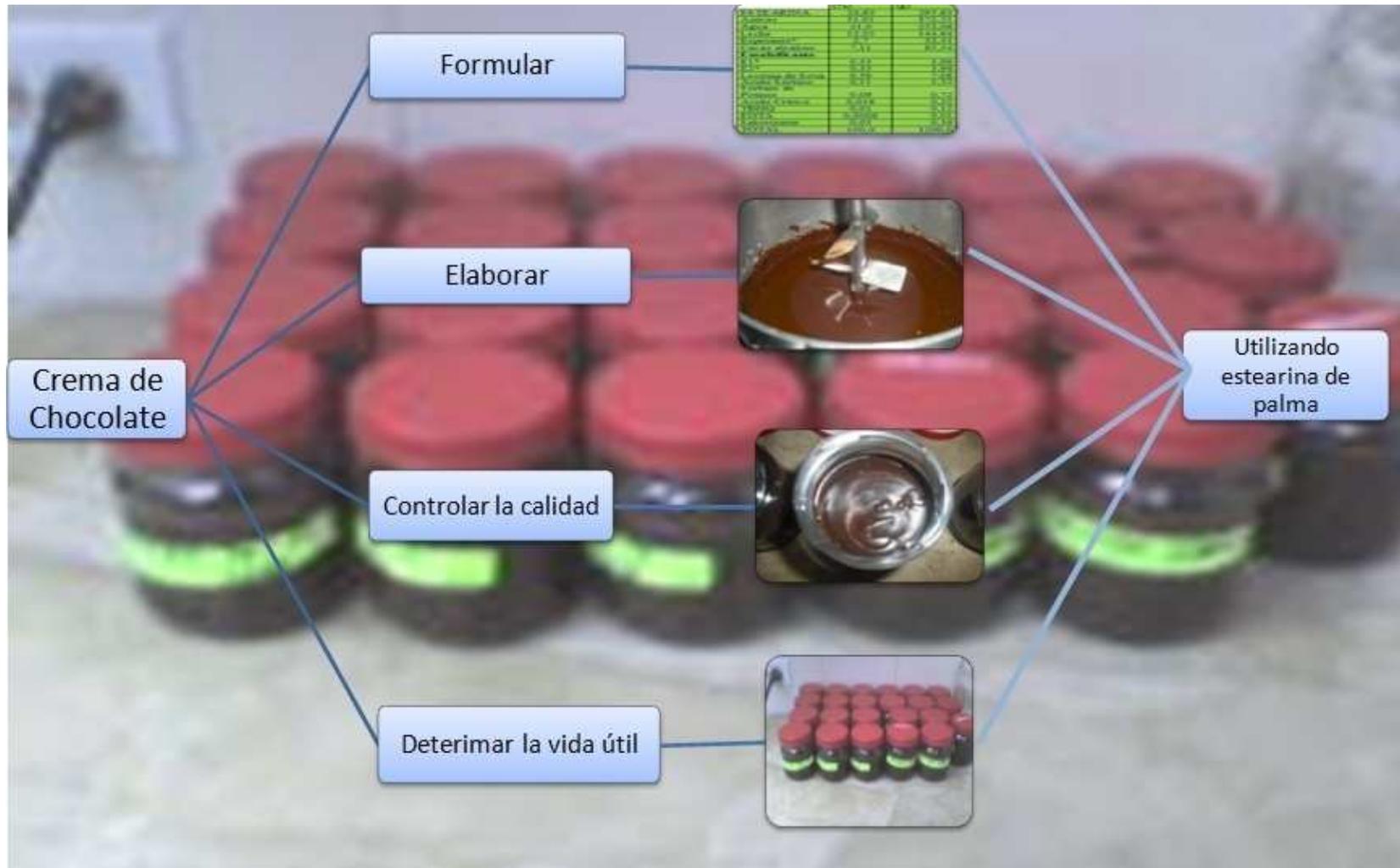
Continuación tabla 3.2-2

**Resultado análisis físico-químico y sensorial producto final y condiciones
aceleradas**

PARÁMETROS	Condiciones Normales T=20,15°C HR=60%	Condiciones aceleradas T= 40.15°C+ - 1°C HR=72 + - 2%	
	Producto Final 26 de abril 2010	11 de mayo 2010 (15 días)	26 de mayo 2010 (30 días)
d. PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS			
Aerobios mesófilos (ufc/g)	< 10	< 10	< 10
Coliformes totales (ufc/g)	< 10	< 10	< 10
Mohos y levaduras (ufc/g)	< 10	< 10	< 10
Escherichia coli (ufc/g)	< 10	< 10	< 10

Fuente :Tesis

3.3 PROPUESTA



3.4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la obtención de la crema de chocolate se utilizó estearina de palma en un 24.63%, (295,63 g) y agua en 21.0% (252,06 g), el agua es la fase que se dispersa en el aceite por lo tanto constituye la fase discontinua y el aceite corresponde a la fase continua ya que es una emulsión agua en aceite W/O, lo cual fue importante para escoger el tipo de emulsificante, tomando en cuenta la regla de Bancroft que establece que la fase continua es aquella que solubiliza al agente emulsificante, se escogieron entonces: monoglicéridos y lecitina de soya los cuales son mas solubles en aceite.

Se estableció el porcentaje de aditivos y emulsificantes de acuerdo a las siguientes normas: INEN 2074 Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas e INEN 621 Chocolates: Requisitos, ya que este producto llamado crema de chocolate no tiene norma INEN.

En la tabla 3.4-1 se reportan los resultados del análisis sensorial, físico, químico y microbiológico del producto final, los mismos que son analizados y discutidos a continuación.

Tabla 3.4-1

Resultados del análisis físico-químico y sensorial producto final

PARÁMETRO	Resultados	REQUISITOS ESTABLECIDOS
a. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO		
Color	Café	SIN NORMA
Olor	Característico	SIN NORMA
Sabor	Característico	SIN NORMA
Aspecto	Semisólido	SIN NORMA
b. PRUEBAS FÍSICAS:		
pH	6.32	SIN NORMA
Actividad de Agua	0.825	SIN NORMA
c. PRUEBAS QUÍMICAS		
Extracto seco o sólidos totales (%)	77.23	SIN NORMA
Humedad (%)	22.77	SIN NORMA
Extracto seco desengrasado o Sólidos lácteos no grasos (%)	47.69	SIN NORMA
Extracto etéreo (grasa bruta) (%)	29.54	SIN NORMA
Cenizas (%)	1.33	SIN NORMA
Proteína (%)	5.79	SIN NORMA
Azúcares total (g/100g)	37.65	SIN NORMA
Azúcares reductores (g/100g)	1.30	SIN NORMA
Azúcares no reductores (g / 100g)	36.35	SIN NORMA
Índice de Peróxido (meq O ₂ /Kg)	0.0	SIN NORMA

Continuación tabla 3.4-1

Resultados del análisis físico-químico y sensorial producto final

PARÁMETRO	Resultados	REQUISITOS ESTABLECIDOS
Carbohidratos Totales (%)	40.53	SIN NORMA
Acidez (% como ácido oléico)	0.89	SIN NORMA
Energía kJ (kcal)*	1842 (439,62)*	NTE INEN 1334-2: 2008(*5.2. literal a)
d. PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS		
Aerobios mesófilos (ufc/g)	< 10	NTE INEN 621:2 CHOCOLATES REQUISITOS
Coliformes totales (ufc/g)	< 10	NTE INEN 621:2 CHOCOLATES REQUISITOS
Mohos y levaduras (ufc/g)	< 10	NTE INEN 621:2 CHOCOLATES REQUISITOS
Escherichia coli (ufc/g)	< 10	NTE INEN 621:2 CHOCOLATES REQUISITOS

Fuente: Tesista

El resultado del análisis organoléptico muestra un producto de aspecto semisólido, color café, olor y sabor agradables y característicos, que garantizarán una gran aceptación en los consumidores, especialmente en los niños y jóvenes, grupos poblacionales que consumen este tipo de alimentos.

Como se observa en la tabla 3.4-1 el pH de la crema de chocolate es 6.32, como no existe norma específica para este producto, en el que se señale los requisitos de este parámetro, se analizó la naturaleza fisicoquímica del producto, sus

ingredientes como el cacao que tiene un pH que va de < 5.0 a > 5.5 según se observa en la tabla 3.4-2 ,la leche un pH de 6,6 a 6,8 ,y el pH concuerda con ello, en razón de la química de los componentes del cacao (alcaloides) y el proceso alcalino dado al mismo que le vuelve neutro. La ligera acidez se debe entonces a los aditivos utilizados (conservantes) y a la leche.

Tabla 3.4-2

Parámetros físico químicos del grano de cacao

Parámetros físico químicos	BAJO	NORMAL	ALTO
pH	< 5.0	< 5.0	> 5.5
SABOR	Amargo	Ácido	Normal
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6 a 6.5	7 a 8	> 8
PORCENTAJE DE GRASA	< 52	52 a 55	> 55

Fuente: Departamento de Fomento. Compañía Nacional de Chocolates. Bucaramanga. 2004

El resultado de actividad de agua de 0.825 que se muestra en la tabla 3.4-1 representa la cantidad de agua libre en la crema de chocolate, no existe norma INEN para este parámetro por lo que se recurrió a requisitos de productos similares emulsiones agua/aceite como la Margarina con sal, cuya actividad es 0,894 como se observa en tabla 3.4-3, por lo que se puede entonces afirmar que el dato es coherente.

Tabla 3.4-3

Actividad de agua en alimentos

ALIMENTO	a_w
Snack de chocolate	0,741
Miel	0,75
Turrón de yema tostada	0,806
Margarina con sal	0,894

Fuente: Gómez, R., Carmona, MA. y Fernández-Salguero, J. II JORNADAS CIENTÍFICAS SOBRE "ALIMENTACIÓN ESPAÑOLA" Granada, Octubre 1.991.

La humedad que presenta el producto es de 22.77% como se ve en la tabla 3.4-1, tiene relación con la cantidad de agua suministrada en la fórmula que es 21%, y que corresponde a la fase dispersa de la emulsión agua/aceite, tomando en cuenta que siempre puede existir un margen de error. No existe norma específica de humedad para el producto elaborado.

El valor de extracto seco que se muestra en la tabla 3.4-1 de 77.23 %, representa la cantidad de sólidos totales presentes en la crema de chocolate, los mismos que concuerdan con la sumatoria de las proporciones de estearina de palma azúcar, leche, espesante, cacao alcalino, emulsionantes, ácido sórbico, sorbato de potasio, ácido cítrico, TBHQ (terbutilhidroquinona), EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) que se utilizaron en este producto. No existe norma específica de sólidos totales para este producto.

La tabla 3.4-1 muestra el valor de extracto seco desengrasado de 47.69%, que indica la cantidad de sólidos lácteos no grasos del producto y que corresponden a

los valores de azúcar, leche, espesante, cacao alcalino emulsionantes, ácido sórbico, sorbato de potasio, ácido cítrico, TBHQ, EDTA empleados en la formulación del producto, tomando en cuenta que siempre puede existir un margen de error debido a la pérdida normal en la elaboración de un producto, al quedar residuos inevitables en los equipos. No existe norma específica de sólidos lácteos no grasos para este producto.

En cuanto a la grasa total, la tabla 3.4-1 nos indica 29.54% de grasa, que corresponde a la estearina de palma 24.63% y la diferencia a la grasa con que contribuyen el resto de componentes del producto como: leche y cacao. No existe norma INEN ni norma Codex que especifique la cantidad de grasa vegetal diferente a la manteca de cacao, como único componente graso que debe ser añadido en la crema de chocolate sin el uso de manteca de cacao, sin embargo los requisitos para coberturas de chocolate especiales con grasa vegetal según Madrid A. (40) indica que las coberturas de chocolate especiales con grasa vegetal “Son los productos elaborados de acuerdo con las definiciones características de los distintos tipos de coberturas de chocolate, en las que se ha sustituido total o parcialmente, la manteca de cacao por otras grasas comestibles y/o sus fracciones hidrogenadas o no. Sus características son las siguientes expresadas como materia seca: grasa total 31%”, comparando con esto se ve que la grasa total se encuentra dentro de los parámetros aceptables.

EL valor de 1.33% que muestra la tabla 3.4-1 corresponde al porcentaje de ceniza presente en el producto final y que indica la cantidad de residuo inorgánico o

minerales que contiene el producto. Cantidad que resulta del aporte de cenizas de los ingredientes utilizados en el producto como la leche, el cacao, etc. No existe norma específica de cenizas para este producto.

El valor de proteína que tiene el producto es 5.79%, no existe norma específica para este parámetro por esta razón se analiza este dato en función de los valores de proteína de la leche semidescremadas en polvo y el cacao alcalino que son 1,5% y 5,35% respectivamente obteniéndose un total de 6,85% de proteína, ésta disminución se debe a pérdidas que pueden haber existido durante el proceso de elaboración de la crema de chocolate ya que el producto se queda en las paredes de los agitadores utilizados. No existe norma específica de requisitos de proteína para este producto.

EL valor de azúcares totales que presenta la crema de chocolate es de 37.65% lo cual nos dice que es un producto que proporciona una cantidad importante de azúcar, que junto a la grasa son responsables del alto valor calórico de estos alimentos muy apetecidos por el consumidor. El 1.30 % de azucares reductores más el 36.35% de los no reductores, dan el valor obtenido de azúcares totales. No existe norma de azucares para este producto.

La crema de chocolate tiene 40.53% de carbohidratos totales, que corresponde a la suma de los carbohidratos digeribles (azúcares) más los no digeribles (fibra), tampoco existe norma de requisitos para este parámetro.

La crema de chocolate proporciona 1842 KJ (439,62 Kcal) de energía, calculada de acuerdo a la NTE INEN 1334-2:2008 y refleja el tipo de alimento elaborado, energético o calórico.

El valor que presenta el índice de peróxidos en el producto final es 0 meqO₂/Kg, lo cual indica que el producto no presenta deterioro oxidativo. No existe norma de peróxidos para este producto por lo que se ha tomado como referencia el parámetro de índice de peróxidos de la grasa industrial usada en la elaboración de este producto cuyo límite máximo permitido es 1.0 meq O₂/Kg y para la mayoría de aceites según el Codex Alimentarius se fija en máx 10 meq O₂/Kg.

El valor de acidez del producto es 0.89%, como no existe norma en cuanto a este parámetro para la crema de chocolate, se analiza este resultado en función de la acidez que proporcionan otros ingredientes del producto como la leche que de acuerdo a la NTE INEN 9:2008 establece una acidez titulable de 0,13 a 0,16% (como ácido láctico) y los aditivos utilizados como conservantes (ácido sorbico, etc), y para el aceite comestible, que es mezcla de aceites de soya y palma la NTE INEN 34 fija como requisito máx 0,2% (como ácido oleico).

Los resultados del análisis microbiológico que se muestran en la tabla 3.4-1 indican que la crema de chocolate se encuentra dentro de los límites de aceptación según NTE INEN 621:2 CHOCOLATES REQUISITOS que constan en la tabla 3.4-4 que reflejan la aplicación de las BPM durante la elaboración del mismo.

Tabla 3.4-4

Requisitos microbiológicos para chocolates

	n	m	M	c	Método de ensayo
Aeróbios mesófilos ufc/g	5	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	2	NTE INEN 1 529-5
Coliformes totales ufc/g	5	0	$1,0 \times 10^2$	2	NTE INEN 1 529-7
Mohos y Levaduras UP/g	5	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	2	NTE INEN 1 529-10
Salmonella ufc/g	10	0	-----	0	NTE INEN 1 529-15

Fuente: INEN

Donde:

n = Número de unidades de muestra

m = nivel de aceptación

M = nivel de rechazo

c = número de unidades defectuosas que se aceptan

ufc = unidades formadoras de colonias

UP=unidades propagadoras

Los resultados de la estabilidad en condiciones aceleradas se reportan en la tabla 3.4-5, y se analiza a continuación.

Tabla 3.4-5

Resultados de prueba de estabilidad en condiciones aceleradas

PARÁMETROS	Condiciones Normales T=20,15°C HR=60%	Condiciones aceleradas T= 42°C + - 1°C HR=72 + - 2%	
	Producto Final 26 de abril 2010	11 de mayo 2010 (15 días)	26 de mayo 2010 (30 días)
a. PRUEBAS FÍSICAS:			
pH	6.32	6.29	6.27
Actividad de Agua	0.825	0.841	0.846
b. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO			
Color	Café	Café	Café
Olor	Característico	Característico	Característico
Sabor	Característico	Característico	Característico
Aspecto	Semisólido	Semisólido	Semisólido
c. PRUEBAS QUÍMICAS			
Extracto seco o sólidos totales (%)	77.23	77.11	76.64
Humedad (%)	22.77	22.89	23.36
Extracto seco desengrasado o Sólidos lácteos no grasos (%)	47.69	47.57	47.1
Extracto etéreo (grasa bruta) (%)	29.54	29.54	29.54
Cenizas (%)	1.33	1.27	1.25
Proteína (%)	5.79	5.45	4.34

Continuación tabla 3.4-5

Resultados de prueba de estabilidad en condiciones aceleradas

Azúcares total (g/100g)	37.65	-----	-----
Azúcares reductores (g/100g)	1.30	-----	-----
Azúcares no reductores (g / 100g)	36.35	-----	-----
Índice de Peróxido (meq O ₂ /Kg)	0.0	0.40	0.79
Acidez (% como ácido oléico)	0.89	1.30	1.35
Carbohidratos Totales (%)	40.53	38.58	38.43
Energía (KJ (Kcal)*	1842 (439,62)*	-----*	-----*
d. PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS			
Aerobios mesófilos (ufc/g)	< 10	< 10	< 10
Coliformes totales (ufc/g)	< 10	< 10	< 10
Mohos y levaduras (ufc/g)	< 10	< 10	< 10
Escherichia coli (ufc/g)	< 10	< 10	< 10

Fuente: Tesista

* No se lo puede calcular por no disponer del dato de azúcares totales en condiciones aceleradas.

El resultado del análisis organoléptico muestra un producto de color: café, olor y sabor característicos y aspecto: semisólido durante todo el período de análisis lo cual nos indica que conserva sus propiedades organolépticas, el olor y sabor rancios aparecen cuando el deterioro es elevado y según los resultados no se llega a esos niveles, por eso no hay cambios mensurables en las características sensoriales.

Como se observa en la tabla 3.4-5 El pH de la crema de chocolate de 6.32 baja a 6.27, este factor es decisivo en el crecimiento de los microorganismos. La mayoría de microorganismos muestran preferencia por pH entre 6,5 y 7,5. El cambio de pH está correlacionado con el aumento de la acidez expresada como ácido oleico, resultado del inicio del enranciamiento lipolítico por vía enzimática, ya que la lipasa resiste la pasteurización, e incluso se reordena en algunos productos esterilizados. El pH se hace ácido, favoreciendo el desarrollo de mohos y levaduras.

En cuanto a los valores de humedad que se presentan en la tabla 3.4-5, se ve que a medida que pasa el tiempo en las condiciones aceleradas la humedad se va incrementando hasta llegar a un máximo de 23.36% a los treinta días, incremento debida a la humedad relativa de 70% aplicada en la cámara de estabilidad; dato que indica el fin de la vida útil del producto. En el gráfico 3.4-1 se ve el comportamiento de la humedad respecto al tiempo

Tabla 3.4-6

Comportamiento de la humedad respecto al tiempo

Tiempo (días)	1	15	30
Extracto seco (humedad)	22,77	22,89	23,36

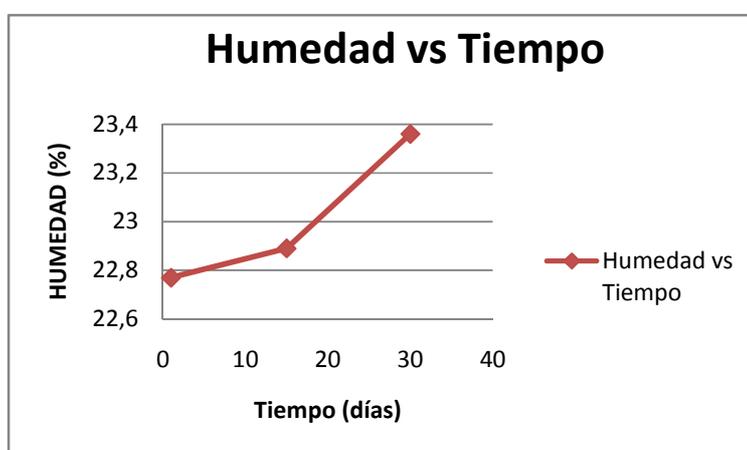


Gráfico 3.4-1 Humedad vs Tiempo

Los valores del extracto seco que se muestran en la tabla 3.4.1 indican una disminución de 77.23 % hasta el 76.64%, debido al aumento de humedad del producto. Es lógico que si aumenta la humedad, van a disminuir los sólidos totales o extracto seco que es igual a 100 menos el porcentaje de humedad.

En la tabla 3.4.1 el extracto seco desengrasado varía de 47.69%, 47.57 y 47.1% lo cual nos indica una disminución de la cantidad de sólidos lácteos no grasos del

producto debido al aumento de humedad que hace que disminuya el extracto seco desengrasado.

La grasa durante la prueba de estabilidad acelerada no sufre cambio alguno pues su composición química no reporta compuestos volátiles, al contrario se caracteriza por poseer ácidos grasos saturados en mayor porcentaje que los insaturados.

EL valor de 1.33%, 1.27% y 1.25% correspondiente a cenizas nos indica que por ganar humedad el producto se diluyen estos componentes.

Como se observa en la tabla 3.4.1 los valores de proteína disminuyen con el tiempo, la única razón de su disminución es que la muestra ganó humedad y los componentes del alimento se diluyen y baja su concentración. En el gráfico 3.4.2 se ve el comportamiento de proteína respecto al tiempo.

Tabla 3.4-7

Comportamiento de la proteína respecto al tiempo

Tiempo (días)	1	15	30
Proteína	5,79	5,45	4,34

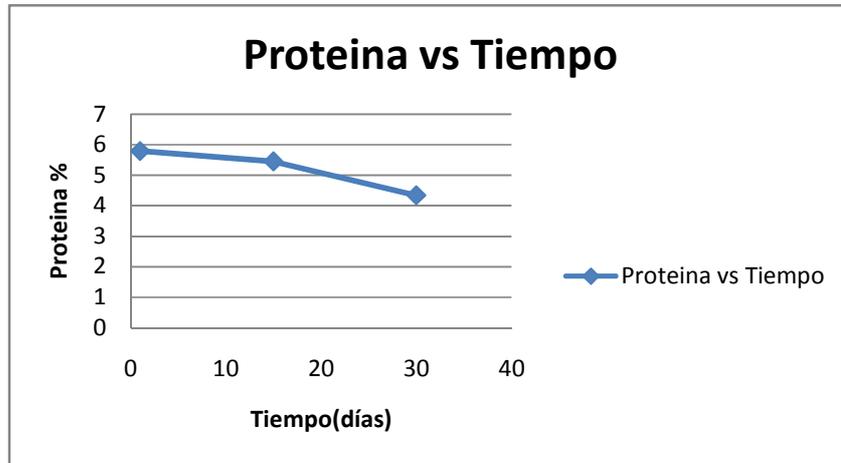


Gráfico 3.4.2 Proteína vs Tiempo

Los valores de índice de peróxido de 0,0 a 0.79 en la tabla 3.4.1 muestran el deterioro oxidativo de la crema de chocolate con el transcurso del tiempo, favorecidos por la temperatura alta, el oxígeno y la composición acidica de la grasa que posee ácidos grasos insaturados.

En el gráfico 3.4-3 se ve el comportamiento del índice de peróxido respecto al tiempo.

Tabla 3.4-8

Comportamiento del índice de peróxidos respecto al tiempo

Tiempo (días)	1	15	30
Índice de Peróxidos	0.0	0,4	0,79

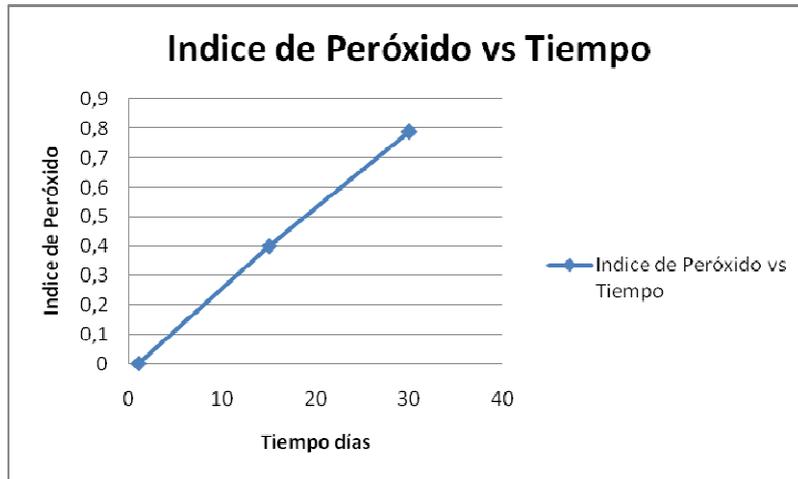


Gráfico 3.4-3 Índice de peróxido vs Tiempo

La tabla 3.4-1 muestra que la actividad de agua incrementa de 0.825 a 0.846 debido al efecto de la humedad relativa al que fue sometido el producto, es decir que si almacenamos un alimento con baja a_w , este puede absorber la humedad relativa, y aumenta su a_w , llegando a niveles que ponen en riesgo al alimento, pues las bacterias necesitan actividad de agua altas para multiplicarse. Lo que ratifica que el producto está deteriorándose y su vida útil se termina. El comportamiento de actividad del agua (a_w) respecto al tiempo se observa en el gráfico 3.4-4

Tabla 3.4-9

Comportamiento de actividad del agua (a_w) respecto al tiempo

Tiempo (días)	1	15	30
Actividad de Agua	0.825	0,841	0,846



Gráfico 3.4-4 Actividad del agua (a_w) vs Tiempo

Los valores de acidez que se muestran en la tabla 3.4.1, varían de 0.89% a 1.35% con el transcurso del tiempo lo cual nos indica el avance de la rancidez lipolítica reflejada en la concentración de ácidos grasos libres que se forman. El aumento del índice de acidez significa que el producto ha sufrido alteración con los consiguientes efectos en el aroma y el sabor y el fin de su vida útil. El comportamiento de acidez respecto al tiempo se ve en el gráfico 3.4-5

Tabla 3.4-10

Comportamiento de la acidez respecto al tiempo

Tiempo (días)	1	15	30
Acidez	0.89	1.30	1.35

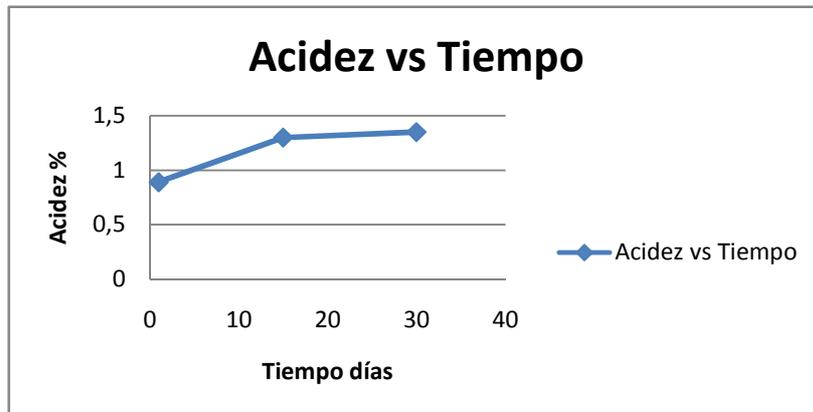


Gráfico 3.4.5 Acidez vs Tiempo

Los valores de carbohidratos presentados en la tabla 3.4-1 al igual que las proteínas disminuyen por que la muestra ganó humedad y los componentes del alimento se diluyen y baja su concentración.

Los resultados microbiológicos que se muestran en la tabla indican un contenido < 10 ufc/g de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras, durante el tiempo de análisis de estabilidad el resultado de salmonella es negativo.

Los resultados obtenidos en el análisis del tiempo de vida útil demostraron mediante la ecuación de Arrhenius que el tiempo de vida apto para consumo de la crema de chocolate en condiciones aceleradas es de un mes, que corresponde al tiempo de duración de la crema de chocolate en condiciones normales de 6 meses.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se obtuvo un nuevo producto alimenticio usando estearina de palma al cual se le denominó crema de chocolate, el producto fue elaborado a nivel de lote piloto y a su vez se observó la estabilidad de la emulsión de cada fórmula planteada, las cuales implicaron varios ajustes en las proporciones de las fases así como la elección del emulsificante y estabilizante, posteriormente la formulación c fue la que mejor resultado dio en la obtención de la crema de chocolate, pues presenta mejores características sensoriales y gran estabilidad de la emulsión.
- Escogida la fórmula el producto fue sometido a un análisis de estabilidad y control de calidad para determinar su tiempo de vida útil, el cual dio como resultado seis meses de duración, con excelentes características sensoriales, físicas, químicas y microbiológicas.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar una mezcla de grasas como la estearina de palma con manteca de cacao, para mejorar el sabor de la crema de chocolate.
- Se sugiere seguir los tiempos establecidos de mezclado para que cada componente pueda disolverse correctamente y no se presenten dificultades en el momento de unión de las fases.
- Se recomienda seguir la investigación disminuyendo la cantidad de agua, para evitar una actividad de agua elevada que favorezca el crecimiento de microorganismos y por lo tanto disminuya el tiempo de vida útil de la crema de chocolate.
- Se recomienda realizar el producto en estrictas condiciones sanitarias para evitar cualquier tipo de contaminación.
- Se recomienda continuar con la investigación para mejorar la estabilidad de la emulsión.

BIBLIOGRAFÍA

32.-KIRSCHENBAUER G. Grasas y Aceites Química y Tecnología. New York – EEUU, Editorial Continental, 1960. Pp.56-75

33.-SCHUHMACHER K. El gran libro del Chocolate. Madrid- España, Editorial Nuevo Mundo, 1998. Pp. 4-23

34.- MADRID. A. Confitería y pastelería: Manual de formación Madrid España, Editorial Amanecer 1999 . Pág.417

38.-Planificación de la investigación para la ESPOCH. Riobamba- Ecuador ,Editorial INDUGRAF 2008, Pág.24

39.-BADUI S. Química de alimentos Tercera Edición. Madrid España, Editorial Pinel 1976 Pág. 312

40.-MADRID A. Confitería y Pastelería Madrid-España, Editorial Científica 2002 Pág,97

INTERNET

1.-Historia Danec

<http://www.danec.com/>

03-03-2010

2.-Origen del chocolate

[http:// www.chocolate/origen.com](http://www.chocolate/origen.com)

15-03-2010

3.-Investigaciones sobre chocolate

[http:// www.investigaciones sobre chocolate\Chocolate - Wikipedia, la enciclopedia libre.com](http://www.investigaciones_sobre_chocolate\Chocolate - Wikipedia, la enciclopedia libre.com)

17-03-2010

4.-Chocolate

http://www.\chocolate\Chocolate - Origen e historia - Monografias_com.mht

23-03-2010

5.-Avances sobre Chocolate

<http://www.avancescientificos/chocolate.com>

05-04-2010

6.- Estudios sobre Chocolate

<http://www.ums.edu.my/ssmp/echocolate.htm>

16-04-2010

7.-Estudios sobre chocolate

<http://www.chocolate/latinoamericano.com>

16-04-2010

8.- Beneficios del chocolate

<http://www.alimentacion.sa.com./Portal%20nuevo/actualizaciones/chocolate.htm>

17-04-2010

9.-Cacao

<http://www.origendelcacao.com>

22-04-2010

10.-Usos del chocolate

[http:// www.chocolates.com.co/pi_boletín_04.htm](http://www.chocolates.com.co/pi_boletín_04.htm)

22-04-2010

11.-Chocolate

<http://www.chocolate-cacao.com/es/chocolate/de-bebida-a-golosina.html>

27-04-2010

12.-Tipos de chocolate

<http://www.chocolate/tipos/industria.html>

27-04-2010

13.-Estearina de palma

<http://www.danec.com/index.php?menu=53&option=53&article=25&idioma=1>

27-04-2010

14.- Emulsión

<http://www.textoscientificos.com/emulsiones>

28-04-2010

15.- Emulsión

<http://www.scribd.com/doc/17610455/Introduccion-a-Las-Emulsiones>

28-04-2010

16.-Parametros de calidad del chocolate

http://books.google.com.ec/books?id=d_8WL8l5ooC&pg=PA167&lpg=PA167&

[dg=emulsionante&source=bl&ots=fOoOiybdJV&sig=55eDgcxYwiCz57yXCdlzQ](http://www.google.com/search?hl=es&ei=iUyOTMauGMP78Aat-vy2CQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7&ved=0CCkQ6AEwBjge#v=onepage&q&f=false)
[Jc93Wk&hl=es&ei=iUyOTMauGMP78Aat-](http://www.google.com/search?hl=es&ei=iUyOTMauGMP78Aat-vy2CQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7&ved=0CCkQ6AEwBjge#v=onepage&q&f=false)
[vy2CQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7&ved=0CCkQ6AEwBjge#v](http://www.google.com/search?hl=es&ei=iUyOTMauGMP78Aat-vy2CQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7&ved=0CCkQ6AEwBjge#v=onepage&q&f=false)
[=onepage&q&f=false](http://www.google.com/search?hl=es&ei=iUyOTMauGMP78Aat-vy2CQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7&ved=0CCkQ6AEwBjge#v=onepage&q&f=false)

02-05-2010

17.- Preparación de emulsiones

<http://cbi.izt.uam.mx/iq/Laboratorio%20de%20Operaciones%20Unitarias/Practicas%20Laboratorios/PRACTICA2.pdf>

02-05-2010

18.- Emulsiones

<http://www.molinoscoloidales.com.ar/es/aplicaciones/emulsiones.htm>

05-05-2010

19.- Emulsiones

<http://www.textoscientificos.com/emulsiones/introduccion>

10-05-2010

20.- Estabilidad de emulsiones

http://www.quiminet.com/ar8/ar_bcBuarmbcBu-pruebas-para-comprobar-la-estabilidad-de-las-emulsiones.htm

11-05-2010

21.-Formación de Emulsiones

<http://www.scribd.com/doc/17610455/Introduccion-a-Las-Emulsiones>

12-05-2010

22.- Monoglicéridos

<http://www.abacovital.com/fichastecnicas/tensioactivos/noionicos/esteres/monoglicerido.htm>

14-05-2010

23.- Lecitina de Soya

http://www.quiminet.com/ar9/ar_advcAAssaasd-que-es-la-lecitina-de-soya.htm

23-05-2010

24. -Emulsionantes

<http://www.slideshare.net/zinzita/emulsiones>

23-05-2010

25.- Espesantes

<http://www.slideshare.net/dicoello/estabilizadores-modificadores-de-textura-y-espesantes>

23-05-2010

26.- Agentes Estabilizadores de Emulsione

<http://www.doschivos.com/trabajos/tecnologia/743.htm>

28-05-2010

27.-Acido Cítrico

<http://foro.univision.com/t5/Reposter%C3%ADa-yPasteler%C3%ADa/AMIGAS-QUE-ES-EL-ACIDO-CITRICO/m-p/38405934>

29-05-2010

28.- Agentes Preservantes

<http://www.slideshare.net/dicoello/estabilizadores-modificadores-de-textura-y-preservantes>

29-05-2010

29.- Agentes Microbianos

<http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=1400>

29-05-2010

30.- Equipos para Emulsiones

<http://www.textoscientificos.com/emulsiones/equipos>

29-05-2010

31.- *Ecuación de Arrhenius*

www.bdigital.unal.edu.co/1518/1/bibianachicasandraosorio.2003.pdf

29-05-2010