



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**REFORMULACIÓN DE UN ADEREZO TIPO MAYONESA CON BAJO PORCENTAJE  
DE CONTENIDO GRASO PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN**

**Mélany Adaira López Franco**

Asesorado por el Ing. Ronal Adolfo Herrera Orozco

Guatemala, abril de 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REFORMULACIÓN DE UN ADEREZO TIPO MAYONESA CON BAJO PORCENTAJE  
DE CONTENIDO GRASO PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MÉLANY ADAIRA LÓPEZ FRANCO**

ASESORADO POR EL ING. RONAL ADOLFO HERRERA OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA QUÍMICA**

GUATEMALA, ABRIL DE 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jaime Domingo Carranza González
EXAMINADORA	Inga. Hilda Palma de Martín
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdés
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **REFORMULACIÓN DE UN ADEREZO TIPO MAYONESA CON BAJO PORCENTAJE DE CONTENIDO GRASO PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 20 de abril de 2012.

  
**Mélaney Adaira López Franco**



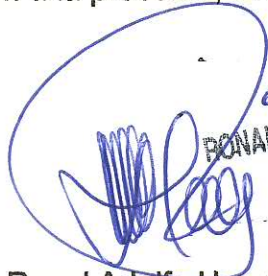


Guatemala 26 de octubre de 2012

Ingeniero  
V́ctor Manuel Monz3n Vald3s  
Director Escuela de Ingenieŕa Qúmica  
Su Despacho

De manera atenta me dirijo a usted para informarle que el informe final del Trabajo de Graduaci3n titulado **“Reformulaci3n de un aderezo tipo Mayonesa con bajo porcentaje de contenido graso para mejorar la estabilidad de la emulsi3n”**, expuesto por M3lany Adaira L3pez Franco (Carn3 2004-12879) queda aprobado por mi persona, trabajo que asesor3 en su proceso y desarrollo.

Agradeciendo la atenci3n a la presente, le saluda respetuosamente,



RONAL ADOLFO HERRERA OROZCO  
INGENIERO QUIMICO  
COL 781

Ing. Qco. Ronal Adolfo Herrera Orozco  
No. Colegiado 781





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Guatemala, 16 de noviembre de 2012  
Ref. EIQ.TG-IF.054.2012

Ingeniero  
V́ctor Manuel Monzón Valdez  
DIRECTOR  
Escuela Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el Acta TG-282-2011-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Solicitado por la estudiante universitaria: **Mélany Adaira López Franco**

Identificada con número de carné: **2004-12879**

Previo a optar al título de INGENIERA QUÍMICA.


Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

**REFORMULACIÓN DE UN ADEREZO TIPO MAYONESA CON BAJO PORCENTAJE DE CONTENIDO GRASO PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN**

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero Químico: **Ronal Adolfo Herrera Orozco**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Inga. Hilda Piedad Palma  
COORDINADORA DE TERNA  
Tribunal de Revisión  
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Guatemala, 16 de noviembre de 2012  
Ref. EI.Q.TG.219.2012

Señores  
Área de Lingüística  
Facultad de Ingeniería  
Presente,

Estimados Señores:

Como consta en el Acta TG-282-2011-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Solicitado por la estudiante universitaria: **Mélany Adaira López Franco**

Identificada con número de carné: **2004-12879**

Previo a optar al título de INGENIERA QUÍMICA.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

**REFORMULACIÓN DE UN ADEREZO TIPO MAYONESA CON BAJO PORCENTAJE DE CONTENIDO GRASO PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN**

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero Químico: **Ronal Adolfo Herrera Orozco**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química



C.c.: archivo

PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ACREDITADO POR  
Agencia Centroamericana de Acreditación de  
Programas de Arquitectura y de Ingeniería  
Período 2009 - 2012







El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **MÉLANY ADAIRA LÓPEZ FRANCO** titulado: "**REFORMULACIÓN DE UN ADEREZO TIPO MAYONESA CON BAJO PORCENTAJE DE CONTENIDO GRASO PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, abril 2013



Cc: Archivo  
VMMV/ale







DTG. 291 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **REFORMULACIÓN DE UN ADEREZO TIPO MAYONESA CON BAJO PORCENTAJE DE CONTENIDO GRASO PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN**, presentado por la estudiante universitaria: **Mélany Adaira López Franco**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 23 de abril de 2013

/gdech





## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por darme salud, humildad, sabiduría y perseverancia, a mí y a todos los que han sido apoyo para lograr esta meta.
- Mis padres** A mi mamá Blanca Franco, por sus esfuerzos y sacrificios que comprendían con las desveladas, madrugadas, las penas y su apoyo incondicional y a mi papá Roberto López, por su apoyo. Humildemente les digo infinitas gracias.
- Universidad de San Carlos de Guatemala** Por permitirme estudiar en tan honorable casa de estudios, en donde quedaron grabados tantos recuerdos, alegrías, tristezas y por qué no decir frustraciones que contribuyeron en mí formación y crecimiento como profesional.
- Mis catedráticos** Por los conocimientos que me transmitieron a lo largo de la carrera.
- Asesor de tesis** Por brindarme sus conocimientos sin ningún recelo.

**Mis amigos**

Leda Montenegro, por su fiel amistad, incondicional compañerismo en los éxitos y tropiezos compartidos a lo largo de la carrera.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por estar siempre a mi lado y ser el paráclito fiel que conduce mi vida.
<b>Mis padres</b>	Roberto López y Blanca Franco, por creer en mí, instruyéndome y guiándome con buenos principios y valores, eternamente agradecida.
<b>Mis hermanos</b>	Marlon y Marcelino López Franco, por compartirme sus experiencias y vivos ejemplos de vida.
<b>Mi novio</b>	Mario César Doratt, por ser mi inspiración para culminar esta etapa de mi vida.
<b>En general</b>	A las personas que fueron pieza fundamental en cada faceta de esta etapa de mi vida y contribuyeron de gran manera a lograr esta meta.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS/HIPÓTESIS .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Formulación de un estabilizador utilizando almidones pregelatinizados para la elaboración de un aderezo tipo mayonesa .....	1
1.2. Comportamiento viscoelástico no lineal de mayonesas comerciales .....	1
1.3. Estudio de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un aderezo tipo italiano elaborado con aceite de soya .....	2
1.4. Desarrollo de un aderezo elaborado a base de aceite de aguacate y estudio de sus propiedades fisicoquímicas y reológicas .....	3
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Reología .....	5
2.1.1. Viscosidad .....	5
2.1.1.1. Sistemas Newtonianos .....	6
2.1.1.2. Sistemas No Newtonianos .....	7

2.1.2.	Parámetros que afectan la reología .....	12
2.2.	Gomas e hidrocoloides .....	13
2.2.1.	Propiedades fisicoquímicas de los hidrocoloides.....	14
2.2.2.	Los estabilizantes .....	15
2.2.3.	Sinergismo entre gomas.....	16
2.2.4.	Gomas y almidones importantes en la industria de alimentos .....	17
2.2.4.1.	Goma guar.....	17
2.2.4.2.	Goma xanthan .....	18
2.2.4.3.	Almidones .....	19
2.2.4.4.	Amilosa .....	20
2.2.4.5.	Amilopectina .....	21
2.2.4.6.	Grano de almidón .....	21
2.3.	Gelatinización .....	22
2.4.	Emulsiones .....	23
2.4.1.	Introducción a las emulsiones y su estabilidad .....	23
2.4.2.	Estabilidad de las emulsiones.....	25
2.4.2.1.	<i>Creaming</i> /sedimentación .....	25
2.4.2.2.	La floculación.....	26
2.4.2.3.	Coalescencia .....	27
2.4.2.4.	Engrosamiento de gotas ( <i>Ostwald ripening</i> ).....	27
2.4.3.	Características organolépticas .....	28
2.4.3.1.	Textura .....	29
2.4.3.2.	Sabor, <i>bouquet</i> y aroma.....	30
2.4.3.3.	Color .....	31
2.4.4.	Pruebas para comprobar la estabilidad de las emulsiones .....	32
2.4.4.1.	Viscosidad contra tiempo .....	32



	2.4.4.2.	Análisis del tamaño de gota de aceite de la emulsión .....	32
	2.4.4.3.	Prueba de almacenamiento a altas temperaturas .....	33
3.		DISEÑO METRODOLÓGICO .....	35
	3.1.	Variables .....	35
	3.2.	Delimitación de campo de estudio.....	36
	3.3.	Recursos humanos disponibles.....	36
	3.4.	Recursos materiales disponibles .....	36
	3.4.1.	Equipo .....	36
	3.4.2.	Cristalería .....	37
	3.4.3.	Reactivos .....	37
	3.5.	Técnicas cualitativas o cuantitativas .....	37
	3.5.1.	Viscosidad en función del tiempo .....	38
	3.5.2.	Consistencia .....	38
	3.5.3.	Análisis de dispersión gota de aceite .....	38
	3.5.4.	Prueba de almacenamiento a altas temperaturas (vida acelerada) .....	38
	3.5.5.	Determinación del porcentaje de acidez, como ácido acético .....	39
	3.5.6.	Determinación del contenido de sal .....	39
	3.5.7.	Inocuidad del producto.....	39
	3.6.	Recolección y ordenamiento de la información .....	39
4.		RESULTADOS .....	41
	4.1.	Comportamiento y comparación de la viscosidad .....	41
	4.2.	Comportamiento y comparación de la consistencia.....	42
	4.3.	Comportamiento y comparación del porcentaje de acidez .....	42
	4.4.	Comportamiento y comparación del contenido de sal .....	43

4.5.	Comportamiento y comparación del pH.....	44
4.6.	Comportamiento y comparación de la estabilidad microbiológica.....	45
4.7.	Comportamiento y comparación de las propiedades organolépticas .....	47
4.8.	Comportamiento y comparación de la dispersión de burbuja..	50
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	51
	CONCLUSIONES .....	59
	RECOMENDACIONES .....	61
	BIBLIOGRAFÍA.....	63
	APÉNDICES .....	65
	ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ejemplo de la relación entre la deformación y el tiempo cuando un material se somete bruscamente a un determinado esfuerzo .....	9
2.	Mecanismos que contribuyen a la inestabilidad de las emulsiones .....	26
3.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de un aderezo tipo mayonesa .....	40
4.	Comparación experimental de la viscosidad .....	41
5.	Comparación experimental de la consistencia .....	42
6.	Comparación experimental del porcentaje de acidez.....	43
7.	Comparación experimental del contenido de sal.....	44
8.	Comparación experimental del comportamiento del pH .....	45
9.	Comparación experimental del comportamiento del recuento total de bacterias .....	46
10.	Comparación experimental del comportamiento del recuento de mohos y levaduras.....	46
11.	Comparación experimental del comportamiento de coliformes totales .....	47
12.	Comparación experimental del sabor.....	48
13.	Comparación experimental del olor.....	48
14.	Comparación experimental del color .....	49
15.	Comparación experimental de la apariencia .....	49

## TABLAS

I.	Resumen de los atributos de textura de los alimentos .....	29
II.	Variables a considerar .....	35
III.	Resultados experimentales de la dispersión de burbujas.....	50

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>cm/30s</b>	Centímetros en treinta segundos.
<b>cp</b>	Centipoise.
<b>°C</b>	Grados Celsius.
<b>kg</b>	Kilogramos.
<b>o/w</b>	<i>Oil/wáter</i> , aceite/agua.
<b>%</b>	Porcentaje.
<b>%Acidez</b>	Porcentaje de acidez titulable como ácido acético en una solución.
<b>%Cloruros</b>	Porcentaje de cloruros titulable en una solución.
<b>%V<sub>μ</sub></b>	Porcentaje de variación viscosidad inicial.
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno.

<b>RTB</b>	Recuento total de bacterias.
<b>T</b>	Temperatura.
<b>UFC/g</b>	Unidades formadoras de colonias por gramo
<b><math>\mu_f</math></b>	Viscosidad final.
<b><math>\mu_o</math></b>	Viscosidad inicial.

## GLOSARIO

<b>Acuoso</b>	Que se encuentra disuelto en agua.
<b>Agar</b>	Polisacárido sin ramificaciones obtenido de la pared celular de varias especies de algas, su uso principal es como medio de cultivo en microbiología.
<b>Aglomeración</b>	Amontonamiento, agrupación sin orden de partículas.
<b>Almidón</b>	Polisacárido de origen vegetal de color blanquecino formado por glucosa, se encuentra en las células vegetales.
<b>Coalescencia</b>	Fenómeno debido a la tensión superficial por lo que los gránulos de una suspensión coloidal o las gotitas de un líquido se unen para formar gotas más grandes.
<b>Cohesividad</b>	Que produce cohesión, atracción intermolecular entre moléculas semejantes.
<b>Consistencia</b>	Cualidad de la materia que resiste sin romperse ni deformarse fácilmente.

<b>Deglución</b>	Paso de un alimento de la boca al estomago.
<b>Emulsión</b>	Solución de pequeños glóbulos de un líquido en un segundo líquido, con el cual el primero no es soluble
<b>Fase</b>	Estado diferenciado en el proceso o desarrollo de algo.
<b>Gomas</b>	Sustancia viscosa producida por ciertas plantas tropicales, que se hace sólido en presencia de aire.
<b>Hidroloides</b>	Son materiales elásticos los cuales están formados por una fase dispersa y una fase dispersante, cuando la fase dispersante es agua, se denomina hidrocoloide. Se caracterizan porque pueden coagular (pasar de solución a gel sólido) si la fase dispersa es abundante y flocular (pasar de gel a solución) cuando la fase dispersa es escasa.
<b>Inocuidad</b>	Incapacidad de hacer daño.
<b>Maleabilidad</b>	Propiedad que tienen algunos materiales de ser sometidos a grandes deformaciones sin romperse, por lo que pueden modelar o trabajar con facilidad.



<b>Mioglobina</b>	Pigmento proteínico respiratorio parecido a la hemoglobina que se encuentra en los músculos.
<b>Oleosa</b>	Aceitoso, que tiene mucho aceite.
<b>Organoléptico</b>	Son las propiedades de las sustancias orgánicas e inorgánicas que pueden apreciarse con los sentidos.
<b>Polisacáridos</b>	Son polímeros cuyos constituyentes (sus monómeros) son monosacáridos, los cuales se unen repetitivamente mediante enlaces glucosídicos.
<b>Potencial de hidrógeno</b>	Es una medida de acidez o alcalinidad en una solución, indica concentraciones de iones hidronio.
<b>Pseudoplástico</b>	Fluido que fluye más fácilmente cuando se agita o bate. La viscosidad baja al incrementarse la velocidad de corte, pero no de forma directamente proporcional.
<b>Recuento total de bacterias</b>	Es el recuento directo de los microorganismos y el cálculo a realizar en función de la cantidad de muestra sembrada, que permite expresar el resultado como recuento total de microorganismos aerobios por gramo.
<b>Solvatación</b>	Proceso de asociación de moléculas de un disolvente con moléculas o iones de soluto.

**Viscoelástico**

Es un comportamiento reológico anelástico que presentan ciertos materiales que exhiben tanto propiedades viscosas como propiedades elásticas cuando se deforman.

**Viscosidad**

Medida de la resistencia de un fluido a fluir.

## **RESUMEN**

En el presente trabajo de graduación se realizó el estudio del comportamiento de un aderezo tipo mayonesa variando las proporciones de huevo y determinando la dosis conveniente para mantener estable la emulsión en el transcurso de nueve meses, sin que se vieran afectadas sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas.

Para controlar el comportamiento de cada una de las emulsiones propuestas y determinar cuál es la fórmula con la estabilidad más eficiente se evaluó el comportamiento del potencial de hidrógeno, viscosidad, consistencia, tamaño de burbuja en la estructura de la emulsión y registrar el comportamiento a lo largo de nueve meses realizando el método de vida acelerada.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar variaciones de cantidad de aceite en la fórmula de un aderezo tipo mayonesa para lograr una vida de anaquel mayor de nueve meses.

### **Específicos**

1. Establecer el rango de los parámetros físico químicos para determinar la estabilidad de emulsión, como parámetro de control entre 19 000-25 000 centipoise como parámetro de viscosidad.
2. Realizar análisis microbiológico para determinar la estabilidad microbiológica, la cual asegura la inocuidad en el aderezo.
3. Realizar análisis organoléptico para determinar la estabilidad del sabor, olor y aspecto del aderezo tipo mayonesa en comparación con la fórmula actual.

## **HIPÓTESIS**

Existe una relación entre la fase acuosa y oleosa que permitan la estabilidad de un aderezo tipo mayonesa con porcentaje bajo de contenido graso, con la ayuda de la dosis adecuada de emulsificante, durante nueve meses.

## INTRODUCCIÓN

En el proceso de elaboración de emulsiones se debe controlar cuidadosamente la preparación de las proporciones de los ingredientes que participan en la emulsión, debido a que en las mayonesas se lleva a cabo la inestabilidad de la coalescencia, por lo que se presenta este perfil de trabajo de graduación desarrollando la reformulación de un aderezo tipo mayonesa con bajo porcentaje de contenido graso para mejorar estabilidad de la emulsión.

Se analizó el resultado de los cambios de fórmulas propuestos con base a la permanencia en sus propiedades fisicoquímicas bajo efectos extremos de frío y calor efectuando conjuntamente evaluaciones organolépticas de la fórmula que se seleccionó con base a sus características fisicoquímicas estables.

El análisis de las propiedades fisicoquímicas se realizó con la medición de los rangos de potencial de hidrógeno, consistencia, viscosidad y tamaño de burbuja donde se registraron los cambios de estas propiedades por el efecto de una temperatura de 37 grados Celsius con permanencia de 24 horas que equivalen a un mes, realizando paralelamente el análisis de las propiedades organolépticas, el cual se llevó a cabo a través de un panel sensorial, de catadores relacionados con la industria.

Se presentó la propuesta del cambio de formulación del aderezo tipo mayonesa para la mejora de la estabilidad de emulsión en función del tiempo, a partir del análisis realizado donde se compararon las fórmulas propuestas.





# **1. ANTECEDENTES**

## **1.1. Formulación de un estabilizador utilizando almidones pregelatinizados para la elaboración de un aderezo tipo mayonesa**

Este trabajo de investigación muestra la obtención de la formulación de un estabilizador a base de almidones pregelatinizados, cuyo uso se propone en un aderezo tipo mayonesa.

Para la obtención de la formulación del estabilizador se realizaron pruebas variando los porcentajes de los ingredientes (gomas y almidones) para llegar al estabilizador que diera la consistencia deseada. Se realizó una evaluación sensorial para determinar las características organolépticas del aderezo tipo mayonesa en comparación con un aderezo tipo mayonesa de referencia.

## **1.2. Comportamiento viscoelástico no lineal de mayonesas comerciales**

Este trabajo de investigación avalúa las características reológicas de una mayonesa con alto porcentaje de aceite, ya que una mayonesa tiende a ser más inestable que muchas otras emulsiones alimentarias debido a la gran cantidad de aceite en relación a una cantidad de agua relativamente pequeña, por este motivo enfatiza que su estudio reológico es de gran importancia pues proporciona información necesaria para el conocimiento de la estructura interna y el establecimiento de relaciones entre esta estructura interna y su comportamiento de flujo, lo que permite predecir cómo cambian sus propiedades durante su manipulación y almacenamiento.

### **1.3. Estudio de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un aderezo tipo italiano elaborado con aceite de soya**

Este trabajo de investigación busca desarrollar un aderezo elaborado con aceite de aguacate el cual contiene propiedades benéficas para la salud. Para llevar a cabo este estudio se realizó la caracterización de aderezos comerciales con el fin de conocer la composición y propiedades de los mismos y así llevar a cabo una sustitución de aceite de maíz por aceite de aguacate. En este mismo estudio se realizó la adición de soluciones de goma con el fin de obtener un producto con propiedades sensoriales similares al producto comercial. Los resultados obtenidos muestran las variaciones en el contenido de grasa, color y tamaño de partícula que resaltan la diferencia entre estos dos tipos de aderezo.

Se elaboró un aderezo a base de mayonesa, el cual tiene un contenido de grasa entre 35-60% al cual se le realizó la sustitución de aceite de aguacate y la adición de soluciones de gomas. Se trabajó con dos marcas de aceite de aguacate con el fin de comparar el uso de los mismos en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del producto final.

#### **1.4. Desarrollo de un aderezo elaborado a base de aceite de aguacate y estudio de sus propiedades fisicoquímicas y reológicas**

Este trabajo de investigación detalla que la soya es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial que se caracteriza por ser una rica fuente de aceite y proteínas de alto valor nutricional. Con dicha finalidad se elaboró un aderezo tipo italiano con diferentes fuentes de ácido (acético-cítrico-mezcla), 2 niveles de lecitina (0,5-1%) y almacenado a dos temperaturas diferentes (25 y 30 grados Celsius), para evaluar el comportamiento a través del tiempo de almacenamiento.

Como parámetro de comparación se realizaron aderezos del mismo tipo, elaborados con la misma formulación, variando el tipo de aceite (maíz).

Se caracterizaron las muestras elaboradas evaluando sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales a diferentes tiempos, comparando los resultados obtenidos con los aderezos comerciales del mismo tipo y con la misma norma mexicana. Además, se analizó su comportamiento reológico, estableciendo el modelo que mejor predice su comportamiento de flujo.

También se llevó a cabo un análisis sensorial evaluando atributos de sabor, textura y aceptabilidad general.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Reología**

“Se define como la investigación sistemática de la deformación y fluencia de la materia”.<sup>1</sup> En este estudio se incluye la deformación elástica y otros fenómenos no necesariamente asociados con el flujo.

Algunas de las características de los alimentos en el pasado, se consideraba que la reología era una ciencia desordenada, esto en parte era por las características de las sustancias que se estudiaban pero principalmente por la falta de una teoría clara y concisa. Sin embargo, en la época moderna en que se conocen los principios básicos de la reología, ellos han podido ser aplicados en varios aspectos tecnológicos. “La reología definida como la ciencia de la deformación y flujo de la materia, tiene tres características: elasticidad (o fuerza elástica), flujo viscoso y flujo plástico”.<sup>2</sup>

#### **2.1.1. Viscosidad**

Es la propiedad reológica más importante y se emplea para caracterizar el comportamiento del flujo de los sistemas líquidos. La viscosidad también se define como la fricción interna o la resistencia a fluir, es el factor clave al momento de distinguir entre los diferentes sistemas de fluencia.

---

<sup>1</sup> BECKER, Katzen, PUHLER y LELPI. 1993. p. 19.

<sup>2</sup> CHARLEY, Tecnología de los alimentos. p. 38.

La fuerza de fricción puede ser considerada como la energía requerida para mover un objetivo que se coloca sobre otro, entonces, la viscosidad deberá entenderse como la medida de la fricción interna que se resiste al movimiento de cada capa del fluido a medida que se mueve sobre la capa adyacente.

El tipo de viscosidad generada al dispersar o disolver una goma en agua es una característica que varía con las diferentes gomas y esta relacionada con la sensación en la boca y la aceptación organoléptica de las gomas en los sistemas alimenticios líquidos.

Tal comportamiento reológico de las soluciones de gomas se caracterizan al medir e interrelacionar la velocidad de corte, el esfuerzo cortante y la viscosidad. Todas las soluciones de gomas comunes y los productos alimenticios líquidos pueden ser descritos mediante seis sistemas reológicos básicos, que son.

#### **2.1.1.1. Sistemas Newtonianos**

Muchas sustancia presentan un comportamiento newtoniano, entre ellas están todos los gases, líquidos (agua, glicerol, cloroformo, etcétera), soluciones verdaderas (jarabes de azúcar), soluciones de bajo peso molecular y dispersiones coloidales diluidas. En estas últimas, las partículas polímero están ampliamente separadas y no interactúan significativamente, simplemente ayudan a elevar la viscosidad proporcionalmente a su concentración en la dispersión. Sin embargo, en suspensiones coloidales concentradas, el frecuente choque y mutua interferencia de dichas partículas generan comportamientos de flujo No Newtonianos.

Los alimentos categorizados como Newtonianos incluyen la mayoría de las soluciones simples tales como: siropes, sopas, bebidas suaves y leche. La mayoría de los alimentos líquidos, sin embargo, caen dentro de alguna categoría de flujo No Newtoniano, donde las viscosidades no son constantes pero dependen de la velocidad de corte.

### **2.1.1.2. Sistemas No Newtonianos**

Desafortunadamente la mayoría de los sistemas líquidos son No Newtonianos y el esfuerzo de corte no es directamente proporcional a la velocidad de corte. La viscosidad varía con la velocidad de corte o el esfuerzo algunos sistemas, incluso dependen del tiempo.

El flujo No Newtoniano puede ser comprendido más fácilmente desde un punto de vista mecánico. Cuando dos objetivos asimétricos pasan uno junto al otro, como sucede durante el flujo, su tamaño, forma y cohesividad determinan la fuerza que será necesaria para moverlos. Como tales objetivos asimétricos pueden entenderse las moléculas grandes, las partículas coloidales, fibras, arcillas y cristales.

En estos sistemas son las propiedades coloidales más que las propiedades moleculares las que tienen mayor significancia. Las propiedades coloidales que determinan el comportamiento reológico de las partículas, son:

- Forma
- Tamaño
- Flexibilidad y maleabilidad
- Solvatación en fase continua
- La presencia y magnitud de cargas eléctricas en la partícula

Se han demostrado que el flujo No Newtoniano ocurre sólo cuando las cadenas de los polímeros son suficientemente largas como para enredarse.

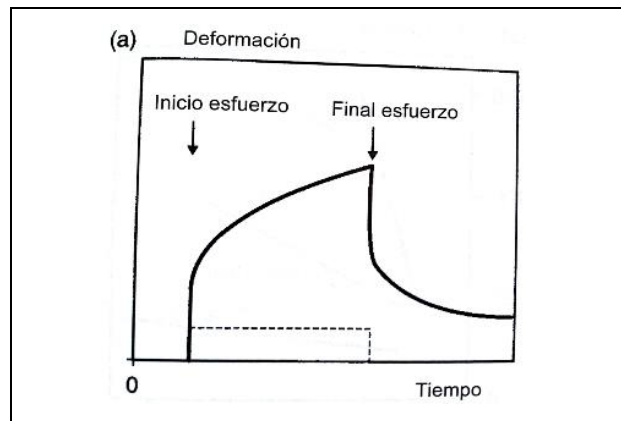
- Sistema de flujo plástico de Bingham

Este sistema se caracteriza por un desfase en la relación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de corte y muestra una viscosidad constante aún cuando varíe la velocidad de corte. Una característica importante de este sistema, es que para que el sistema comience a fluir, un mínimo de esfuerzo cortante deberá vencer la resistencia inicial del sistema. Una vez esta resistencia ha sido vencida, comienza el movimiento y las sustancias se comportan como fluidos Newtonianos. En reposo las partículas se aglomeran formando una red la cual sólo se destruirá al ser sometida al proceso de corte. Durante este proceso, las partículas se separan una de la otra y comienzan a fluir.

Uno de los mejores ejemplos del sistema plástico de Bingham es la salsa de tomate (*ketchup*), la que no fluirá a menos que se rompa la resistencia inicial, lo cual sucede cuando se golpea el fondo de la botella.



Figura 1. **Ejemplo de la relación entre la deformación y el tiempo cuando un material se somete bruscamente a un determinado esfuerzo**



Fuente: Kirk, L., Parkin. Química de los alimentos. p. 807.

- Sistema pseudoplástico (adelgazamiento)

Un metal pseudoplástico fluye más fácilmente cuando se agita o se bate. La viscosidad baja al incorporarse la velocidad de corte, no de forma directamente proporcional. Este tipo de flujo indica que un cambio estructural interno está ocurriendo ya que el descenso de la viscosidad es el resultado de un alineamiento molecular dentro del sistema. Existe una relación cercana entre la fuerza de corte y la velocidad de corte. A una baja velocidad de corte, las moléculas están desordenadas y sólo parcialmente alineadas, lo que resulta en una viscosidad alta. Al incrementarse la velocidad de corte, las moléculas se alinean, lo que redundaría en un incremento en la fricción interna que puede apreciarse como una disminución de la viscosidad. Este proceso es reversible.

Las mediciones pseudoplásticas son fácilmente reproducidas y son sólo dependientes de la velocidad de corte y la temperatura, diferenciándose de las mediciones tixotrópicas las cuales dependen tanto de la velocidad de corte y la temperatura como del tiempo.

El comportamiento pseudoplástico es muy común en una gran cantidad de emulsiones. La mayoría de las soluciones de gomas caen dentro de esta clasificación.

- Sistema dilatante: (espesamiento)

Los materiales dilatantes muestran un incremento en la viscosidad al aumentar la velocidad de corte y frecuentemente pueden alcanzar el punto donde el fluido se torna sólido. En reposo, las partículas de un sistema dilatante están arregladas de una manera bastante compacta, pero al aplicar esfuerzo de corte el flujo comienza y las partículas se separan. Los espacios entre ellas se agrandan y se llenan de fase líquida continúa, pero como la fase líquida es insuficiente para saturar el sistema, llenar los espacios y cubrir las partículas, la viscosidad se incrementa rápidamente y el sistema parece secar y solidificarse.

El flujo dilatante se exhibe en suspensiones que tienen altas concentraciones de partículas muy finas que están bastante compactadas por efecto de aglomeración o floculación.

- Flujo tixotrópico

Tixotropía significa cambiar por manipulación. Formalmente se define como una transición reversible gel-sol-gel y es causada por la formación de una estructura definida dentro del sistema. La estructura gelificada se transforma en sólido al agitar o revolver. Si se permite estar en reposo, volverá a gelificar.

Este fenómeno se basa en el rompimiento de las fuerzas presentes entre las partículas del sistema, las cuales se reactivarán al volver al reposo.

La tixotropía se caracteriza por el hecho de que la agitación produce un decremento en la viscosidad, la cual sólo se regenera después de un período de reposo. Este tipo de sistema muestra un efecto en su curva de flujo, el cual se logra incrementando la velocidad de corte y luego, sin detenerse, disminuir la velocidad. Así, puede verse que la viscosidad a cualquier velocidad de corte dependerá de la magnitud del corte a que ha sido sometida.

La caída de la viscosidad a medida que el material es sujeto a corte constante es una función del tiempo. Algunas sustancias tixotrópicas muestran tal decremento en un período de algunos días, mientras que para otras sustancias puede ser suficiente algunos segundos.

La tixotropía se caracteriza por las siguientes propiedades:

- Acompaña el cambio estructural propiciado por la perturbación mecánica al sistema.

- El sistema recupera su estructura original cuando la perturbación cesa.
- La curva de flujo (velocidad de corte *versus* esfuerzo de corte) del sistema.
- Flujo reopéctico

Los sistemas reopécticos muestran un incremento en la viscosidad al aumentar el corte. Al igual que el sistema pseudoplástico, el flujo reopéctico se espesa con el corte pero difiere del mismo porque depende del tiempo. Puede entenderse como el inverso de la tixotropía puesto que a medida que transcurre el tiempo, el flujo pierde viscosidad si se deja en reposo.

### **2.1.2. Parámetros que afectan la reología**

Las propiedades de flujo de las gomas dependen de los siguientes parámetros, muchos de los cuales pueden estar interrelacionados, pero para simplificar pueden ser considerados por separado.

- Comportamiento de la viscosidad
- Concentración
- Temperatura
- Peso molecular
- Velocidad de corte
- Esfuerzo de corte
- pH
- Iones (ingredientes activos)

## 2.2. Gomas e hidrocoloides

Gomas, coloides, hidrofílicos, hidrocolides, mucilagos y polímeros hidrosolubles, son sólo algunos de los nombres con que se designa a los materiales que tienen la habilidad de espesar o gelificar los sistemas acuosos. La palabra goma significa, sustancia pegajosa y se deriva del término egipcio *quemai o kamy* y se refiere al exudado de la planta de acanto.

Como hidrocoloide se entiende toda molécula que en agua no forma solución verdadera sino dispersiones coloidales, ya sea debido a tamaño de partícula o porque se ha ligado con otro(s) ingrediente(s) tales como: grasa, proteínas o sales. Además, tienen la capacidad de absorber grandes cantidades de agua. Las gomas no son coloides verdaderos, sino polímeros de tamaño coloidal (10 Å - 100 Å).

Las gomas son constituyentes de la mayoría de los alimentos naturales y son las encargadas de conferir las características estructurales, reológicas y de textura de los alimentos procesados. Los hidrocoloides son utilizados en la industria alimenticia para controlar las propiedades reológicas de muchos productos y se aplican en concentraciones no mayores al 2% en relación al peso total de producto terminado. Una característica importante de las gomas es el hecho de que no contribuye al valor nutritivo del alimento, así como, no impartir olor ni sabor al producto final.

Químicamente, las gomas se clasifican dentro de un grupo muy amplio de polisacáridos que presentan propiedades espesante o gelificantes. Estos polisacáridos son muy complejos y pueden ser aniónicos o neutros. “Las gomas vegetales se utilizan como espesantes y emulsificantes en el aderezo francés que no se separa”.<sup>3</sup>

Dependiendo del tipo de diferentes moléculas, tales como:

- Polisacáridos lineales de cadena simple (carrageninas y alginatos).
- Polisacáridos de cadena lineal sustituida (galactomananas y goma xantán).
- Poliscáridos ramificados (goma arábica).

### **2.2.1. Propiedades fisicoquímicas de los hidrocolides**

Los almidones forman soluciones muy viscosas, por lo que es difícil su dispersabilidad. Existen algunas técnicas para aumentar sus dispersabilidad, como son: mezclarlas con algunos otros ingredientes, en seco o agregarlas lentamente, con una agitación vigorosa, también se pueden dispersar en agua caliente. Otra propiedad de las gomas es la solubilidad. Estas son solubles en agua, pero tienen una restringida solubilidad en alcohol y otros solventes orgánicos. También existen gomas que son totalmente solubles en agua fría mientras que otras sólo lo son parcialmente y requieren de calentamiento para su hidratación total.

---

<sup>3</sup> CHARLEY. Tecnología de los alimentos. p.187.

La viscosidad es otra propiedad de los almidones y va en función de la naturaleza de los mismos. Existen casos en que una concentración del 10 al 20% se logran viscosidades apreciables (goma arábica), pero también existen casos en que con sólo el 1% de goma se presenta una gran viscosidad (harina de algarrobo, goma guar, agar, etcétera). La viscosidad se ve afectada por muchos factores como: la concentración del hidrocoloide, la temperatura de dispersión, la carga eléctrica del polímero y la presencia de electrolitos.

La gelificación es otra propiedad física de los almidones, se considera que sólo los siguientes almidones forman geles, gelatinas, pectina, almidones, agar agar, carrageninas y alginatos.

### **2.2.2. Los estabilizantes**

Los estabilizantes son unas mezclas de gomas, emulsivos y sales que previenen o propician según sea la necesidad, los cambios fisicoquímicos del producto en el que son añadidos. Los estabilizantes son en su amplia mayoría gomas o hidrocoloides que regulan la consistencia de los alimentos principalmente debido a que luego de su hidratación forman enlaces o puentes de hidrógeno que a través de todo el producto forma una red que reduce la movilidad del agua restante. Cuando se trabaja con estabilizantes, estos efectos son fácilmente observables, ya que imparten una alta viscosidad o incluso, forman gel. Las funciones de los estabilizantes en los alimentos son:

- Agente espesante
- Inhibidor de la cristalización
- Agente gelificante
- Agente enturbiantes
- Suspender sólidos

- Generador de espuma
- Inhibidor de sinéresis
- Estabilizador de las proteínas durante los tratamientos térmicos
- Disminuir la sedimentación y aumentar la homogeneidad de los ingredientes
- Aumentar la viscosidad o la fuerza del gel
- Modificar la textura; firmeza, brillo, cremosidad, etcétera
- Evitar la separación del suero
- Reducir el contenido de sólidos brindando las misma características

### **2.2.3. Sinergismo entre gomas**

Una goma por sí sola brinda características distintivas al producto donde se aplica, sin embargo, algunas veces es necesario obtener otras características las cuales no pueden ser otorgadas por una goma actuando individualmente. Es en esos casos cuando se recurre al efecto sinergismo de las gomas. El efecto sinergismo de las gomas, se obtiene al mezclar dos o más de ellas con el fin de mejorar las propiedades individuales de estas al ser aplicadas en un alimento. Con esto se quiere decir, que se logran mejores características específicas de gelificación y espesamiento además de que se obtiene un mejor control de las propiedades reológicas, que si se emplearan las gomas por separado. “Estas gomas vegetales son polímeros complejos de diferentes azúcares y ácidos urónicos derivados del azúcar. Todas son hidrofílicas”.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> CHARLEY. Tecnología de los alimentos. p.186.



## **2.2.4. Gomas y almidones importantes en la industria de alimentos**

Los almidones y las gomas son un importante constituyente de muchos alimentos. Ayuda a formar consistencias deseadas en productos, como budines, mayonesas y salsas.

### **2.2.4.1. Goma guar**

La goma guar es un carbohidrato polimerizado que se encuentra en las semillas de las plantas leguminosas denominadas *Cyamopsis tetragonolobos* y *Cypsolaroides*, se obtiene del endospermo de esta semilla. Este polímero contiene galactosa y manosa y se considera que posee una unidad galacotsa por cada dos manosas.

La goma guar es un polímero hidratable en agua fría. La rapidez de espesamiento y la viscosidad final dependen del tamaño de partículas cuando se calientan las soluciones de goma guar, se reduce el tiempo necesario para alcanzar su potencial total de viscosidad final. Las soluciones de este polímero son turbias debido a la presencia de porciones insolubles del endospermo. “La goma guar produce la más alta viscosidad de todas las gomas naturales que se comercializan”.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> KIRK, L., PARKIN. Química de los alimentos. p. 138.

#### 2.2.4.2. Goma xanthan

El xantano o goma xantana, es un polisacárido extracelular producido por la bacteria *Xanthomonas Campestris* B-1459. El aspecto físico del xantano es el de un polvo color crema que se disuelve en agua caliente o fría produciendo soluciones de viscosidad relativamente alta a concentraciones bajas.

La viscosidad es alta en un amplio intervalo de concentraciones y las soluciones son estables en un amplio rango de pH, concentración de sales y temperaturas. Estas características son muy favorables para la economía de operaciones donde se usa como espesante, aunque no posee grandes cualidades de este tipo.

La molécula de xantano consta de una cadena principal de D-glucopiranosilo con enlace a 1-4, como en la celulosa. A la cadena se anexan cadenas laterales de trisacáridos compuestas por residuos de D-manopiranosilo y de ácido D-glucopiranosilurónico. Los residuos de manosilo con enlace a 1-2 tienen sustitutos 6-o-acetilo. Un promedio de aproximadamente la mitad de los grupos terminales del a-D-manosilo tienen sustitutos 4,6-o-(1.carboxietilideno), por ejemplo el ácido porúvico con enlace 4,6 acetal. Se le asigna la fórmula promedio  $C_{32,34}H_{49,94}O_{28,34}Na_{1,38}$ .

La propiedad más excepcional del xantano es la reactividad con galactomananos como la goma guar y la goma algarrobo. El agregado de cualquiera de estos galactomananos en una solución de xantano a temperatura ambiente causa un incremento sinérgico de la viscosidad.

“El xantano se utiliza ampliamente como goma alimentaria debido a las notables propiedades que posee: es soluble en agua caliente y fría, confiere a las soluciones viscosidades de elevadas a bajas concentraciones, la viscosidad de la solución apenas cambia en el intervalo de temperatura 0-100 grados Celsius, lo que le hace único entre las gomas, es soluble y estable en medios ácidos, tiene excelente compatibilidad con la sal, forma geles cuando se combina con LBG, posee notable capacidad estabilizante de suspensiones y emulsiones e imparte estabilidad a los productos frente a la congelación y descongelación”.<sup>6</sup>

#### **2.2.4.3. Almidones**

Los almidones están presentes en todos los vegetales como reserva de energía. Desde el punto de vista industrial y económico se extrae el almidón de la papa, maíz, trigo, tapioca y arroz (ya que tienen mucho almidón en su composición). Cuando los almidones se extraen son insolubles en el agua. Por tanto para que un almidón atrape agua es necesario calentarlo y así romper estos puentes (esto se llama gelatinización del almidón). Dependiendo de la fuente que se extrae cada almidón, tiene diferentes temperaturas de gelatinización.

- Composición del almidón

El almidón está compuesto fundamentalmente por glucosa. Aunque puede contener una serie de constituyentes en cantidades mínimas, estos aparecen a niveles tan bajos, que es discutible si son oligoconstituyentes del almidón o contaminantes no eliminados completamente del proceso de extracción.

---

<sup>6</sup> KIRK, L., PARKIN. Química de los alimentos. p. 139.

Los almidones de los cereales contienen pequeñas cantidades de grasa. Los lípidos asociados al almidón son, generalmente, lípidos polares, que necesitan disolventes polares tales como metanol-agua, para su extracción. Generalmente el nivel de lípidos en el almidón del cereal, están entre 0,5 y 1,0% los almidones no cereales, no contienen esencialmente lípidos.

Químicamente es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina, contienen regiones cristalinas y no cristalinas en capas alternas. Puesto que la cristalinidad es producida por el ordenamiento de las cadenas de amilopectina, los gránulos de almidón céreo, tienen parecido grado de cristalinidad que los almidones normales. La disposición radial y ordenada de las moléculas de almidón en un gránulo resulta evidente al observar la cruz de polarización (cruz blanca sobre un fondo negro) en un polarímetro cuando se colocan los polarizadores a 90 grados entre sí. “Cuando los gránulos de almidón absorben agua y se gelatinizan, pierden gradualmente su estructura granular y originan una suspensión coloidal viscosa y pastosa”.<sup>7</sup>

#### **2.2.4.4. Amilosa**

Es el producto de la condensación Dglucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos a (1,4), que establece largas cadenas lineales de 200 a 2 500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón; es decir, la amilosa es una aD-(1,4)-glucana cuya unidad repetitiva es la maltosa. Tiene la facilidad de adquirir una conformación tridimensional helicoidal, en la que cada vuelta de hélice consta de seis moléculas de glucosa.

---

<sup>7</sup> POTTER, Norman N., HOTCHKISS, Joseph H. Ciencia de los Alimentos. p. 457.

El interior de la hélice contiene sólo átomos de hidrógeno y es por tanto, lipofílico, mientras que los grupos hidroxilo están situados en el exterior de la hélice. La mayoría de los almidones contienen alrededor de 25% de amilosa. Los dos almidones de maíz comúnmente conocidos como ricos en amilosa que existen comercialmente poseen contenidos aparentes de masa alrededor del 52% y del 70-75%.

#### **2.2.4.5. Amilopectina**

Se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular a la de un árbol; las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces  $\alpha$ -D-(1,6), localizadas cada 15-25 unidades lineales de glucosa. Su peso molecular es muy alto ya que algunas fracciones llegan a alcanzar hasta 200 millones de daltones. La amilopectina constituye alrededor del 75% de los almidones más comunes. Algunos almidones están constituidos exclusivamente por amilopectina y son conocidos como céreos. La amilopectina de patata es la única que posee en su molécula grupos éster fosfato, unidos más frecuentemente en una posición O-6, mientras que el tercio restante lo hace en posición O-3.

#### **2.2.4.6. Grano de almidón**

El tamaño y la forma de los granos de almidón de las células de endospermos, varía de un cereal a otro; en el trigo, centeno, cebada, maíz, sorgo y mijo, los granos son sencillos, mientras que los de arroz son compuestos. La avena tiene granos más sencillos y compuestos predominando estos últimos.

La mayor parte de los granos de almidón de las células de endospermo prismático y central del trigo tiene dos tamaños: grande 15-30 milímetros de diámetro y pequeño, 1-10 milímetros mientras que los de las células de endospermo subaleurona, son principalmente de tamaño intermedio 6-15 milímetros de diámetro.

### **2.3. Gelatinización**

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, pero pueden hidratarse de manera reversible; es decir, pueden hincharse ligeramente con el agua y volver luego al tamaño original al secarse. Sin embargo, cuando se calientan en el agua, los gránulos de almidón sufren el proceso denominado gelatinización, que es la disrupción de la ordenación de las moléculas en los gránulos. Durante la gelatinización se produce la lixiviación de la amilosa, la gelatinización total se produce normalmente dentro de un intervalo más o menos amplio de temperatura, siendo los gránulos más grandes los que primero se gelatinizan.

Los diversos estados de gelatinización pueden ser determinados utilizando un microscopio de polarización. Estos estados son: la temperatura de iniciación (primera observación de la pérdida de birrefringencia), la temperatura media, la temperatura final de la pérdida de birrefringencia (TFPB, es la temperatura a la cual el último gránulo en el campo de observación pierde su birrefringencia) y el intervalo de temperatura de gelatinización.

“Cuando una solución acuosa se calienta, las moléculas de agua que hidratan el polímero se disocian de la cadena y la hidratación disminuye lo suficiente para aumentar las asociaciones de intermoleculares (probablemente vía interacciones de van der Waals) y se produce la gelatinización”.<sup>8</sup>

## **2.4. Emulsiones**

Son dispersiones de una fase líquida en otra también líquida e inmiscible con la primera, ejemplos son: la leche, que es una emulsión de grasa en agua estabilizada con una proteína (caseína) o el aderezo tipo mayonesa, que es una emulsión de aceite en agua que alcanza una elevada viscosidad gracias a la poderosa acción estabilizadora de las proteínas fosforadas de la yema de huevo. Las emulsiones son más inestables de las dispersiones (junto con las espumas) debido a la elevada tensión superficial entre aceite y agua y sólo se dan en presencia de un estabilizador eficiente que aparece de forma natural en casos como los descritos o se pueden agregar, siendo compuestos particularmente eficientes los mono y diglicéridos, polisorbatos, algunas proteínas, fosfolípidos y ésteres de sacarosa o de otros azúcares.

### **2.4.1. Introducción a las emulsiones y su estabilidad**

Una emulsión es una dispersión termodinámicamente inestable de dos o más líquidos inmiscibles o parcialmente miscibles. Los diámetros de las gotas líquidas que se encuentran dispersas se encuentran en el rango de 0,1 y 20 micrómetros.

---

<sup>8</sup>Kirk L. Parkin, Química de los alimentos. p. 137-138.

Aunque se traten de dispersiones termodinámicamente inestables, las emulsiones pueden convertirse en cinéticamente estables gracias a la presencia de agentes tensioactivos que presentan la capacidad de absorción en las superficies de las gotas.

En la mayoría de las emulsiones una de las fases es acuosa y la otra un aceite polar. Las emulsiones con el aceite como fase dispersa se conocen como emulsiones de aceite en agua (*oil-in-water*, o/w) y las emulsiones con agua como fase dispersa se conocen como emulsiones de agua en aceite (*water-in-oil*, w/o). El tipo de emulsión que se tiende a formar depende del balance entre las propiedades hidrófilas e hidrófobas del agente emulsificante. Generalmente, se suele cumplir la regla de Bancroft: la fase continua es aquella la cual solubiliza al agente emulsificante. La naturaleza anfótera de los agentes tensioactivos puede ser expresado en términos de una escala empírica que comúnmente se denomina el balance HLB (balance hidrófilo-lipófilo).

Se han establecido varias ecuaciones para calcular los valores de HLB y a los agentes tensioactivos menos hidrófilos le ha asignado los valores de HLB más bajos. Sin embargo, el número de HLB es asignado al agente tensioactivo puro y suele diferir del comportamiento del mismo en disolución. El valor HLB puede variar en función del tipo de electrolito, temperatura y tipo de aceite debido a que modifican la geometría de la capa de agentes tensioactivos en la interfase<sup>2</sup> y por lo tanto, varían su curvatura preferida.



## **2.4.2. Estabilidad de las emulsiones**

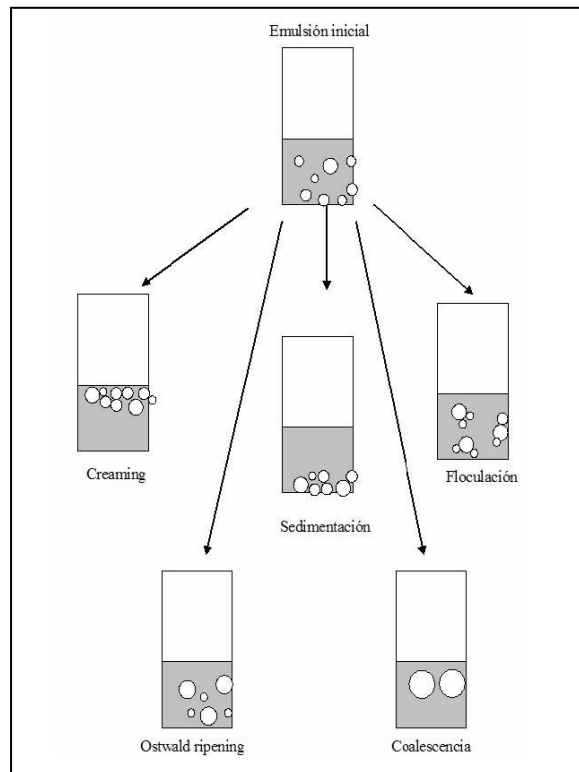
El proceso de ruptura de las emulsiones puede ocurrir mediante cuatro mecanismos de inestabilidad diferentes: la figura 6 muestra una representación gráfica de cada uno de los procesos. Cabe destacar que la sedimentación y el *creaming* o flotación son procesos similares.

### **2.4.2.1. Creaming/sedimentación**

Se trata de un proceso causado por la acción de la gravedad y produce un gradiente vertical de concentración de las gotas sin variar la distribución del tamaño de las mismas. Para las emulsiones o/w que se considerarán mayoritariamente en este artículo, las gotas de aceite son menos densas que la fase continua y acuosa y por lo tanto, principalmente ocurre el *creaming*.

Las emulsiones que se mostrarán mayoritariamente en este artículo son emulsiones no gelificadas y el *creaming* fue completo en menos de 10 minutos.

Figura 2. **Mecanismos que contribuyen a la inestabilidad de las emulsiones**



Fuente: Revista Iberoamericana de Polímeros Volumen 7(3), Agosto de 2006  
Aranberri et al. Emulsiones estabilizadas. p. 223.

#### **2.4.2.2. La floculación**

Es la adhesión de las gotas sin fusionarse y una vez más no existe una variación en la distribución de tamaño de gotas. El proceso de la floculación está controlado por un equilibrio global entre las fuerzas de atracción electrostáticas de van der Waals y repulsivas de tipo estéricas y de hidratación. La predicción y control de la floculación mediante la adición de tantos agentes.

### 2.4.2.3. Coalescencia

Es la fusión de gotas para crear unas gotas más grandes con la eliminación de parte de la interfase líquido/líquido. Este cambio irreversible requeriría un aporte extra de energía para restablecer la distribución de tamaño de partícula original. A pesar de que el proceso de inestabilidad debido a la coalescencia no se comprende en su totalidad, se cree que está relacionado con la curvatura preferida y con la rigidez de la capa de tensioactivo que estabiliza la emulsión.

### 2.4.2.4. Engrosamiento de gotas (*Ostwald ripening*)

Se debe al crecimiento de las gotas más grandes a costa de las más pequeñas hasta que estas últimas prácticamente desaparecen. Este proceso ocurre a una velocidad que es función de la solubilidad de la fase dispersa en la fase continua y se debe a que la presión interna de las gotas (presión de Laplace) es mayor en las gotas más pequeñas. Derivaron la siguiente ecuación que define la velocidad de engrosamiento de las gotas dispersas.

$$\omega = \frac{d\alpha_c^3}{dt} = \frac{8c(\infty)\gamma DV_m}{9RT} f(\varphi)$$

Ecuación 2

Siendo  $t$  el tiempo,  $a_c$  el radio crítico de gota, para el cual las gotas ni crecen ni se encogen y aproximadamente al valor medio del radio de las gotas,  $D$  es el coeficiente de las especies disueltas en la fase acuosa y es la tensión superficial de la interfase agua-aceite,  $V_m$  es el volumen molar del aceite,  $c(\infty)$  es la solubilidad molecular de la fase dispersa en la fase continua y  $f(\varphi)$  es el factor de corrección que tiene en cuenta que la velocidad de engrosamiento es función de la fracción de volumen  $\varphi$ , e igual a 1 en el límite  $\varphi \rightarrow 0$ ,  $R$  es la constante de gases y  $T$  la temperatura absoluta. Experimentalmente  $\omega$  se determina a partir de la pendiente de la recta que se obtiene al representar  $a_c^3$  frente al tiempo.

En general, el complejo proceso de la inestabilidad de las emulsiones suele ocurrir mediante la combinación de los cuatro posibles procesos de inestabilidad que pueden suceder simultáneamente a diferentes velocidades. De hecho, la mayoría de las veces, dos de los procesos anteriormente citados se suelen acoplar. Por ejemplo, las velocidades de flotación en las emulsiones diluidas son más rápidas en sistemas floculados que en los no-floculados debido al aumento del tamaño de partícula flotante en el primer caso.

### **2.4.3. Características organolépticas**

Para el consumidor, los atributos más importantes de los alimentos los constituyen sus características organolépticas (textura, *bouquet*, aroma, forma y color).

Son estas las que determinan las preferencias individuales por determinados productos. Pequeñas diferencias entre las características organolépticas de productos semejantes de marcas distintas son a veces determinantes de su grado de aceptación.

### 2.4.3.1. Textura

Es una sensación subjetiva provocada por el comportamiento mecánico y reológico del alimento durante la masticación y la deglución.

Tabla I. **Resumen de los atributos de textura de los alimentos**

<i>Característica primaria</i>	<i>Característica secundaria</i>	<i>Calificativos normalmente empleados</i>
<b>Características mecánicas</b>		
Dureza		Blando-firme-duro
Cohesividad	Quebradizo	Desmenuzable, crujiente, quebradizo
	Madurabilidad	Blando, masticable, correoso
	Gomoso	Corto, harinoso, pastoso, gomoso
Viscosidad		Fluido, viscoso
Elasticidad		Plástico, elástico
Adhesividad		Pegajoso, pegadizo
<b>Características geométricas</b>		
Tamaño y forma de partículas		Arenoso, granujiento, fibroso, celular, cristalino
<b>Otras características</b>		
Contenido en agua		Seco-húmedo-mojado acuoso
Contenido graso	Aceitosidad	Aceitoso
	Grasosidad	Grasiento

Fuente: <http://www.ual.es/~jfernand/TA/Tema4/Tema4-PropiedadesFisicasyReologia.pdf>.

Consulta: 7 de julio de 2012.

La textura de los alimentos se halla principalmente determinada por el contenido en agua y grasa y por los tipos y proporciones relativas de algunas proteínas y carbohidratos estructurales (celulosa, almidones y diversas pectinas). Los cambios en la textura están producidos por la pérdida de agua o grasa, la formación o rotura de las emulsiones, la hidrólisis de los carbohidratos poliméricos y la coagulación o hidrólisis de las proteínas.

#### **2.4.3.2. Sabor, *bouquet* y aroma**

Estos atributos se hallan esencialmente determinados por la composición del alimento y no suele afectarles el proceso de elaboración. Constituyen una excepción los cambios provocados por la respiración metabólica de los alimentos frescos y los cambios en acidez y dulzor que pueden producirse durante la fermentación.

La sensación básica de sabor se encuentra fuertemente matizada por la presencia de innumerables compuestos complejos de naturaleza orgánica.

Los alimentos frescos contienen mezclas complejas de componentes volátiles que imparten *bouquets* y aromas característicos. Durante el proceso de elaboración estos componentes pueden llegar a perderse reduciéndose entonces la intensidad del *bouquet* o destacándose otros componentes de este y del aroma.

También se producen, por acción del calor, las radiaciones ionizantes, la oxidación o la actividad de las enzimas sobre las proteínas grasas o carbohidratos, componentes aromáticos volátiles diversos.

Algunos ejemplos de este fenómeno son la ya comentada reacción de Maillard, que tiene lugar entre aminoácidos y azúcares reductores o la que se produce entre los grupos carbonílicos y los productos de la degradación de los lípidos, o la hidrólisis de los lípidos a ácidos grasos y su posterior transformación en aldehídos, ésteres y alcoholes.

El aroma de los alimentos se halla determinado por una compleja combinación de centenares de compuestos, algunos de los cuales actúan de forma sinérgica.

#### **2.4.3.3. Color**

Muchos de los pigmentos naturales de los alimentos se destruyen durante el tratamiento térmico, por transformaciones químicas que tienen lugar como consecuencia de cambios en el pH o por oxidaciones durante el almacenamiento. Como consecuencia de ello, el alimento elaborado pierde su color característico y por tanto, parte de su valor. Los pigmentos sintéticos son más estables, por lo que a menudo se agregan al alimento antes de la elaboración.

El color es el atributo percibido inicialmente por el consumidor y por tanto fundamental en la elección, por lo que su preservación es objeto de mucho cuidado para que el alimento tenga el color que el consumidor espera, que no es siempre el natural. Por ejemplo, algunas mermeladas como la de fresa o ciruela adquieren un color pardo durante el tratamiento térmico, que ha de ser modificado por diversas formas.

#### **2.4.4. Pruebas para comprobar la estabilidad de las emulsiones**

Después de haber hecho una emulsión hay diferentes pruebas que ayudan a comprobar si esta permanecerá estable durante un período prolongado de tiempo. A continuación, se describen las más comunes:

##### **2.4.4.1. 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.

$$\%V \mu_o = \frac{(\mu_o - \mu_f)}{\mu_o} * 100$$

Ecuación 3

##### **2.4.4.2. 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.



#### **2.4.4.3. Prueba de almacenamiento a altas temperaturas**

“Al someter una muestra a una temperatura de 35 grados Celsius 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 10%. 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”.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> PASQUALI, Ricardo C. <http://www.slideshare.net/zinzita/emulsiones>. Seminario sobre emulsiones. p. 60. Consulta: 7 de julio de 2012.



### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1. Variables

Derivada del término en latín *variabilis*, es una palabra que representa a aquello que varía o que está sujeto a algún tipo de cambio. Se trata de algo que se caracteriza por ser inestable, inconstante y mudable. En otras palabras, una variable es un símbolo que permite identificar a un elemento no especificado dentro de un determinado grupo.

Tabla II. **Variables a considerar**

No.	Variables	Dimensional	Resultado fisicoquímico a esperar de la emulsión	Tipo de variables		Manipulación de variable	
				Constante	Variable	Estable	Experimental
3.1.1.	Consistencia	cm	N/A		X	X	
3.1.2.	Estabilidad térmica	N/A	Sin separación de fases en 24 horas	X			X
3.1.3.	Acidez titulable	%Ácido Acético	Concentración de acidez estable	X		X	
3.1.4.	pH	N/A	Estable	X		X	
3.1.5.	Viscosidad	cp	N/A		X	X	
3.1.6.	Tamaño de partícula	Visual	Distribución simétrica y homogénea		X		X
3.1.7.	Concentración de Sal	%Cloruro	Estable	X		X	
3.1.8.	Microbiología	UFC/g	Estable	X		X	
3.1.9.	Preferencia	N/A	N/A		X		X

Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Delimitación de campo de estudio**

Se realizó la propuesta de la modificación del aderezo tipo mayonesa para la mejora de la estabilidad de la emulsión, haciendo variaciones del porcentaje del contenido de huevo entre un +/-1%, de los cuales se llevo acabo la evaluación de las diferentes características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas para determinar la fórmula más estable en comparación a la fórmula actualmente utilizada.

### **3.3. Recursos humanos disponibles**

- Investigador: Mélany Adaira López Franco
- Asesor: Ing. Ronal Adolfo Herrera Orozco (Colegiado No. 781).

### **3.4. Recursos materiales disponibles**

Son los recursos que la empresa tiene a la disposición para el análisis de aderezos y mayonesas que se realizan diariamente, los cuales comprenden de equipo, cristalería y reactivos, los cuales fueron utilizados durante la investigación.

#### **3.4.1. Equipo**

- Homogenizador marca Fryma korum
- Tanques de mezclado
- Molino de trituración marca Fryma Koruma
- Potenciómetro
- Consistometro Bostwick
- Viscosimetro de Brookfield

- Horno Nennert
- Termómetros
- Microscopio
- Contador de colonias
- Buretas digitales
- Agitadores

#### **3.4.2. Cristalería**

- Beackers
- Espátula
- Cajas Petri
- Earlenmeyer
- Magneto

#### **3.4.3. Reactivos**

- Hidróxido de Sodio
- Agar

### **3.5. Técnica cualitativa o cuantitativa**

Mediante la investigación realizada sobre las emulsiones y la determinación de su estabilidad se realizaron los análisis siguiendo las metodologías descritas a continuación.

### **3.5.1. Viscosidad en función del tiempo**

Se midió la viscosidad original de los aderezos tipo mayonesa de las fórmulas evaluadas y posteriormente se midieron periódicamente en función del tiempo para detectar algún cambio.

### **3.5.2. Consistencia**

Se midió la consistencia original de los aderezos tipo mayonesa de las fórmulas evaluadas y posteriormente se midieron periódicamente para detectar algún cambio.

### **3.5.3. Análisis de dispersión gota de aceite**

Por medio de un microscopio de imagen se analizó la distribución homogénea y simétrica de las burbujas de la fase oleosa (que es la fase dispersa) en la fase acuosa (que es la fase dispersante), en función del tiempo.

### **3.5.4. Prueba de almacenamiento a altas temperaturas (vida acelerada)**

Se sometieron las fórmulas a una temperatura de 37 grados Celsius durante 10 días, para determinar la estabilidad de emulsión, donde cada día representa un mes en vida acelerada.

### **3.5.5. Determinación del porcentaje de acidez, como ácido acético**

Por medio de titulaciones ácido-base se controló el comportamiento del contenido de acidez en función del tiempo de las fórmulas evaluadas y los resultados se encuentran en el apéndice 2 de este trabajo.

### **3.5.6. Determinación del contenido de sal**

Por medio de titulaciones argentométricas se controló el contenido de cloruros en función del tiempo de las fórmulas evaluadas; estos resultados pueden estudiarse en el apéndice 2.

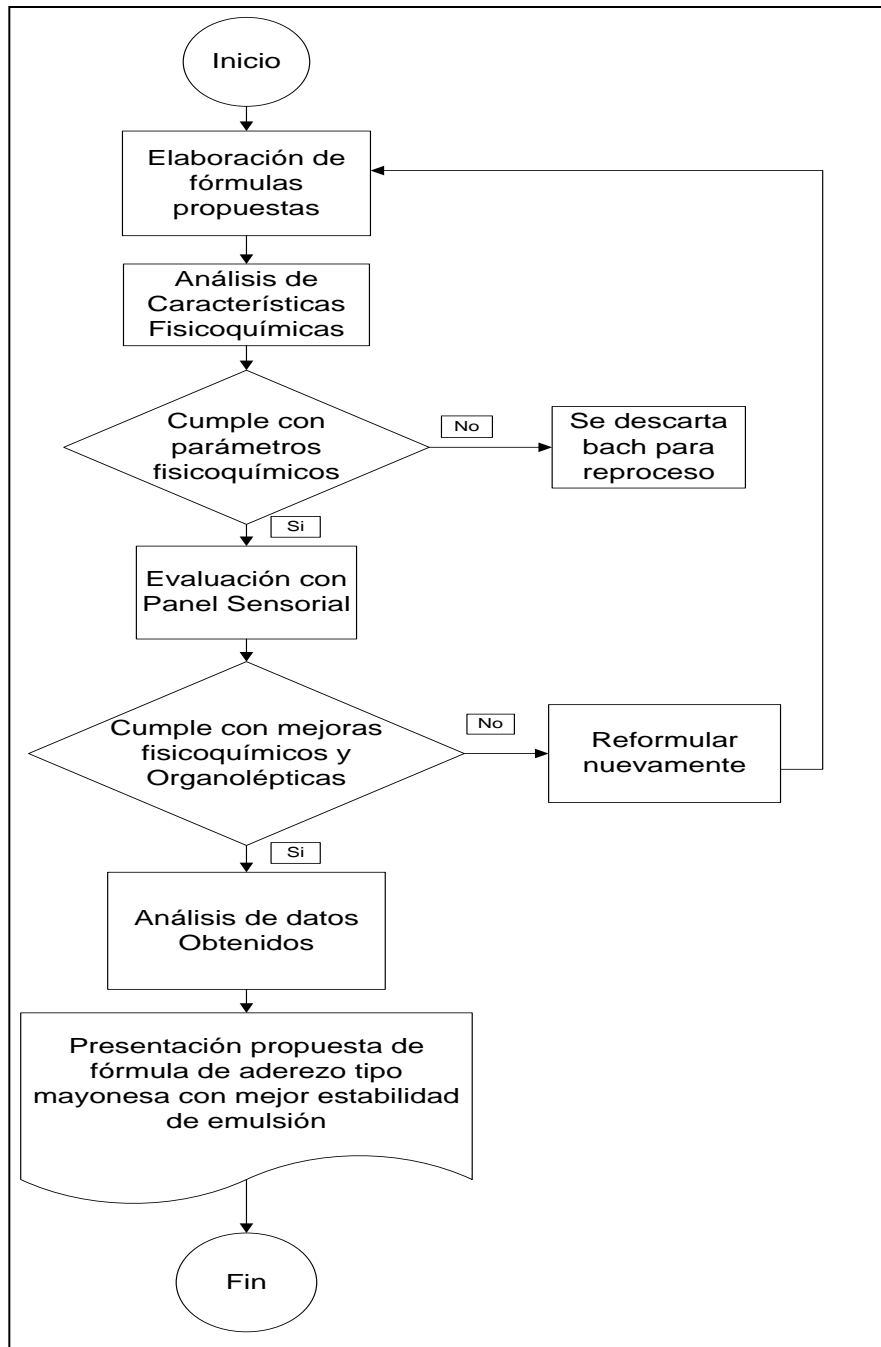
### **3.5.7. Inocuidad del producto**

Se realizaron análisis microbiológicos a las fórmulas evaluadas, en función del tiempo para evaluar la estabilidad de la carga microbiana en donde pueden ser mejor entendidas buscando información del apéndice 2.

## **3.6. Recolección y ordenamiento de la información**

Se describe a continuación un diagrama de flujo donde se detalla cada paso realizado para llevar a cabo cada fórmula propuesta, que fue analizada y evaluada para ser presentada como propuesta de mejora.

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de un aderezo tipo mayonesa



Fuente: elaboración propia.

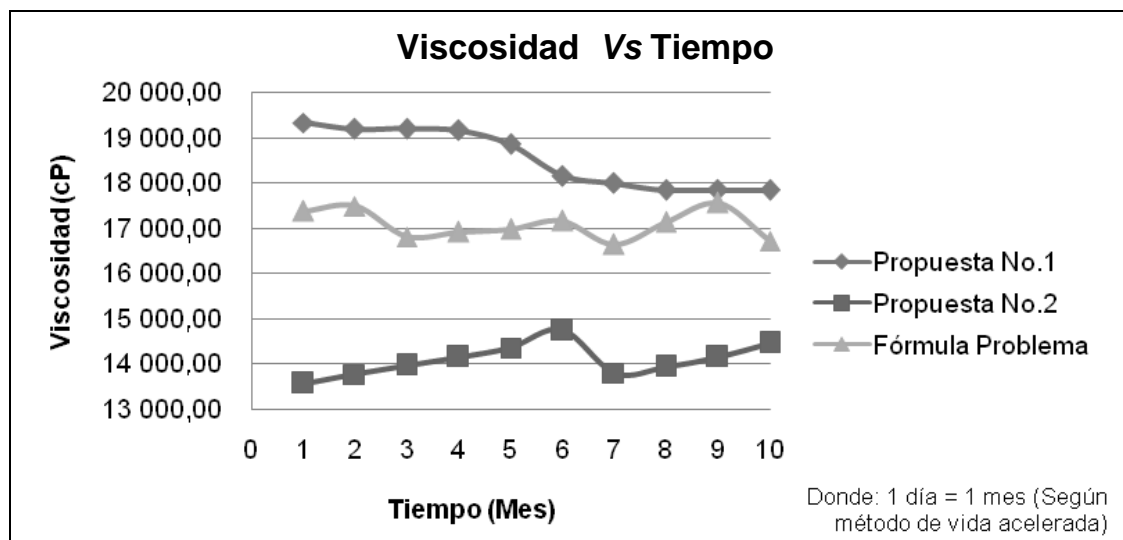


## 4. RESULTADOS

### 4.1. Comportamiento y comparación de la viscosidad

De las dos fórmulas propuestas de aderezo tipo mayonesa con bajo contenido graso comparadas con la fórmula problema durante el proceso de evaluación de la vida de anaquel se obtuvo la siguiente información.

Figura 4. Comparación experimental de la viscosidad

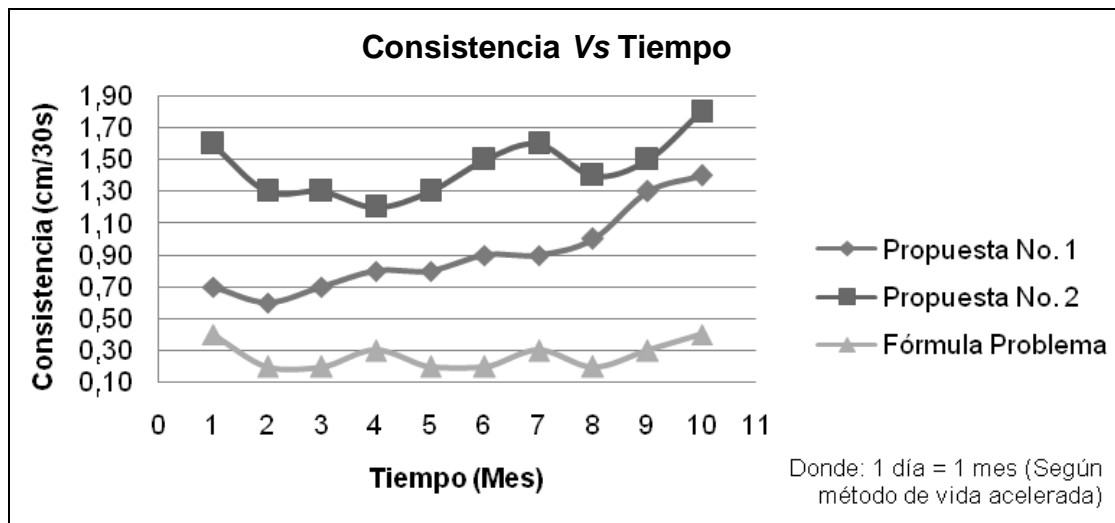


Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla I. Apéndice 2.

#### 4.2. Comportamiento y comparación de la consistencia

Comportamiento y comparación experimental de la consistencia de las dos fórmulas propuestas de aderezo tipo mayonesa con bajo contenido graso comparadas con la fórmula problema durante el proceso de evaluación de la vida de anaquel.

Figura 5. Comparación experimental de la consistencia

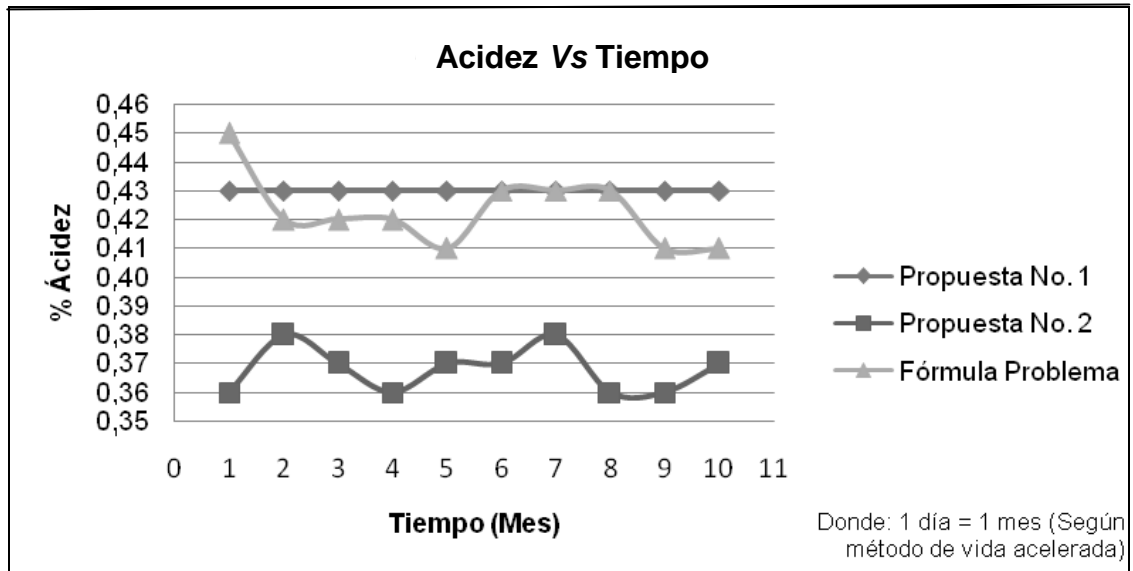


Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla II. Apéndice 2.

#### 4.3. Comportamiento y comparación del porcentaje de acidez

Comportamiento y comparación experimental del porcentaje de acidez de las dos fórmulas propuestas de aderezo tipo mayonesa con bajo contenido graso comparadas con la fórmula problema durante el proceso de evaluación de la vida de anaquel.

Figura 6. Comparación experimental del porcentaje de acidez

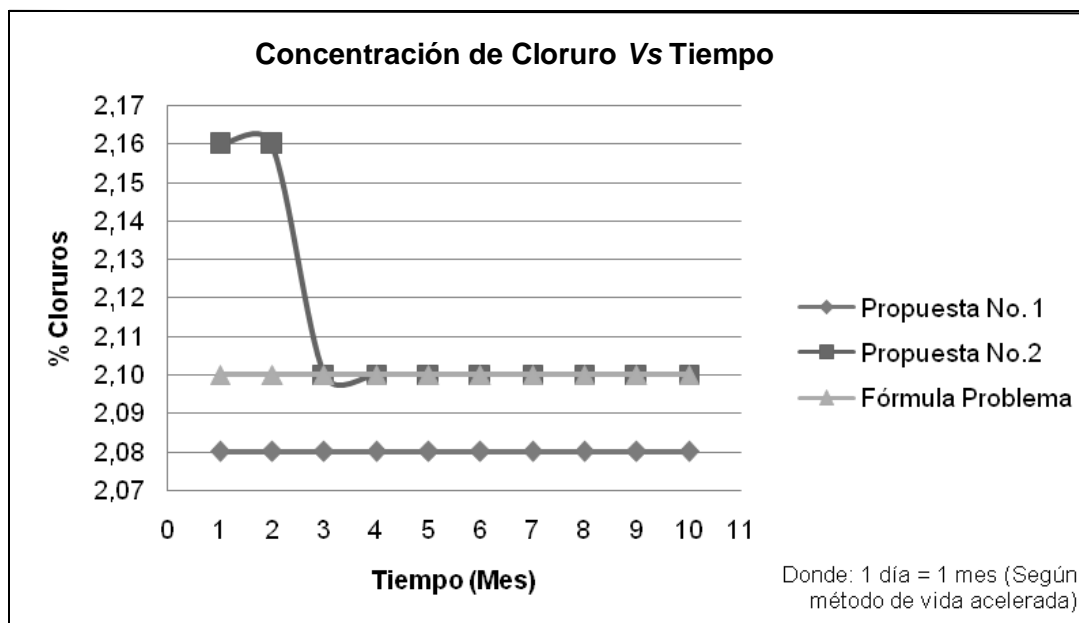


Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla III. Apéndice 2.

#### 4.4. Comportamiento y comparación del contenido de sal

Comportamiento y comparación experimental del contenido de sal en las dos fórmulas propuestas de aderezo tipo mayonesa con bajo contenido graso comparadas con la fórmula problema durante el proceso de evaluación de la vida de anaquel.

Figura 7. **Comparación experimental del contenido de sal**

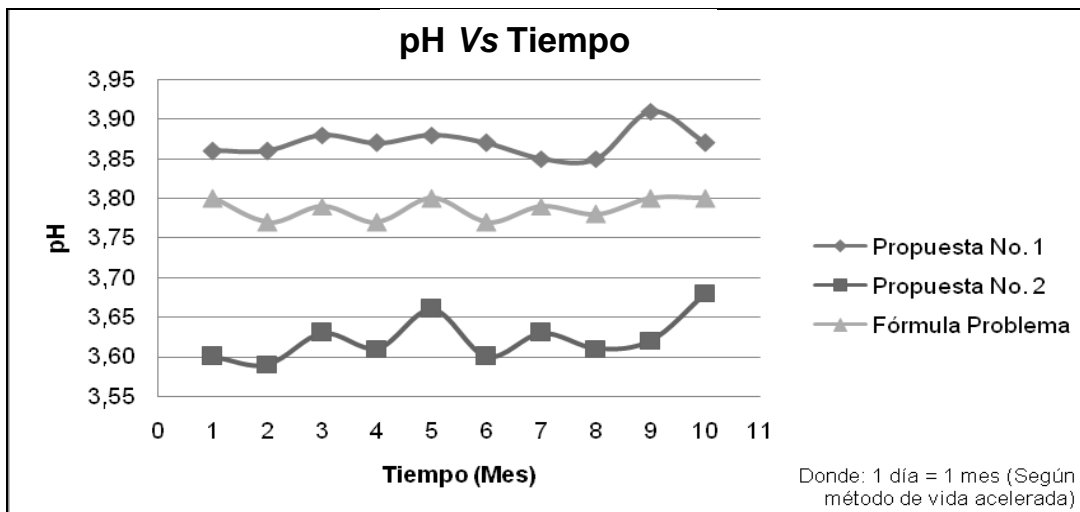


Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla IV. Apéndice 2.

#### 4.5. **Comportamiento y comparación del pH**

Comportamiento y comparación experimental del potencial de hidrógeno de las dos fórmulas propuestas de aderezo tipo mayonesa con bajo contenido graso comparadas con la fórmula problema durante el proceso de evaluación de la vida de anaquel.

Figura 8. Comparación experimental del comportamiento del pH

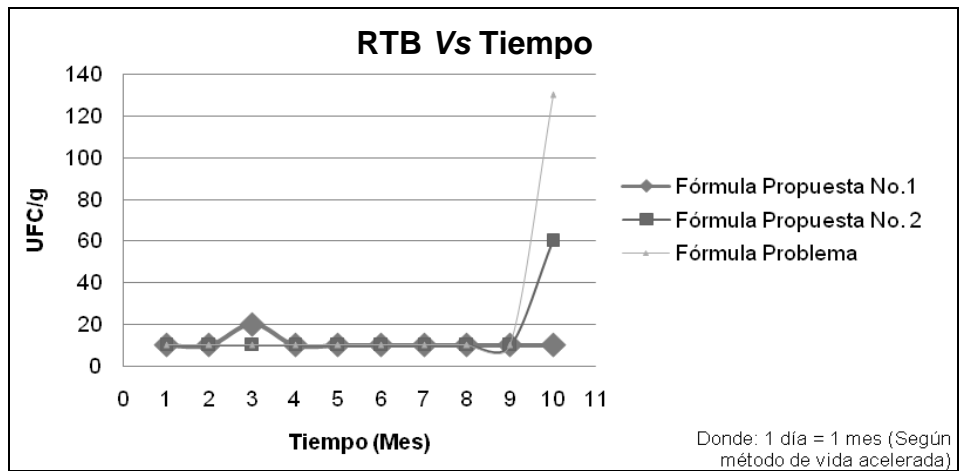


Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla V. Apéndice 2.

#### 4.6. Comportamiento y comparación de la estabilidad microbiológica

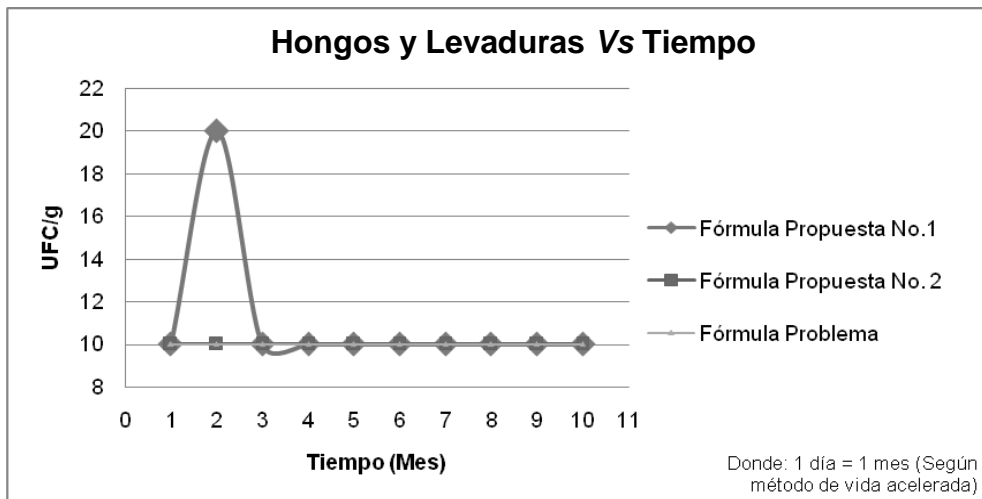
Comportamiento y comparación experimental de la estabilidad microbiológica de las dos fórmulas propuestas de aderezo tipo mayonesa con bajo contenido graso comparadas con la fórmula problema durante el proceso de evaluación de la vida de anaquel.

Figura 9. **Comparación experimental del comportamiento del recuento total de bacterias**



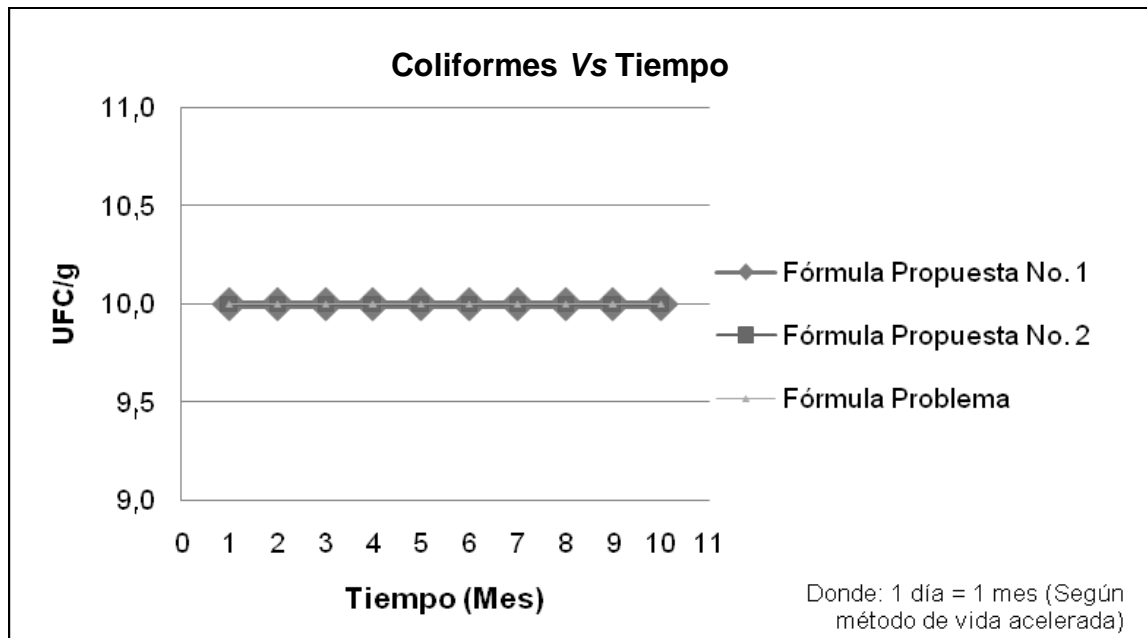
Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla I. Apéndice 3.

Figura 10. **Comparación experimental del comportamiento del recuento de mohos y levaduras**



Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla I. Apéndice 3.

Figura 11. **Comparación experimental del comportamiento de coliformes totales**

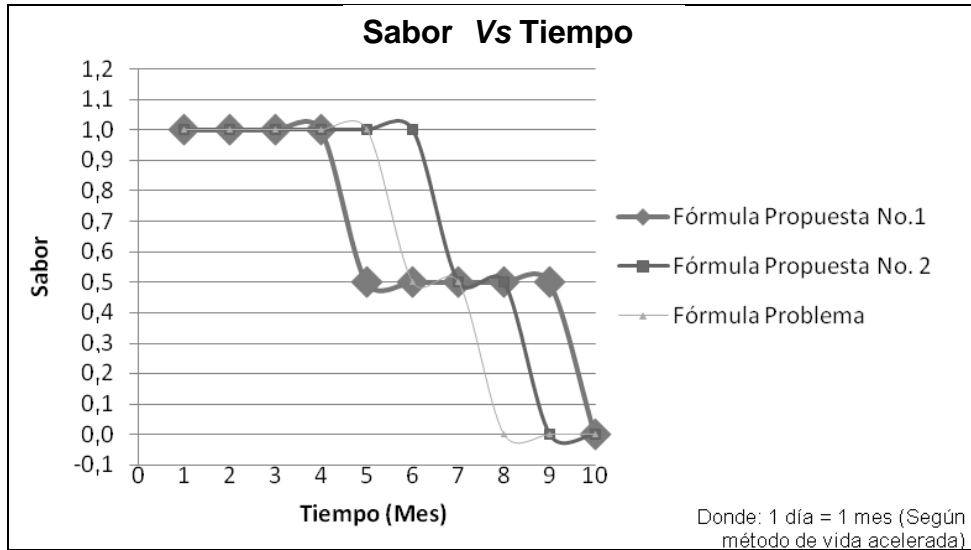


Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla I. Apéndice 3.

#### 4.7. **Comportamiento y comparación de las propiedades organolépticas**

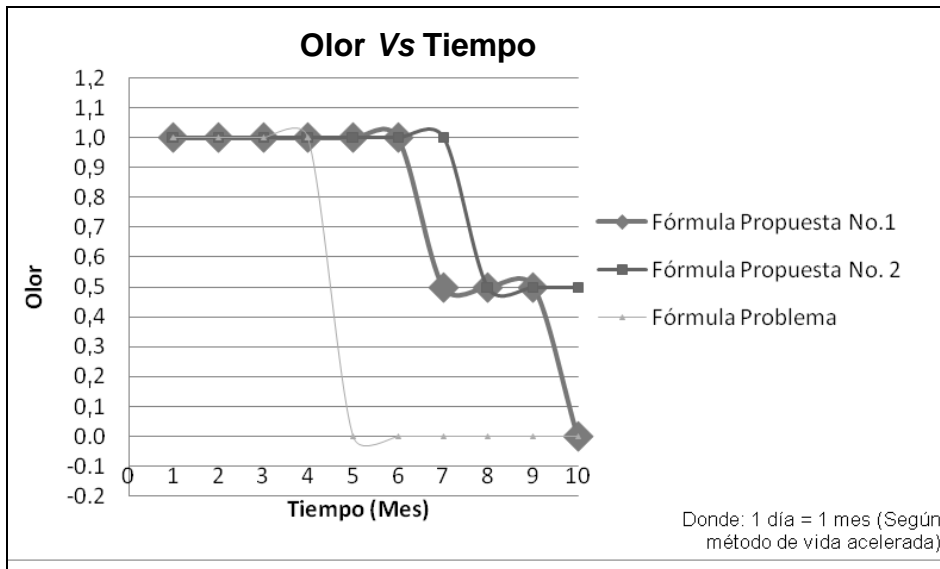
Comportamiento y comparación experimental de las propiedades organolépticas de las dos fórmulas propuestas de aderezo tipo mayonesa con bajo contenido graso comparadas con la fórmula problema durante el proceso de evaluación de la vida de anaquel.

Figura 12. Comparación experimental del sabor



Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla I. Apéndice 4.

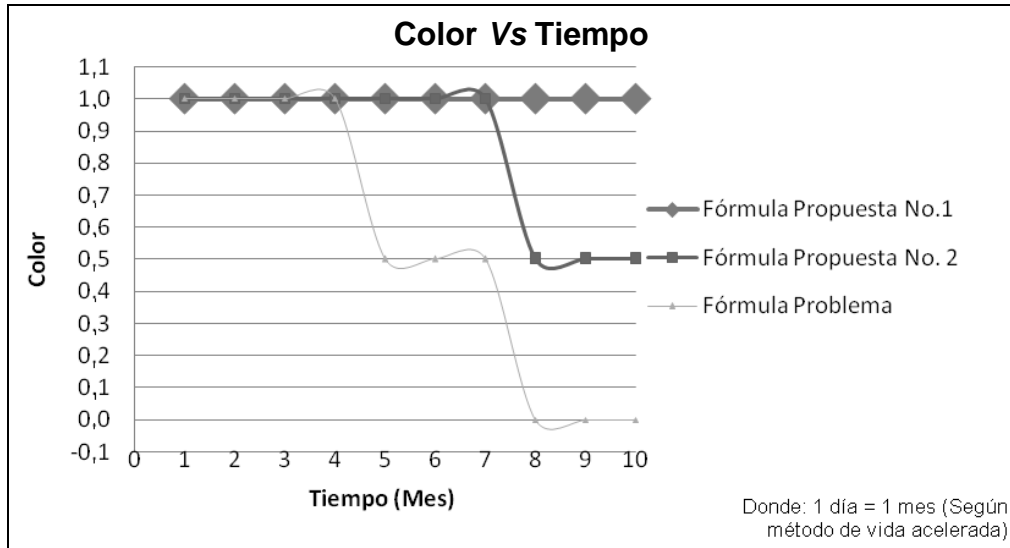
Figura 13. Comparación experimental del olor



Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla II. Apéndice 4.

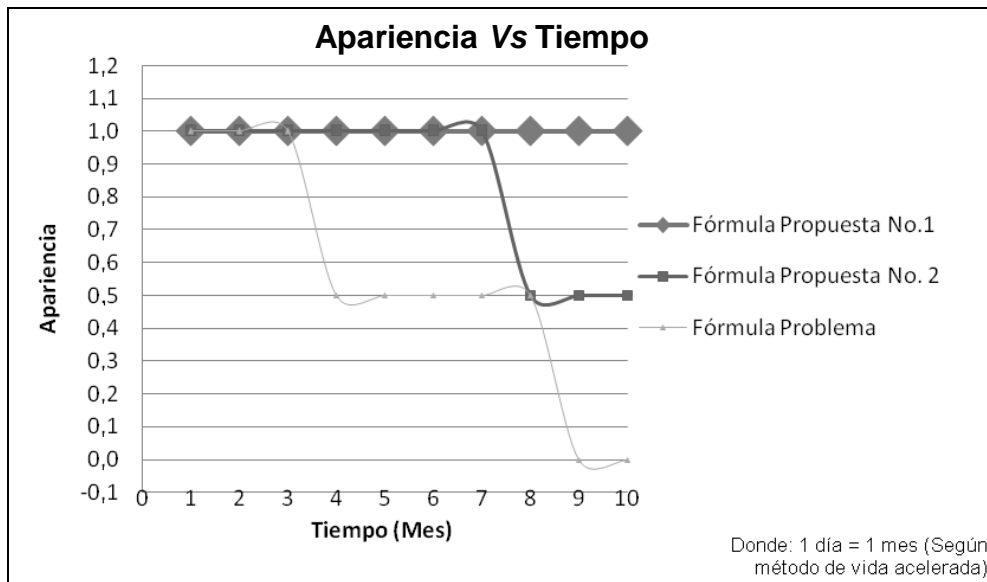


Figura 14. **Comparación experimental del color**



Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla III. Apéndice 4.

Figura 15. **Comparación experimental de la apariencia**


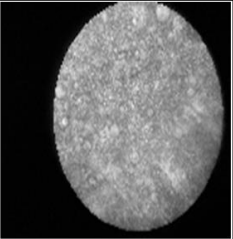
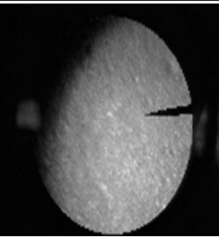

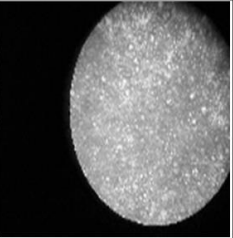
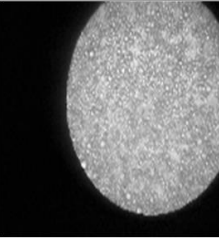
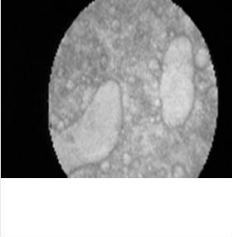
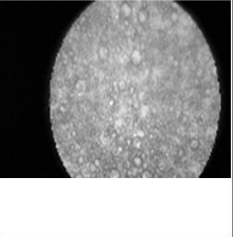



Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la tabla IV. Apéndice 4.

#### 4.8. Comportamiento y comparación de la dispersión de burbuja

Comportamiento y comparación experimental de la dispersión de burbuja de las dos fórmulas propuestas de aderezo tipo mayonesa con bajo contenido graso comparadas con la fórmula problema durante el proceso de evaluación de la vida de anaquel.

Tabla III. Resultados experimentales de la dispersión de burbuja

Fórmula Día No.	Fórmula Problema	Fórmula Propuesta No. 2	Fórmula Propuesta No. 1
1			
Observaciones	Emulsión homogénea.	Emulsión se presenta estable.	Emulsión homogénea.
3			
Observaciones	Aglomeración de diminutas y entre ellas se ven algunas burbujas de diversos tamaños.	Emulsión homogénea, presenta leves burbujas medianas y pequeñas separadas.	Racimos de diminutas burbujas todas unidas y no fusionadas.
7			
Observaciones	Aglomeración de diminutas y entre ellas se ven algunas burbujas de diversos tamaños.	Emulsión homogénea, presenta leves burbujas grande y pequeñas separadas.	Emulsión presenta mayoría de burbujas grandes y medianas.
	1	2	3
Orden de emulsión de inestable a la más estable			

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de las tablas I, II y III. Apéndice 5.

## 5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Basado en la recopilación de la información teórica y técnica recopilada por asesores, se realizó la propuesta de dos fórmulas en las cuales se hicieron variaciones en cuanto a la cantidad de huevo e ingredientes, los cuales por medio de observación experimental se determinó que dichas modificaciones mejorarán la estabilidad de la emulsión.

Se elaboraron dos fórmulas comparando su comportamiento fisicoquímico, microbiológico y organoléptico con la fórmula problema.

### Propiedades fisicoquímicas

- Fórmula problema: la viscosidad se mantiene estable. La consistencia no es estable, en el mes 2 y 3 disminuye la consistencia, en el mes 4 aumenta, en el mes 5 y 6 disminuye la consistencia y conserva este comportamiento hasta el mes 9. El porcentaje de acidez es bastante irregular, este aumenta y disminuye en función del tiempo. La concentración de cloruros se mantiene estable. El pH se mantiene estable durante nueve meses.
- Fórmula propuesta No. 1: la viscosidad disminuye en función del tiempo en un 7,71%. La consistencia aumenta. El porcentaje de acidez se mantiene constante. La concentración de cloruros se mantiene constante. El pH se mantiene constante.

- Fórmula propuesta No. 2: la viscosidad aumenta en función del tiempo en un 6,56%. La consistencia se mantiene relativamente estable. El porcentaje de acidez se mantiene estable. La concentración de cloruros se mantiene estable. El pH se mantiene estable.

#### Propiedades microbiológicas

- El comportamiento de las tres fórmulas estudiadas en el transcurso de la investigación se mantuvieron estables en cuanto al recuento total de bacterias, recuento de mohos y levaduras y crecimiento de coliformes. Se realizó estudio microbiológico paralelo a los análisis fisicoquímicos y organolépticos para descartar el hecho que por presencias de bacterias o levaduras cambiaran algunas propiedades en las emulsiones, sesgando los resultados.

#### Propiedades organolépticas

- Fórmula problema: el sabor se mantuvo estable hasta el quinto mes, en el sexto mes presenta inicios de sabor a aceite rancio, en el octavo y noveno mes presenta sabor a aceite rancio bastante fuerte, lo cual hace que el sabor del aderezo tipo mayonesa no sea aprobado por los clientes. El olor se mantuvo estable hasta el cuarto mes, en el quinto mes el olor se degrada notablemente presentando fuerte olor a aceite rancio. El color se mantiene estable hasta el cuarto mes, en el quinto mes inicia a presentar una leve coloración amarilla, en el octavo mes ya presenta separación de aceite. El comportamiento de la apariencia inicia a presentarse aceitosa en el cuarto mes.

- Fórmula propuesta No. 1: el sabor se mantiene estable hasta el cuarto mes, en el quinto mes inicia la presencia de sabor leve a aceite rancio, hasta el noveno mes. El olor se mantiene estable hasta el sexto mes, en el séptimo mes, inicia a presentar leve olor a aceite rancio, esta característica se mantiene constante hasta terminar los 9 meses. El color blanco característico se mantiene estable durante nueve meses. La apariencia se mantiene estable durante nueve meses y aspecto cremoso blanco.
- Fórmula propuesta No. 2: el sabor del aderezo tipo mayonesa se mantiene estable durante seis meses, en el séptimo mes inicia la presencia de un leve sabor a aceite rancio. Hasta llegar al noveno mes. El olor se mantiene estable durante siete meses, en el octavo mes inicia la presencia de un leve olor a aceite rancio. El color se mantiene estable durante los siete meses, en el octavo mes inicia a presentar notablemente una coloración amarilla. La apariencia se mantiene estable durante siete meses, en el octavo mes inicia a presentar una leve coloración amarilla.

## Dispersión de burbuja

- Fórmula problema: el comportamiento de la emulsión durante el tiempo de evaluación es notable en cuanto a su degradación; en el primer mes la emulsión es homogénea, las burbujas están dispersas y presentan simétricamente el mismo tamaño una de las otras; al segundo mes se observa la inestabilidad de la emulsión, por la presencia de burbujas grandes que hacen que las burbujas pequeñas de aceite se fusionen, después del segundo mes, la degradación de la emulsión es acelerada llegando a ser una emulsión totalmente inestable entre el cuarto y quinto mes.
- Fórmula propuesta No. 1: emulsión se presenta estable durante los cinco primeros meses, en el sexto mes inicia la presencia de burbujas de aceite relativamente grandes, pero la degradación de la emulsión es bastante lenta, debido a que no se observaron cambios significativos en los siguientes dos meses, a partir del octavo mes ya se observa la presencia de gotas de aceite significativamente grandes lo cual se mantiene hasta llegar a los nueve meses, es decir, el proceso de degradación de la emulsión es significativamente lento.
- Fórmula propuesta No. 2: la muestra se mantiene estable durante los primeros cinco meses, en el sexto mes se inicia la presencia de burbujas de aceite grandes que se ven rodeadas de burbujas de menor tamaño, lo que indica que la emulsión inicia su separación. En el séptimo mes se ve el incremento de las burbujas de mayor tamaño, hasta llegar al noveno mes donde presenta mayoría de gotas de aceite de tamaño significativamente grande.

## Obtención de la formulación del aderezo tipo mayonesa

Para la obtención de la formulación general del aderezo tipo mayonesa, se evaluaron dos diferentes formulaciones de aderezo tipo mayonesa, partiendo de la fórmula original, tomando en cuenta que no se podrían realizar variaciones de aceite, de sabor y de aspecto físico del aderezo incluyendo el costo del producto terminado. Se procedió a realizar variaciones de emulsificante, papel que juega el huevo en esta fórmula, el cual viene acompañado de goma guar, goma xantan y goma tara, ingredientes que fueron dosificados por el proveedor para estabilizar fórmulas de aderezo entre 25-35%, en este caso es el estabilizador con el que se cuenta para lograr que la emulsión se mantenga estable durante nueve meses.

Como primer punto se evaluaron los colorantes analizando si estos eran solubles en agua o en aceite; la solución de Annato y el sabor mostaza son los únicos ingredientes líquidos solubles en aceite.

Para la primera fórmula propuesta se procedió a aumentar la proporción del emulsificante pregelatinizado en un 0,25%, disminuir el sabor mostaza en un 0,004% y descartar el colorante annato. Paralelamente se elaboró la segunda fórmula propuesta se procedió a aumentar el mismo porcentaje de emulsificante que en la fórmula propuesta uno y no tocar los sabores de mostaza y colorante solución de annato. Las modificaciones propuestas pretenden no modificar procesos, tiempos y fórmulas que repercutan en costos adicionales.

El costo de cada una de las fórmulas propuestas varían en comparación de la fórmula actualmente utilizada en Q0,16, lo cual es se ve recompensado en la cantidad de reclamos por clientes que se han obtenido en el último año por presentar inestabilidad en la emulsión, siendo este actualmente nulo.

## Determinación de la vida de anaquel

Para determinar la vida de anaquel del aderezo tipo mayonesa se realizaron pruebas de vida acelerada de anaquel para determinar la estabilidad de la emulsión colocando 500 gramos de las muestras durante nueve días a 37 grados Celsius y se observó que la fórmula problema presentó separación de fases al segundo día de vida en anaquel, la fórmula propuesta uno presentó separación de fases en el séptimo mes y la fórmula propuesta dos, presentó separación de fases al sexto mes de vida en anaquel.

Los ingredientes deben estar en condiciones óptimas de acuerdo a las Normas de Calidad de COGUANOR (anexo 2). Uno de los ingredientes que estaría propenso a estar contaminado es el huevo. El huevo crudo para la preparación de la salsa de mayonesa, deberá encontrarse sin defectos externos, con la cáscara entera, limpio y sano, para que pueda ser una opción viable de utilizar, ya que los microorganismos más comunes que el huevo podría presentar son la Shigella, Salmonella y E. coli, que son microorganismos causantes de enfermedades como Salmonelosis, Cólera, enfermedades gastrointestinales, ya que estos están expuestos a heces de la gallina en cuestión.

La opción más adecuada para este proceso es la utilización de huevo en polvo, ya que este es un ingrediente previamente tratado con calor para evaporar el agua y luego por medio de un aspersor es convertido en polvo, por lo que está libre de bacterias o microorganismos causantes de enfermedades y es una opción recomendable en este proceso pues no hay pasteurización en el aderezo tipo mayonesa.



En Guatemala no hay empresas que vendan este producto, por lo que se procederá a importarlo en cantidades grandes y lo más conveniente es utilizar una misma mezcla de huevo y gomas para varias fórmulas de mayonesa. Todos los demás ingredientes deben estar en condiciones de higiene óptimas y dentro de las normas de calidad.



## CONCLUSIONES

1. La fórmula propuesta que presentó mejor estabilidad en sus propiedades fisicoquímicas fue la No.1.
2. Las dos fórmulas propuestas son viables microbiológicamente, pues según análisis realizados no presentaron microorganismos perjudiciales a la salud.
3. Las propiedades organolépticas de la fórmula propuesta No. 1 fueron las más estables, según panel sensorial realizado, a través de una evaluación triangular de preferencia.
4. La estabilidad de emulsión fue confirmada por medio de la observación a través de un microscopio, concluyendo que la fórmula propuesta No. 1 se mantiene estable perceptiblemente durante 9 meses.
5. La proporción aumentada del estabilizante en ambas fórmulas propuestas fue de un 0,25% proporción que no influye significativamente en costos de fórmula.
6. Los saborizantes y olores oleosos (annato y sabor mostaza) no son compatibles con la emulsión específica del aderezo tipo mayonesa presentado en este trabajo, debido que al eliminar uno (annato) y disminuir el otro (sabor mostaza), mejoró en dos meses la vida de anaquel de la emulsión.

7. Se determina que hay un equilibrio entre la fase acuosa y la fase oleosa que se mantiene estable significativamente según la proporción del estabilizante utilizado.
  
8. Al mantener el pH por debajo de 4 se conserva el sabor y se contribuye con la estabilidad microbiológica del producto.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar el análisis de emulsión a través del microscopio para determinar la homogeneidad de la emulsión cuando se elabora.
2. Realizar análisis microbiológico a los ingredientes, en un laboratorio externo, para prevenir los posibles microorganismos existentes.
3. Fomentar el desarrollo de proyectos para el mejoramiento de procesos tradicionales, aplicando nuevas técnicas alimenticias que puedan ser implementadas manteniendo la mejora constante y el incremento de ganancias.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ARANBERRI ASKARGRTA, Ibon, et al. "Elaboración y caracterización de emulsiones estabilizadas por polímeros y agentes tensioactivos". *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 2006. 228 p.
2. ASQUALI, Ricardo C. *Seminario sobre emulsiones* [en línea] <http://www.slideshare.net/zinzita/emulsiones>. [Consulta: 7 de julio de 2012].
3. BETETA LIMA, Silvia Amalia. *Formulación de un estabilizador utilizando almidones pregelatinizados para la elaboración de un aderezo tipo mayonesa*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería Química, 2006. 81 p.
4. CHARLEY, H. *Tecnología de los alimentos*. México: Limusa, 2005. 767 p.
5. GRANADOS MELÉNDEZ, Juan Pablo. *Formulación y procesamiento de aderezos bajos en grasa y calorías que posean una vida de anaquel larga*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 72 p.
6. NÚÑEZ, Manuel Berjano. *Comportamiento viscoelástico no lineal de mayonesas comerciales*. Trabajo de graduación de Dr. en Química, Universidad de Sevilla, Departamento de Ingeniería Química, 1989. 440 p. ISBN: 8474055030.

7. PÉREZ HERRERA, Patricia. *Estudio de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de aderezo tipo italiano elaborado con aceite de soya* [ref. 16 de mayo de 2003] Disponible en Web: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lia/perez\\_h\\_p/indice.html](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/perez_h_p/indice.html).
  
8. VELÁSQUEZ FERNÁNDEZ, Boris Iván. *Evaluación de la vida de anaquel de mayonesa con diferentes tipos de antioxidantes utilizando el método de envejecimiento acelerado*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 63 p.



## APÉNDICES

### Apéndice 1. Fórmulas experimentales

#### Ingredientes aproximados de la fórmula problema

Fórmula			Problema		
No.	Ingredientes	Costo de ingredientes (Q)	%	kg	Costo/kg (Q)
1	Agua	0,010	65,540	0,000	0,007
2	Aceite	8,480	20,000	0,000	1,696
3	Almidón	18,270	4,500	0,000	0,822
4	Vinagre	1,010	3,000	0,000	0,030
5	Especias	48,010	5,410	0,000	0,160
6	Huevo	65,920	1,100	0,000	0,725
7	Goma xanthan	65,250	0,250	0,000	0,163
8	Preservantes	45,250	0,120	0,000	0,027
9	Antioxidantes	63,210	0,040	0,000	0,025
10	Sabor mostaza	117,450	0,030	0,000	0,035
11	Solución annato	19,340	0,010	0,000	0,002
<b>Total</b>		-----	<b>100,000</b>	<b>0,000</b>	<b>3,692</b>

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 1.

### Ingredientes aproximados de la fórmula propuesta No. 1

Fórmula			Problema		
No.	Ingredientes	Costo de ingredientes (Q)	%	kg	Costo/kg (Q)
1	Agua	0,010	65,305	326,525	0,007
2	Aceite	8,480	20,000	100,000	1,696
3	Almidón	18,270	4,500	22,500	0,822
4	Vinagre	1,010	3,000	15,000	0,030
5	Especias	48,010	5,410	27,050	0,160
6	Huevo	65,920	1,350	6,750	0,890
7	Goma xanthan	65,190	0,250	1,250	0,163
8	Preservantes	45,250	0,120	0,600	0,027
9	Antioxidantes	63,210	0,040	0,200	0,025
10	Sabor mostaza	117,450	0,025	0,125	0,029
11	Solución annato	19,340	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>		-----	<b>100,000</b>	<b>500,000</b>	<b>3,849</b>

Fuente: elaboración propia.

### Ingredientes aproximados de la fórmula propuesta No. 2

Fórmula			Problema		
No.	Ingredientes	Costo de ingredientes (Q)	%	kg	Costo/kg (Q)
1	Agua	0,010	65,294	326,470	0,007
2	Aceite	8,480	20,000	100,000	1,696
3	Almidón	18,270	4,500	22,500	0,822
4	Vinagre	1,010	3,000	15,000	0,030
5	Especias	48,010	5,410	27,050	0,160
6	Huevo	65,920	1,350	6,750	0,890
7	Goma xanthan	65,190	0,250	1,250	0,163
8	Preservantes	45,250	0,120	0,600	0,027
9	Antioxidantes	63,210	0,040	0,200	0,025
10	Sabor mostaza	117,450	0,026	0,130	0,031
11	Solución annato	19,340	0,010	0,050	0,002
<b>Total</b>		-----	<b>100,000</b>	<b>500,000</b>	<b>3,852</b>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Tablas de corridas de análisis fisicoquímicos**

**Resultados experimentales de viscosidad**

Muestra	Propuesta No. 1		Propuesta No. 2		Fórmula problema	
	Viscosidad (cP)	Promedio viscosidad (cP)	Viscosidad (cP)	Promedio viscosidad (cP)	Viscosidad (cP)	Promedio viscosidad (cP)
1	19 270	19 333	13 400	13 577	17 800	17 377
	19 330		13 800		16 600	
	19 400		13 530		17 730	
2	18 930	19 185	13 707	13 772	17 930	17 492
	19 400		13 772		17 800	
	19 224		13 837		16 746	
3	19 210	19 196	13 902	13 967	16 780	16 815
	19 196		13 967		16 815	
	19 182		14 032		16 850	
4	19 168	19 154	14 097	14 162	16 885	16 920
	19 154		14 162		16 920	
	19 140		14 227		16 955	
5	18 830	18 860	14 292	14 357	16 930	16 987
	18 750		14 357		17 130	
	19 000		14 422		16 900	
6	18 400	18 157	13 810	13 803	17 300	17 167
	18 000		13 700		17 070	
	18 070		13 900		17 130	
7	17 670	17 990	14 682	14 747	16 470	16 647
	18 000		14 747		16 470	
	18 300		14 812		17 000	
8	17 530	17 843	14 470	13 933	17 400	17 133
	17 870		13 930		17 070	
	17 870		13 400		16 930	
9	18 200	18 133	14 400	14 157	17 600	17 557
	18 070		14 200		17 400	
	18 130		13 870		17 670	
10	18 200	17 843	15 000	14 467	16 530	16 720
	18 130		14 070		17 230	
	17 200		14 330		16 400	
Variación (%)	8		7		4	

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 2.

### Resultados experimentales de consistencia

Muestra	Propuesta No. 1	Propuesta No. 2	Fórmula problema
Día No.	Consistencia (cm)	Consistencia (cm)	Consistencia (cm)
1	0,70	1,60	0,40
2	0,30	0,90	0,20
3	0,70	1,30	0,20
4	0,90	1,20	0,30
5	0,80	1,30	0,60
6	0,90	1,50	0,20
7	0,90	1,60	0,30
8	1,00	1,20	0,20
9	1,80	1,30	0,30
10	1,40	1,80	0,40

Fuente: elaboración propia.

### Resultados experimentales de porcentaje de acidez

Muestra	Propuesta No. 1	Propuesta No. 2	Fórmula problema
Día No.	% acidez	% acidez	% acidez
1	0,43	0,36	0,45
2	0,43	0,38	0,42
3	0,43	0,37	0,42
4	0,43	0,30	0,42
5	0,43	0,37	0,41
6	0,43	0,37	0,43
7	0,43	0,38	0,43
8	0,43	0,36	0,43
9	0,43	0,36	0,41
10	0,43	0,37	0,41

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 2.

### Resultados experimentales del contenido de sal

Muestra	Propuesta No. 1	Propuesta No. 2	Fórmula problema
Día No.	%Cloruro	%Cloruro	%Cloruro
1	2,08	2,16	2,10
2	2,08	2,16	2,10
3	2,08	2,10	2,10
4	2,08	2,10	2,10
5	2,08	2,10	2,10
6	2,08	2,10	2,10
7	2,08	2,10	2,10
8	2,08	2,10	2,10
9	2,08	2,10	2,10
10	2,08	2,10	2,10

Fuente: elaboración propia.

### Resultados experimentales del pH

Muestra	Propuesta No. 1	Propuesta No. 2	Fórmula problema
Día No.	pH	pH	pH
1	3,86	3,60	3,80
2	3,86	3,59	3,77
3	3,88	3,63	3,79
4	3,87	3,61	3,77
5	3,88	3,66	3,80
6	3,87	3,60	3,77
7	3,85	3,63	3,79
8	3,85	3,61	3,78
9	3,91	3,62	3,80
10	3,87	3,68	3,80

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 3. Tablas de corridas de análisis microbiológicos

#### Resultados experimentales del comportamiento microbiológico

Muestra Día No.	Propuesta No. 1			Propuesta No. 2			Fórmula problema		
	RTB (UFC/g)	Coliformes (UFC/g)	Hongos y levaduras (UFC/g)	RTB (UFC/g)	Coliformes (UFC/g)	Hongos y levaduras (UFC/g)	RTB (UFC/g)	Coliformes (UFC/g)	Hongos y levaduras (UFC/g)
1	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	<10	< 10	< 10	< 10
2	< 10	< 10	20	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
4	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10	< 10	< 10
5	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10	< 10	< 10	< 10
6	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
7	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10	< 10	< 10
8	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10
9	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10	< 10	< 10
10	10	< 10	< 10	60	< 10	< 10	130	< 10	< 10

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 4. **Tablas de corridas de análisis organolépticos**

##### **Resultados experimentales del sabor**

<b>Muestra</b>	<b>Propuesta No. 1</b>	<b>Propuesta No. 2</b>	<b>Fórmula problema</b>
<b>Día No.</b>	<b>Sabor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Sabor</b>
1	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00
3	1,00	1,00	1,00
4	1,00	1,00	1,00
5	0,50	1,00	1,00
6	0,50	1,00	0,50
7	0,50	0,50	0,50
8	0,50	0,50	0,00
9	0,50	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

##### **Resultados experimentales del olor**

<b>Muestra</b>	<b>Propuesta No. 1</b>	<b>Propuesta No. 2</b>	<b>Fórmula problema</b>
<b>Día No.</b>	<b>Olor</b>	<b>Olor</b>	<b>Olor</b>
1	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00
3	1,00	1,00	1,00
4	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	0,00
6	1,00	1,00	0,00
7	0,50	1,00	0,00
8	0,50	0,50	0,00
9	0,50	0,50	0,00
10	0,00	0,50	0,00

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 4.

### Resultados experimentales del color

<b>MUESTRA</b>	<b>PROPUESTA No. 1</b>	<b>PROPUESTA No. 2</b>	<b>FORMULA PROBLEMA</b>
<b>Día No.</b>	<b>Color</b>	<b>Color</b>	<b>Color</b>
1	1,0	1,0	1,0
2	1,0	1,0	1,0
3	1,0	1,0	1,0
4	1,0	1,0	1,0
5	1,0	1,0	0,5
6	1,0	1,0	0,5
7	1,0	1,0	0,5
8	1,0	1,0	0,0
9	1,0	1,0	0,0
10	1,0	0,5	0,0

Fuente: elaboración propia.

### Resultados experimentales de la apariencia

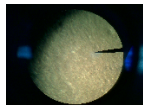



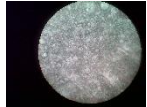

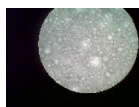


<b>Muestra</b>	<b>Propuesta No. 1</b>	<b>Propuesta No. 2</b>	<b>Fórmula problema</b>
<b>Día No.</b>	<b>Apariencia</b>	<b>Apariencia</b>	<b>Apariencia</b>
1	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00
3	1,00	1,00	1,00
4	1,00	1,00	0,50
5	1,00	1,00	0,50
6	1,00	1,00	0,50
7	1,00	1,00	0,50
8	1,00	1,00	0,50
9	1,00	0,50	0,00
10	1,00	0,50	0,00

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 5. **Tablas de corridas experimentales de análisis de dispersión de burbuja**

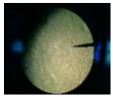








**Resultados experimentales de dispersión de burbuja en fórmula problema**

Fórmula	Día No.	Imagen	Lente utilizado	Observaciones
PROBLEMA	1		40/0,65 (160/0,17)	Emulsión homogénea.
	2		40/0,65 60/0,17)	Presencia de burbujas más grandes. (inicia inestabilidad de emulsión).
	3		40/0,65 (160/0,17)	Aglomeración de diminutas y entre ellas se ven algunas burbujas de diversos tamaños.
	4		40/0,65 (160/0,17)	Aumenta la cantidad de burbujas grandes.
	5		100/1,25 (160/-)	Sigue el aumento de aparición de burbujas grandes.
	6		100/1,25 (160/-)	No se observan mayores cambios en comparación al día No. 5.
	7		40/0,65 (160/0,17)	El tamaño de estas burbujas aumenta y se fusionan entre sí.
	8		100/1,25 (160/-)	El tamaño de estas burbujas sigue en aumento, inestabilidad de emulsión acelerada.
	9		40/0,65 (160/0,17)	Emulsión totalmente rota.
	<b>Conclusión</b>			

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 5.

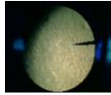








**Resultados experimentales de dispersión de burbuja en fórmula propuesta  
No. 1**

Fórmula	Día No.	Imagen	Lente utilizado	Observaciones
<b>PROPUESTA No. 1</b>	1		40/0,65 (160/0,17)	Emulsión homogénea.
	2		40/0,65 (160/0,17)	No se observan cambios en comparación del día No. 1.
	3		100/1,25 (160/-)	Racimos de diminutas burbujas todas unidas y no fusionadas, muestra igual que el día No. 1 y 2.
	4		40/0,65 (160/0,17)	Aumenta el tamaño de las burbujas de manera homogénea.
	5		40/0,65 (160/0,17)	No se observa mayor cambio comparado con el día No. 4.
	6		100/1,25 (160/-)	No se observa mayor cambio comparado con el día No. 5.
	7		100/1,25 (160/-)	No se observa mayor cambio comparado con el día No. 5.
	8		100/1,25 (160/-)	Inicia incremento de tamaño en las burbujas (Inicia inestabilidad de emulsión).
	9		40/0,65 (160/0,17)	No se observan mayores cambios en comparación al día No. 8.
	<b>Conclusión</b>			

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 5.

**Resultados experimentales de dispersión de burbuja en fórmula propuesta  
No. 2**

Fórmula	Día No.	Imagen	Lente utilizado	Observaciones
<b>PROPUESTA No. 2</b>	1		40/0,65 (160/0,17)	Emulsión estable, burbujas pequeñas y separadas.
	2		40/0,65 (160/0,17)	Emulsión estable, burbujas separadas.
	3		100/1,25 (160/-)	No se observan cambios en comparación del día No. 2.
	4		40/0,65 (160/0,17)	Emulsión espesa y grumosa, no se observan cambios en comparación con muestra del No. 3.
	5		40/0,65 (160/0,17)	No se observan cambios en comparación con el día No. 4.
	6		100/1,25 40/0,65	Inicia aparición de burbujas de mayor tamaño.
	7		40/0,65 (160/0,17)	No se observa mayor cambio comparado con el día No. 6.
	8		40/0,65 (160/0,17)	Burbujas grandes predominan en la emulsión.
	9		40/0,65 (160/0,17)	Se observa mayor cantidad de burbujas grandes y están cercanas unas a otras.
	<b>Conclusión</b>			

Fuente: elaboración propia.

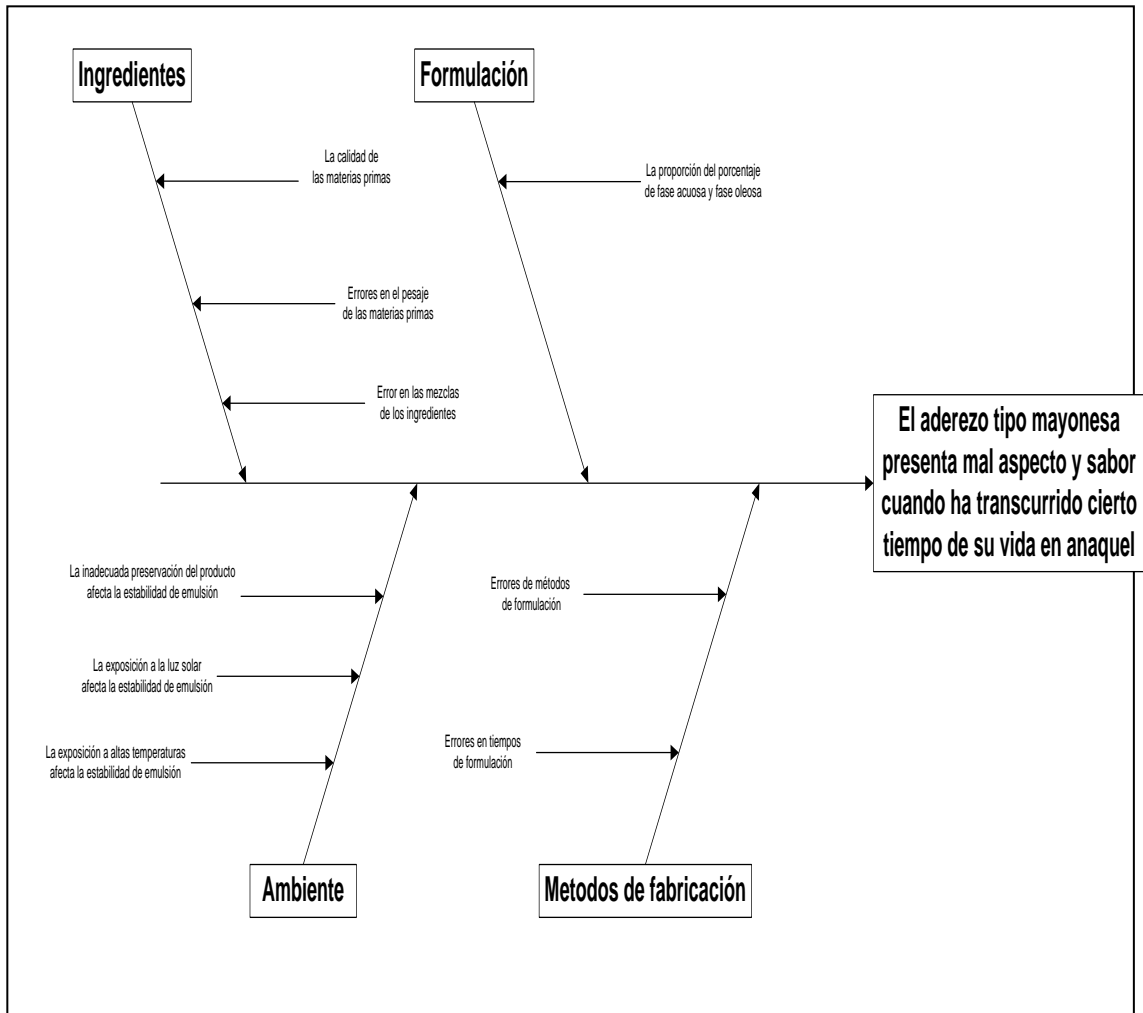
Apéndice 6. **Cursos académicos aplicados en la investigación**

**Requisitos académicos requeridos**

<b>No.</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>REQUISITOS ACADÉMICOS</b>	<b>CÓDIGO</b>
<b>1</b>	Potencial de hidrógeno del aderezo tipo mayonesa	Análisis cualitativo	362
<b>2</b>	Aumento de la consistencia y viscosidad de las fórmulas de aderezo tipo mayonesa	Balance de materia y energía	410
<b>3</b>	Análisis de las propiedades fisicoquímicas obtenidas para el mejoramiento de estabilidad de emulsión de las fórmulas de aderezo tipo mayonesa	Fisicoquímica 1	380
<b>4</b>	Análisis de la inocuidad del alimento obtenido	Microbiología	440

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 7. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.



## ANEXOS

### Anexo 1. Formato utilizado en la evaluación sensorial

<b>Evaluación Sensorial</b>			
Nombre:			
Fecha:			
Instrucciones: A continuación se le presentan tres muestras, evalúe sus diferentes características y determine cuál es la que presenta mejores características.			
Donde:            1 = Excelente 0.5 = Aceptable 0 = No aceptable			
<b>Muestra</b>	<b>Muestra A</b>	<b>Muestra B</b>	<b>Muestra C</b>
<b>Característica</b>			
Color			
Apariencia			
Olor			
Sabor			
Conclusión			
Observaciones:			
<hr/>			
<hr/>			
<hr/>			
<hr/>			
<hr/>			

Fuente: KIRK L. Parkin. Química de los alimentos. p. 205.

Anexo 2. **Norma COGUANOR, norma guatemalteca aplicada al aderezo tipo mayonesa**

MAYONESA. Especificaciones		COGUANOR NGO 34 142
<b>1. OBJETO</b>		
Esta norma tiene por objeto definir las características y establecer los requisitos que debe presentar la mayonesa producida en el país o de origen importado.		
<b>2. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR</b>		
COGUANOR NGO	4 010	Sistema de Unidades
COGUANOR NGO	34 025	Sal para conservas y como aditivo de alimentos
COGUANOR NGO	34 033	Azúcar blanco sin refinar
COGUANOR NGO	34 034	Azúcar refinado
COGUANOR NGO	34 039	Etiquetado de productos alimenticios para consumo humano.
COGUANOR NGO	34 074	Aceite comestible de semilla de algodón
COGUANOR NGO	34 093	Aceite comestible de ajonjolí (sésamo)
COGUANOR NGO	34 094	Aceite comestible de maní (cacahuate)
COGUANOR NGO	34 124	Aceite comestible de maíz
COGUANOR NGO	34 143 h1	Mayonesa. Determinación de humedad
COGUANOR NGO	34 143 h2	Mayonesa. Determinación de grasa total
COGUANOR NGO	34 143 h3	Mayonesa. Determinación del índice de peróxidos
COGUANOR NGO	34 143 h4	Mayonesa. Determinación de colesterol
COGUANOR NGO	34 143 h5	Mayonesa. Verificación de mezcla de grasas vegetales con grasas animales distintas de la grasa de la yema de huevo
COGUANOR NGO	34 143 h6	Mayonesa. Determinación del contenido de yema de huevo
COGUANOR NGO	34 143 h7	Mayonesa. Determinación de gomas. Prueba cualitativa
COGUANOR NGO	34 143 h8	Mayonesa. Determinación de alginatos. Prueba cualitativa
COGUANOR NGO	34 143 h9	Mayonesa. Determinación de carboximetil celulosa
COGUANOR NGO	34 143 h10	Mayonesa. Determinación de impurezas
COGUANOR NGO	34 143 h11	Mayonesa. Determinación de almidón
COGUANOR NGO	34 143 h12	Mayonesa. Determinación de gelatina
<b>3. DEFINICIONES</b>		
3.1	<b>Mayonesa.</b>	Es el alimento constituido por una emulsión semisólida preparada con yema de huevo o huevo entero, aceite comestible vegetal, ingredientes acidificantes y adicionada o no de ingredientes saborizantes tales como sal, especias y azúcar.
3.2	<b>Lote.</b>	Es la cantidad de producto proveniente de una sola tanda de fabricación de características presumiblemente uniformes y que debe someterse a inspección como un conjunto unitario.
3.3	<b>Embalaje.</b>	Es todo recipiente destinado a contener envases individuales, con el fin específico de protegerlos y facilitar su manipulación.
Continúa		
Publicada en el Diario Oficial el 8 de diciembre del 1982.		

COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS - COGUANOR - MINISTERIO DE ECONOMIA, GUATEMALA, C. A.



Continuación del anexo 2.

COGUANOR NGO 34 142

2/8

4. CLASIFICACION Y DESIGNACION

4.1 Clasificación. El producto se clasificará en un solo grado de calidad

4.2 Designación. El producto se designará como "Mayonesa"

5. CONDICIONES GENERALES

5.1 El producto deberá ser preparado con ingredientes limpios, en perfecto estado de conservación, que cumplan con las especificaciones indicadas en las normas COGUANOR NGO correspondientes; deberá poseer sabor y olor característicos y estará libre de rancidez u otro olor o sabor objetable; el color deberá ser crema o amarillo claro característico, además deberá estar libre de impurezas. La consistencia de la mayonesa deberá ser semisólida, fácil de untar y característica de una emulsión homogénea estable, no deberá presentar separación de aceite o de fase acuosa, ni pérdida de consistencia.

5.2 Ingredientes específicos. La mayonesa deberá contener los siguientes ingredientes específicos.

5.2.1 Aceite vegetal. Se podrá utilizar cualquier aceite de origen vegetal de calidad comestible.

5.2.2 Ingredientes acidificantes. Se podrá agregar como acidificantes: vinagre, jugo de limón y jugo de lima o sus diluciones con agua a una acidez no menor de 2.5% en masa expresada como ácido acético; podrá emplearse también ácido cítrico y/o ácido málico mezclado con vinagre o jugo de limón, en cantidad no mayor al 25% en masa del contenido de ácido del vinagre expresado como ácido acético o del jugo de limón expresado como ácido cítrico.

5.2.3 Ingredientes conteniendo yema de huevo. Se podrá agregar yema de huevo líquida, en polvo o congelada, huevo entero líquido, en polvo o congelado, o cualquiera de estos ingredientes mezclados con clara de huevo líquida o congelada; cuando se utilice un ingrediente congelado éste deberá descongelarse inmediatamente antes de su empleo.

5.3 Ingredientes opcionales. La mayonesa podrá contener uno o más de los siguientes ingredientes opcionales:

5.3.1 Sazonadores. Se podrá agregar sal, y condimentos o especias, con excepción de cúrcuma y azafrán, media vez no imparta a la mayonesa un color que simule el color impartido por la yema de huevo.

5.3.2 Edulcorantes nutritivos. Se podrá agregar azúcar blanco refinado o sin refinar, dextrosa y jarabe de hidrolizado de almidón de maíz (jarabe de glucosa).

5.4 El producto no podrá contener ninguna sustancia espesante ni colorantes; como agente emulsificante sólo podrá contener yema de huevo.

5.5 La mayonesa podrá ser mezclada y envasada en una atmósfera en la cual el aire ha sido reemplazado total o parcialmente por dióxido de carbono o nitrógeno.

6. ESPECIFICACIONES

6.1 Estabilidad de la emulsión. La mayonesa no deberá presentar separación de aceite o de agua después de 48 h cuando se ensaya según el método descrito en 9.1

Continúa

Continuación del anexo 2.

COGUANOR NGO 34 142

2/8

4. CLASIFICACION Y DESIGNACION

4.1 Clasificación. El producto se clasificará en un solo grado de calidad

4.2 Designación. El producto se designará como "Mayonesa"

5. CONDICIONES GENERALES

5.1 El producto deberá ser preparado con ingredientes limpios, en perfecto estado de conservación, que cumplan con las especificaciones indicadas en las normas COGUANOR NGO correspondientes; deberá poseer sabor y olor característicos y estará libre de rancidez u otro olor o sabor objetable; el color deberá ser crema o amarillo claro característico, además deberá estar libre de impurezas. La consistencia de la mayonesa deberá ser semisólida, fácil de untar y característica de una emulsión homogénea estable, no deberá presentar separación de aceite o de fase acuosa, ni pérdida de consistencia.

5.2 Ingredientes específicos. La mayonesa deberá contener los siguientes ingredientes específicos.

5.2.1 Aceite vegetal. Se podrá utilizar cualquier aceite de origen vegetal de calidad comestible.

5.2.2 Ingredientes acidificantes. Se podrá agregar como acidificantes: vinagre, jugo de limón y jugo de lima o sus diluciones con agua a una acidez no menor de 2.5% en masa expresada como ácido acético; podrá emplearse también ácido cítrico y/o ácido málico mezclado con vinagre o jugo de limón, en cantidad no mayor al 25% en masa del contenido de ácido del vinagre expresado como ácido acético o del jugo de limón expresado como ácido cítrico.

5.2.3 Ingredientes conteniendo yema de huevo. Se podrá agregar yema de huevo líquida, en polvo o congelada, huevo entero líquido, en polvo o congelado, o cualquiera de estos ingredientes mezclados con clara de huevo líquida o congelada; cuando se utilice un ingrediente congelado éste deberá descongelarse inmediatamente antes de su empleo.

5.3 Ingredientes opcionales. La mayonesa podrá contener uno o más de los siguientes ingredientes opcionales:

5.3.1 Sazonadores. Se podrá agregar sal, y condimentos o especias, con excepción de cúrcuma y azafrán, media vez no imparta a la mayonesa un color que simule el color impartido por la yema de huevo.

5.3.2 Edulcorantes nutritivos. Se podrá agregar azúcar blanco refinado o sin refinar, dextrosa y jarabe de hidrolizado de almidón de maíz (jarabe de glucosa).

5.4 El producto no podrá contener ninguna sustancia espesante ni colorantes; como agente emulsificante sólo podrá contener yema de huevo.

5.5 La mayonesa podrá ser mezclada y envasada en una atmósfera en la cual el aire ha sido reemplazado total o parcialmente por dióxido de carbono o nitrógeno.

6. ESPECIFICACIONES

6.1 Estabilidad de la emulsión. La mayonesa no deberá presentar separación de aceite o de agua después de 48 h cuando se ensaya según el método descrito en 9.1

Continúa

Continuación del anexo 2.

- |    |                              |                  |
|----|------------------------------|------------------|
| b) | Bacterias coliformes, máximo | 10/g             |
| c) | Levaduras y mohos, máximo    | 20/g             |
| d) | <u>Salmonella</u>            | ausencia en 25 g |

6.4.2 Requisitos para el producto listo para la venta. El producto que se encuentre en bodegas de almacenamiento y en estantes para venta no deberá mostrar presencia de salmonella en 25 g, cuando se lleve a cabo un cultivo de acuerdo a la norma COGUANOR correspondiente; además, no mostrará signos de daño microbiológico luego de que una muestra representativa del producto sea incubada de acuerdo a lo indicado en 9.3

6.4.2.1 Los envases incubados como se indica en 9.3 se considerarán afectados por daño microbiológico, si se observa uno o más de los siguientes fenómenos:

- a) Fermentación;
- b) Rancidez;
- c) Separación de las fases;
- d) Cambios en el color; y
- e) Pérdida de consistencia

6.5 Masa neta. La masa neta de producto contenida en el envase deberá ser la declarada en el rótulo del mismo, con las siguientes tolerancias:

- a) Envases de hasta 500 g: hasta 5% menos de la masa neta declarada
- b) Envases de más de 500 g: hasta 2% menos de la masa neta declarada.

7. ADITIVOS ALIMENTARIOS

La mayonesa podrá contener solamente los aditivos alimentarios indicados a continuación

7.1 Acentuadores del sabor. Podrá agregarse glutamato monosódico en cantidad suficiente para lograr el efecto deseado

7.2 Antioxidantes. Podrán agregarse los siguientes antioxidantes:

	<u>Máximo mg/kg</u>
- Galato de propilo, octilo y dodecilo, aislados o combinados	100
- Butilhidroxianisol (BHA) y butilhidroxitolueno (BHT), solos o combinados	100
- Mezcla de dos o más de los anteriores	100
- Etilendiaminetetraacetato (EDTA) disódico y etilendiaminetetraacetato (EDTA) cálcico disódico, solos o combinados	75

Continúa

Continuación del anexo 2

7.3 Acidificantes. Podrá agregarse ácido cítrico de acuerdo a lo especificado en el numeral 5.2.2

8. MUESTREO

8.1 Número de unidades de muestreo

8.1.1 El número de muestras que se deben tomar para los análisis físicos y químicos se indica en la tabla 3. En adición a esto se deben seleccionar 8 muestras para análisis microbiológico por cada 1000 unidades del lote o fracción de 1000.

Tabla 3. Número de unidades de muestreo

Tamaño del lote, N	Número de unidades a seleccionar, n
hasta 200	4
201 a 500	5
501 a 800	6
801 a 1300	7
1 301 a 3200	8
3 201 a 8000	9
más de 8001	10

8.1.2 Para obtener las muestras indicadas en 8.1.1, en lotes constituidos por embalajes, se deben abrir como mínimo el número de embalajes señalados en la tabla 4.

Tabla 4. Embalajes que deben abrirse

Número de embalajes en el lote	Número de embalajes que deben abrirse
hasta 10	2
11 a 25	4
26 a 64	5
65 a 100	6
101 a 150	7
151 a 225	8
226 a 300	9
301 a 500	10

Continúa

8.1.3 Procedimiento operatorio. La selección de embalajes del lote o de las unidades de muestreo de un lote se debe hacer al azar y de manera tal que se obtengan unidades de todas las partes del lote; para realizar la selección se numeran las unidades 1, 2, 3, ..., r, comenzando por cualquier unidad y en el orden que se desee y cada  $r$ ésima unidad constituirá la unidad de muestreo a seleccionar. El valor de  $r$  resulta de dividir el tamaño del lote,  $N$ , entre el número de unidades de muestreo a seleccionar,  $n$ .

8.1.4 Criterio de aceptabilidad. Un lote se considera aceptable si todas las muestras analizadas satisfacen los requerimientos especificados en la presente norma.

8.2 Inspección y control. La inspección y verificación de la calidad de la mayonesa, serán practicadas por organismos del país de origen, legalmente competentes para tal fin y en su defecto por otro organismo autorizado por la COGUANOR y aceptado por las partes, los cuales deberán contar con el personal técnico capacitado para llevar a cabo la toma de muestras destinadas al análisis, la ejecución de los análisis químicos y sensoriales y demás requisitos que exige la presente norma. Las muestras de mayonesa podrán tomarse en la fábrica, en el comercio o en los lugares de consumo.

## 9. METODOS DE PRUEBA

9.1 Determinación de la estabilidad de la emulsión. Se procede de la manera siguiente:

9.1.1 Se colocan 100 g de mayonesa en un envase limpio de aproximadamente la misma capacidad y se cierra con una tapadera hermética.

9.1.2 Se coloca el envase en una estufa a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 48 h.

9.1.3 Se deja enfriar el envase y se observa si hay separación de aceite o de agua en el producto.

9.2 Contaminación microbiológica. El cumplimiento del producto con los requisitos especificados en 6.4.1 debe determinarse siguiendo las técnicas microbiológicas convencionales.

9.3 Determinación del daño microbiológico. Se procede de la manera siguiente:

9.3.1 Incubación a 25°C. El 50% de los envases seleccionados como se indica en 8.1.1 debe ser incubado a 25°C por un período de 21 días y luego examinados para determinar su conformidad con las especificaciones de la presente norma, véase 6.4.2.

9.3.2 Incubación a 37°C. El 50% restante de envases debe ser incubado a 37°C por un período de 21 días y luego examinados para determinar su conformidad con las especificaciones de la presente norma, véase 6.4.2.

9.3.3 Para el examen de salmonella se toman no menos de 3 envases de los incubados a 25°C y no menos de 3 envases de los incubados a 37°C.

9.4 Determinaciones químicas. La determinación de las características químicas indicadas en la presente norma se llevará a cabo de acuerdo con las normas COGUANOR correspondientes. Véase capítulo 2.

Continúa

Continuación del anexo 2.

10. ENVASE, ROTULADO Y EMBALAJE

10.1 Envase. Los envases para la mayonesa deberán ser de cierres herméticos y de materiales de naturaleza tal que no alteren las características sensoriales del producto ni produzcan sustancias dañinas o tóxicas.

10.2 Rótulo. Para los efectos de esta norma, los rótulos serán de papel o de cualquier otro material que pueda ser adherido a los envases o bien de impresión permanente sobre los mismos.

10.2.1 Las inscripciones deberán ser fácilmente legibles en condiciones de visión normal, redactadas en español y adicionalmente en otro idioma si las necesidades del país así lo dispusieran, y hechas en forma tal que no desaparezcan bajo condiciones de uso normal.

10.2.2 El rótulo deberá cumplir con lo especificado en la norma COGUANOR NGO 34 039 y llevar como mínimo la siguiente información:

- a) La designación del producto;
- b) El nombre de los ingredientes en orden decreciente de concentración;
- c) Los aditivos, indicando la función en el producto;
- d) El contenido neto expresado en el Sistema de Unidades COGUANOR NGO 4 010;
- e) La identificación del lote de fabricación, así como el año, mes y día de fabricación y envasado, los cuales podrán ponerse en clave en cualquier lugar apropiado del envase;
- f) El nombre o razón social del productor o de la entidad bajo cuya marca se expende el producto, así como la dirección o el apartado postal;
- g) El país de origen;
- h) El número del registro sanitario correspondiente;
- i) Las expresiones "refrigérese una vez abierto" y "no congelar"; y
- j) Cualquier otro dato que fuese requerido por las leyes o reglamentos que rijan en el país.

10.2.3 No podrá tener ninguna leyenda de significado ambiguo, ilustraciones o adornos que induzcan a engaño, ni descripción de características del producto que no se puedan comprobar.

10.3 Embalaje. Los embalajes deberán cumplir con las normas COGUANOR correspondientes.

11. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Las condiciones de almacenamiento y transporte cumplirán con las normas higiénico sanitarias que rijan en el país.

Continúa

Continuación del anexo 2.

12. CORRESPONDENCIA

Para la elaboración de la presente norma se ha tenido en cuenta:

- a) United States Federal Specification EE-M-131b, April 1, 1963 Mayonnaise and Salad Dressings.
- b) South African Standard Specification S.A.B.S.300-1951 Mayonnaise and Salad cream or Dressing.
- c) Code of Federal Regulations of United States, title 21 Food and Drugs, part 169.140 Mayonnaise, 1979.

----- Ultima Línea -----

Fuente: Norma COGUANOR NGO 34 142.

### Anexo 3. Especificación técnica del huevo en polvo



#### Product specification

<b>Product name</b>	<b>Stabimuls MRH 301 OS</b>
Article no.	2701081
Description	Stabiliser for mayonnaise 25 - 35% fat Dosage: 1.40 - 1,6% in combination with Hydrostarch EMJ 800
Ingredients	Mod. Starch (E 1422), egg yolk powder, guar gum (E 412), xanthan gum (E 415), tara gum (E 417), salt, standardised with maltodextrin or dextrose, (silica is added as an dispersing agent)
Storage & shelf-life	Min. 12 months if stored cool and dry in closed original packing (Storage below 25 °C)
Packaging	Multi-walled paper bag with PE liner, 25 kg net

#### Chemical, physical & microbiological properties

Property	Method	Dimension	Target	Min - Max
Appearance			yellow coloured powder	
Odour / Taste			typical	
<b>Microbiological specifications</b>				
Total plate count		cfu/g	max. 10000	
Yeast and mould		cfu/g	max. 500	
Coliforms		cfu/0.1g	absent	
Salmonella		cfu/25g	absent	
Staphylococcus aureus		cfu/g	absent	
Listeria monocytogenes		cfu/25g	absent	
Bacillus Cereus		cfu/g	max. 100	
Sulphite reducing clostridia		cfu/g	max. 10	
<b>Heavy metal specification</b>				
Arsenic (AS)		mg/kg	max. 3	
Lead (Pb)		mg/kg	max. 5	
Mercury (Hg)		mg/kg	max. 1	
Cadmium (Cd)		mg/kg	max. 1	
Heavy metals (as Pb)		mg/kg	max. 20	

<b>Nutritional data</b>	approximate data	per 100 g
11074	Version 28.05.2010	Print 18.10.2010

Hydrosol Produktionsgesellschaft mbH & Co. KG

Kurt-Fischer-Straße 55  
3-12536 Aumersburg  
Tel: +49 30 31 41 63 1 303-033  
Fax: +49 30 31 41 63 1 303-030  
E-Mail: info@hydrosol.de  
www.hydrosol.de

Geschäftsbüro: Ahrenburg  
Str. 10, Nr. 1, 010630996  
Handelsgüter Löhde H&B 2953 AH  
Zustand: 01/11/11  
Hydrosol Produktionsgesellschaft mbH  
Handelsgüter Löhde H&B 3379 AH  
010630996  
Kontakt: Myrka / Stefan Schillbauer

H&B Reimbark AG, Hamburg  
MU 292 500 10  
Konto 231 713 000  
BIC: HAN2333  
IBAN: 0251 2051 0000 0002 3400 001



Fuente: hydrosol.



## Anexo 4. Especificación técnica del almidón de maíz modificado



### Product specification

<b>Product name</b>	<b>Hydrostarch 20</b>
<b>Article no.</b>	10S5048
<b>Description</b>	
<b>Ingredients</b>	modified maize starch (E 1422)
<b>Storage &amp; shelf-life</b>	Min. 24 months if stored cool and dry in closed original packing
<b>Packaging</b>	Multi-walled paper bag with PE liner, 25 kg netto

### Chemical, physical & microbiological properties

Property	Method	Dimension	Target	Min - Max
Appearance			white - yellowish fine powder	
Odour and taste			neutral	
Loss on drying		g/100 g	max. 10	
Protein		g/100 g	max. 0,4	
Ash		g/100 g	max. 0,5	
pH ( solution )			5,0- 6,5	
SO <sup>2</sup>		mg/kg	max. 10	
<b>Microbiology:</b>				
Total aerobic count		cfu/g	< 5000	
Yeasts and Moulds		cfu/g	< 250	
E. coli		cfu/g	negative	
Salmonella		cfu/25g	negative	

n.d. = not determined

12044

Version 07.08.2009

Print 19.10.2010

Hydrosol Produktionsges. mbH & Co. KG

Kurt-Fischer-Straße 55  
1-22326 Averssberg  
Tel: +49 181 41 43 1 302-053  
Fax: +49 181 41 43 1 302-030  
E-Mail: info@hydrosol.de  
www.hydrosol.de

Geschäftsstelle Warendorf  
Loh 10, 48161 Bielefeld  
Handelsgüter-Lösung mbH 2955 A4  
Kornmarktstr.  
Hydrosol, Anwaltsbügel, mbH  
Handelsgüter-Lösung mbH 3379 A4  
Gersdorffstr.  
Wolfsener Mühle & Stärkefabrik

HSE Rostbark AG, Hamburg  
BU 292 504 30  
Konto 737 743 002  
BLZ HYDRO-DE  
IBAN: DE 292 504 002 7430 00



Fuente: hydrosol.

