

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **DESARROLLO DE METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL ACELERADA DE LA MAYONESA MAVESA EN APC PLANTA SALSAS Y UNTABLES**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por la Br. Rodríguez C., Sonia M.  
Para optar al Título de Ingeniero Químico

Caracas, 2014

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **DESARROLLO DE METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL ACELERADA DE LA MAYONESA MAVESA EN APC PLANTA SALSAS Y UNTABLES**

TUTOR ACADÉMICO: Profa. María A. Rodríguez.  
TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Richard W. Lobo S.

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por la Br. Rodríguez C., Sonia M.  
Para optar al Título de Ingeniero Químico

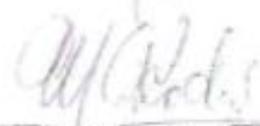
Caracas, 2014

Caracas, Noviembre, 2014

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Química, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la Bachiller Sonia María Rodríguez Colombano, titulado:

**“DESARROLLO DE METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL ACELERADA DE LA MAYONESA MAVESA EN APC PLANTA SALSAS Y UNTABLES”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al título de Ingeniero Químico, y sin que esto signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran **APROBADO**

 _____ Prof. José A. Serrano R. Jurado		 _____ Prof. Amelia de U. Martínez Jurado
 _____ Prof. María A. Rodríguez Tutor Académico		 _____ Ing. Richard W. Fobo S. Tutor Industrial

*A mis padres, por todo el esfuerzo que han  
hecho para lograr quien soy hoy en día.*

*A mi familia y a todas las personas  
que confiaron y creyeron en mí.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por todo el esfuerzo y sacrificios realizados para lograr que cumpliera uno más de los miles de sueños y metas que tengo, por ser un ejemplo a seguir y guiarme.

A mi hermana, por siempre apoyarme, animarme y ser un ejemplo profesional a seguir. Al novio de mi hermana y a mi hermana por ayudarme con las traducciones.

A mi nonna, por ser una de las personas más especiales e importante en mi vida, por siempre esperarme con un abrazo y una sonrisa y siempre darme ánimos para seguir adelante.

A mi novio, por acompañarme durante prácticamente toda mi carrera, ser un gran apoyo para mí, darme tanta alegría, confiar en mí, alentarme cada vez que decaía.

A mi perrito Brownie que en paz descansa y a mi perrotote Roko, por alegrarme cada día que compartimos, enseñarme el verdadero significado de lealtad y amistad y por ser un integrante más de la familia.

A mis grandes amigas Albany y Jormary, por siempre estar ahí cuando las necesitaba, apoyarme en todo momento, acompañarme durante esta etapa de mi vida y por ser unas grandes y muy buenas amigas

A la Universidad Central de Venezuela por formarme como profesional, por darme tantos momentos inolvidables y llenarme de orgullo por lograr ser egresada de la casa que vencer las sobras.

A todos y cada uno de los profesores con los que tuve el placer de adquirir los conocimientos que poseo hoy en día. En especial a la profesora Maria Alejandra Rodríguez, por la gran ayuda y apoyo que me brindó en esta etapa tan importante de mi carrera.

A Iraida y la Sr. Beatriz por siempre brindarme su apoyo, estar pendiente de mí y siempre aconsejarme.

A Empresas Polar Comercial, por creer en mí, permitirme crecer profesionalmente y ser mi segunda universidad y a todos mis compañeros de la Gerencia de Calidad de APC Planta Salsas y Untables, por enseñarme tanto.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

## **DESARROLLO DE METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL ACELERADA DE LA MAYONESA MAVESA EN APC PLANTA SALSAS Y UNTABLES**

**Tutor académico:** ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.. **Tutor industrial:**  
**Ing. Richard W. Lobo S. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. 2014, 122 pp.**

**Palabras claves:** Mayonesa Mavesa, Vida útil, Sensorial, Valor Totox, Aceleración, Alimentos Polar Comercial (APC).

**Resumen.** Mediante el presente trabajo de investigación, se desarrolló una metodología; a través de la cual, es posible estimar la vida útil de la Mayonesa Mavesa de manera acelerada. Para llevar a cabo el presente proyecto, fue necesario evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto en estudio. Entre los análisis químicos que se llevaron a cabo se tiene, la determinación del Índice de Peróxido y el Índice de p-Anisidina; mientras que, entre las pruebas realizadas durante la evaluación sensorial, se encuentra la prueba triangular, la prueba descriptiva y la prueba de preferencia (escala hedónica). El estudio realizado consistió en someter unas muestras de Mayonesa a diferentes condiciones de temperatura (30, 43 y 53°C), a fin de acelerar las reacciones de deterioro generadas en el producto y poder estimar el tiempo de vida útil del mismo en condiciones normales de almacenamiento. A través del estudio realizado, fue posible obtener la relación Vida Útil Acelerada – Vida Útil Condiciones Normales, entre los valores obtenidos se tiene que los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días que dura la Mayonesa a 30°C, corresponden a 11, 19, 25, 26, 31 y 35 días a 43°C o 3, 7, 8, 11, 26 y 31 a 53°C. Asimismo, a partir de la correlación determinada, se puede estimar que el tiempo de vida útil de la Mayonesa a 30, 43 y 53°C, corresponden a 175, 38 y 12 días respectivamente, coincidiendo con el momento a partir del cual, el panel sensorial experto indicó que el producto, presenta características sensoriales, que no son las más aptas para el consumo.

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	13
CAPÍTULO I.....	15
FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
I.2 ANTECEDENTES .....	18
I.3 OBJETIVOS .....	21
I.3.1 Objetivo general.....	21
I.3.2 Objetivos específicos .....	21
CAPITULO II .....	22
MARCO TEÓRICO.....	22
II.1 INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS .....	22
II.2 LA MAYONESA .....	23
II.2.1 Tipo de emulsión y estabilidad de la mayonesa .....	23
II.3 VIDA ÚTIL.....	26
II.3.1 Vida útil acelerada .....	26
II.4 DETERIORO DE LA MAYONESA .....	27
II.5 MÉTODOS DE EVALUACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA MAYONESA .....	33
II.5.1 Evaluación sensorial .....	35
II.5.1.1 Pruebas analíticas utilizadas en la evaluación sensorial .....	36
II.6 CORRELACIÓN UTILIZADA A FIN DE PREDECIR LA VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO EVALUADO LUEGO DE UTILIZAR PRUEBAS DE ACELERACIÓN.....	37
CAPITULO III.....	44
III.1 MATERIALES Y EQUIPOS.....	41
III.2 REACTIVOS .....	42
III.3 DISEÑO DE ENSAYO DE VIDA ÚTIL ACELERADO .....	43
III.3.1 Determinación de los descriptores críticos.....	43
III.3.2 Selección de las condiciones del ensayo y de almacenamiento de las muestras control (testigo) .....	44

III.3.3 Determinación del tiempo máximo de almacenamiento .....	45
III.3.4 Selección del tiempo de muestreo .....	45
III.4 ENTRENAMIENTO DEL PANEL SENSORIAL.....	46
III.4.1 Medición de la confiabilidad del panel entrenado.....	49
III.5 ACELERACIÓN DE LAS MUESTRAS .....	49
III.6 MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDO.....	50
III.7 MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE P-ANISIDINA.....	51
III.8 ANÁLISIS SENSORIAL.....	53
III.9 PREPARACION DE INSTRUCTIVO DE TRABAJO.....	55
CAPÍTULO V .....	57
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	57
V.1 ENSAYO PREVIO, DETERMINACIÓN DE DESCRIPTOR CRÍTICO .....	57
V.1.1 Efecto de la temperatura sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la mayonesa. ....	57
V.2 CRITERIOS PARA ESTABLECER SI EL PANEL SE ENCUENTRA ENTRENADO. ....	62
V.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN A UTILIZAR DURANTE LA PRUEBA DE VIDA ÚTIL ACELERADA .....	63
V.3 ESTABLECIMIENTO DE RELACIÓN (VIDA ÚTIL ACELERADA) – (VIDA ÚTIL CONDICIONES NORMALES).....	63
V.3.1 Comportamiento de las diferentes propiedades de la mayonesa a diferentes temperaturas y tiempo de muestreo.....	64
V.4 ESTIMACIÓN DE VIDA ÚTIL A CONDICIONES NORMALES.....	68
CAPÍTULO VI.....	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	81
APÉNDICES.....	84
APÉNDICE A. Formato utilizado en la Prueba Triangular .....	84
APÉNDICE B. Formato utilizado en la Prueba Hedónica.....	85
APÉNDICE C. Formato utilizado en la Prueba Descriptiva.....	86
Cálculos Tipo .....	87
ANEXOS.....	91
ANEXO 1. Comportamiento de la sal, acidez, pH e índice de peróxido de un Análogo Comercial de Mayonesa durante el almacenamiento a diferentes temperaturas.....	91

ANEXO 2. Comportamiento de la acidez, pH, consistencia e índice de peróxido de una Mayonesa baja en grasa durante el almacenamiento a 22 y 37°C.....	92
ANEXO 3. Valores obtenidos en la determinación del Índice de Peróxido, muestras sometidas a 30°C.....	93
ANEXO 4. Valores obtenidos en la determinación del Índice de Peróxido, muestras sometidas a 43°C.....	94
ANEXO 5. Valores obtenidos en la determinación del Índice de Peróxido, muestras sometidas a 53°C.....	95
ANEXO 6. Valores obtenidos en la determinación del Índice de p-Anisidina, muestras sometidas a 30°C .....	96
ANEXO 7. Valores obtenidos en la determinación del Índice de p-Anisidina, muestras sometidas a 43°C .....	97
ANEXO 8. Valores obtenidos en la determinación del Índice de p-Anisidina, muestras sometidas a 53°C .....	98
ANEXO 9. Valores obtenidos en la determinación de los Valores TOTOX de las muestras a 30, 43 y 53 °C respectivamente. ....	99
ANEXO 10. Tabla para establecer el valor estadístico significativo en varios niveles de probabilidad para las pruebas de triángulo (una cola $p=1/3$ )a.....	100
ANEXO 11. Resultados prueba triangular, muestras a 30, 43 y 53°C. ....	102
ANEXO 12. Resultados prueba descriptiva, Mayonesa a 55°C durante 7 días.....	103
ANEXO 13. Resultados prueba descriptiva, Mayonesa a 30°C. ....	104
ANEXO 14. Resultados prueba descriptiva, Mayonesa a 43°C. ....	107
ANEXO 15. Resultados prueba descriptiva, Mayonesa a 53°C. ....	110
ANEXO 16. Resultados prueba de preferencia, Mayonesa a 30°C. ....	113
ANEXO 17. Resultados prueba de preferencia, Mayonesa a 43°C. ....	114
ANEXO 18. Resultados prueba de preferencia, Mayonesa a 53°C. ....	115
ANEXO 19. Instrucción: Determinación Del Índice de p-Anisidina (Planta de Salsas y Untables). ....	116
ANEXO 20. Procedimiento: Evaluación de vida útil acelerada de la Mayonesa Mavesa .....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1. La lecitina como emulsificante.....	25
Figura No. 2. Estructura química de la lecitina.....	25
Figura No. 3. Desarrollo de la oxidación de los aceites.....	29
Figura No. 4. Absorción del oxígeno al doble enlace del ácido graso.....	30
Figura No. 5. Formación de hidroperóxido por reajuste del peróxido.....	31
Figura No. 6. Reacciones de oxidación de las grasas .....	32
Figura No. 7. Distribución de muestras a presentar a los evaluadores en la prueba de umbral .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1. Requisitos Microbiológicos. (Norma COVENIN 90:1994). .....	22
Tabla No. 2. Composición en ácidos grasos del aceite de Soya. (Codex Stan 210-1999) .....	28
Tabla No. 3. Factores que influyen en la oxidación de lípidos (Badui, 2012) .....	28
Tabla No. 4. Frecuencia de muestreo según la temperatura a la que se somete el producto. ....	46
Tabla No. 5. Resumen del diseño del estudio acelerado. ....	46
Tabla No. 6. Resultados fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de la mayonesa en t=0 y t=7 días a 55°C. ....	58
Tabla No. 7. Promedio de los valores obtenidos en cada características evaluadas por panel sensorial, a través de prueba descriptiva.días a 55°C. ....	61
Tabla No. 8. Criterios mínimos requeridos a fin de establecer que un panel se encuentra entrenado. ....	63
Tabla No. 9. Valores de TOTOX correspondiente a las muestras de 43 y 53 °C. ....	67
Tabla No. 10. Equivalencia Vida Útil Acelerada - Vida Útil Condiciones Normales. ....	68
Tabla No .11. Estimación de vida útil, utilizando la correlación determinada .....	70
Tabla No. 12. Resultados microbiológicos de Mayonesa sometida a 43 °C durante 49 días y Mayonesa sometida a 53 °C durante 21 días. ....	77

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 Comportamiento de la sal, acidez, pH e índice de peróxido de un Análogo Comercial de Mayonesa durante el almacenamiento a diferentes temperaturas.....	11
Gráfico No. 2 Comportamiento de la acidez, pH, consistencia e índice de peróxido de una Mayonesa baja en grasa durante el almacenamiento a 22 y 37°C.....	19
Gráfico No. 3 Características evaluadas por panel sensorial, a través de prueba descriptiva. ....	60
Gráfico No. 4. Evaluación sensorial, Escala Hedónica, muestras sometidas a 55°C..	62
Gráfico No.5. Índice de Peróxido, Índice de p-Anisidina y Valor TOTOX correspondiente a las muestras a 30°C.....	64
Gráfico No.6. Índice de Peróxido, Índice de p-Anisidina y Valor TOTOX correspondiente a las muestras a 43°C.....	65
Gráfico No.7. Índice de Peróxido, Índice de p-Anisidina y Valor TOTOX correspondiente a las muestras a 53°C. ....	65
Gráfico No. 8. Valores de TOTOX vs Frecuencia de muestreo (días) a las diferentes temperaturas. ....	66
Gráfico No. 9. Número de personas que acertaron la prueba triangular de las muestras a 30, 43 y 53 °C.....	69
Gráfico No.10. Evaluación sensorial, Prueba de Preferencia (Escala Hedónica), muestras a 30, 43 y 53 °C .....	71
Gráfico No.11. Evaluación sensorial, Prueba descriptiva, muestras a 30, 43 y 53°C .....	74
Gráfico No.11. Establecimiento de relación entre valores TOTOX y resultados sensoriales .....	75

## INTRODUCCIÓN

Los estudios de determinación de la vida útil en las industrias de alimentos, son fundamentales. Se recurre a ellos para evaluar los efectos en la estabilidad del alimento, tras generar cambios en el empaque del producto o en el proceso productivo, a fin de adelantar el lanzamiento del producto, abaratar costos de almacenamiento y estimar el comportamiento del producto. Estos estudios, basados en procedimientos científicos, deben adaptarse a cada producto en concreto para poder determinar los cambios que experimenta durante su conservación y cómo influye en su calidad.

La calidad de un producto alimenticio viene representada por varios aspectos, siendo estos: sensoriales, nutricionales o higiénicos. De tal manera que en el momento en el que alguno de los parámetros de calidad se considera inaceptable, se considera, que el producto ha llegado al fin de su vida útil.

La vida útil de un alimento es el periodo de tiempo en el que, en condiciones específicas, en el caso de la Mayonesa Mavesa, temperaturas inferiores a 33°C y humedad relativa no mayores a 65%, el producto se mantiene en condiciones de calidad aceptables.

Este período de tiempo, depende tanto de la naturaleza del alimento en sí, como de diversos factores tales como: el proceso de fabricación, el proceso de envasado, el tipo de envase y las condiciones de almacenamiento. La vida útil de alimentos perecederos como son los pescados y mariscos, se establece tras someter el alimento a condiciones controladas de almacenamiento, mientras que en el caso de productos estables, semi-perecederos, como es el caso de la Mayonesa, se requiere de procesos de deterioro acelerado.

Los datos que se obtienen a través de pruebas aceleradas, deben ser extrapolados a situaciones reales de conservación para poder estimar y predecir el tiempo de vida útil del producto.

Entre los análisis utilizados en la prueba de vida útil acelerada, se encuentra la determinación de Índice de Peróxido y el Índice de p-Anisidina, dado que a través de ellos, es posible cuantificar el grado de deterioro presente en las muestras de Mayonesa. Sin embargo, estas pruebas no son suficientes para determinar la vida útil del producto, para ello se requiere llevar a cabo de manera conjunta, una evaluación sensorial. A fin de obtener resultados provechoso, se recomienda hacer una combinación de los métodos de evaluación sensorial, siendo estos las pruebas de diferencia, descriptivos y de preferencia.

A través de la primera de ellas, es posible definir si se evidencia o no, diferencia significativa entre las muestras evaluadas, con las pruebas descriptivas, es posible visualizar como la disminución de la calidad va variando las propiedades del producto, mientras que con la prueba de preferencia se puede observar cómo estas variaciones impactan en la aceptación del producto.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

### I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se considera alimento a cualquier sustancia normalmente ingerida por los seres vivos con fines nutricionales (regulación del anabolismo y mantenimiento de las funciones fisiológicas, como el calentamiento corporal) , psicológicos (satisfacción y obtención de sensaciones gratificantes) y/o nutracéuticos (efecto beneficioso sobre la salud humana.). Por el contrario, no se consideran alimentos las sustancias que no se ingieren o que, una vez ingeridas, alteran las funciones metabólicas del organismo (medicamentos).

Los alimentos con el tiempo comienzan a degradarse perdiendo sus propiedades nutricionales, pudiendo disminuir la presencia de ciertas vitaminas; este tiempo se conoce como perecibilidad, por lo que de acuerdo al mismo, los alimentos se clasifican en:

- Alimentos perecederos: aquellos que son difíciles de conservar y se descomponen fácilmente.
- Alimentos semi-perecederos: aquellos que poseen inhibidores naturales o sometidos a un tratamiento de conservación permanecen exentos de deterioro por un largo periodo de tiempo.
- Alimentos no perecederos: aquellos que no se dañan fácilmente, siempre y cuando se manipulen adecuadamente.

En el etiquetado de alimentos la fecha de caducidad indica a partir de qué momento el alimento presenta niveles de calidad inaceptables pudiendo ser peligroso para la salud, debido a la posible presencia de cierta carga microbiana en el producto. Por otra parte la fecha de consumo preferente, indica el momento en el cual el producto aún presenta propiedades organolépticas tolerables por el consumidor,

pasada esta fecha, el producto comienza a perder sus propiedades, pudiendo llegar a ser desagradable.

Dado que la vida útil de un alimento es el período en el que puede mantenerse en condiciones de almacenamiento especificadas sin que el producto se vea afectado por carga microbiana manteniendo su calidad óptima, esta se indica en una etiqueta del alimento con información sobre la fecha de caducidad o fecha de consumo preferente respectivamente. La vida útil de un alimento empieza desde el momento en que se elabora y depende de muchos factores como el proceso de fabricación, el tipo de envasado, el envase que contiene al producto, las condiciones de almacenamiento y los ingredientes; ésta puede ser alterada por cambios en su formulación, empaques o las condiciones del medio ambiente al que está expuesto, dado que existe una serie de factores que catalizan la reacción de oxidación sufrida por los productos que contienen aceite, siendo alguno de estos, la humedad relativa, la luz UV, las altas temperaturas, entre otros. Por lo que si las condiciones posteriores de manipulación no son las correctas, entonces la vida útil de los mismos puede limitarse a un periodo menor al que se ha establecido.

Para toda empresa productora de alimentos, el desarrollo de una metodología que permita estimar el tiempo de vida útil de sus productos de manera acelerada, es una necesidad imperiosa, práctica y de bajo costo que permite predecir los cambios generados en el producto tras un cambio en la formulación y/o empaque de envasado.

En Alimentos Polar la política de calidad, consiste en asegurar la satisfacción de sus clientes y consumidores mediante la innovación y mejora continua. Por lo que en momentos de cambios en la formulación y/o creación de nuevos productos orientados a cubrir las necesidades de los consumidores o en épocas de crisis, como la que vivimos actualmente, en la que las empresas se ven afectadas por la falta de materias primas y/o empaques lo cual genera cambios en las características iniciales de los productos, es sumamente importante estimar el tiempo de vida útil del

producto en un período de tiempo corto, a fin de abaratar los costos de almacenamiento y adelantar el lanzamiento del producto al mercado.

Inicialmente, la Mayonesa Mavesa se encontraba empacada en envases de vidrio, momento en el cual se estableció que la vida útil de este producto correspondía a 6 meses, posteriormente surgió la necesidad de cambiar este tipo de empaque por envases de Polietilentereftalato, momento en el cual se llevó a cabo un estudio a través del cual se determinó la factibilidad del uso de este tipo de envases en la mayonesa, a través de una serie de análisis que permitieron observar el comportamiento del producto en ambos tipos de envases en función del tiempo, entre los análisis llevados a cabo se tiene la determinación de los compuestos volátiles formados en el producto durante los 6 meses a condiciones normales, al igual que durante 15 días a condiciones aceleradas (39°C), de igual manera se realizó la evaluación sensorial a fin de establecer si se evidenciaba diferencia significativa entre los productos empaquetados en los envases de diferentes materiales, siendo este el método utilizado hasta los momentos para identificar algún tipo de variación presente en el producto.

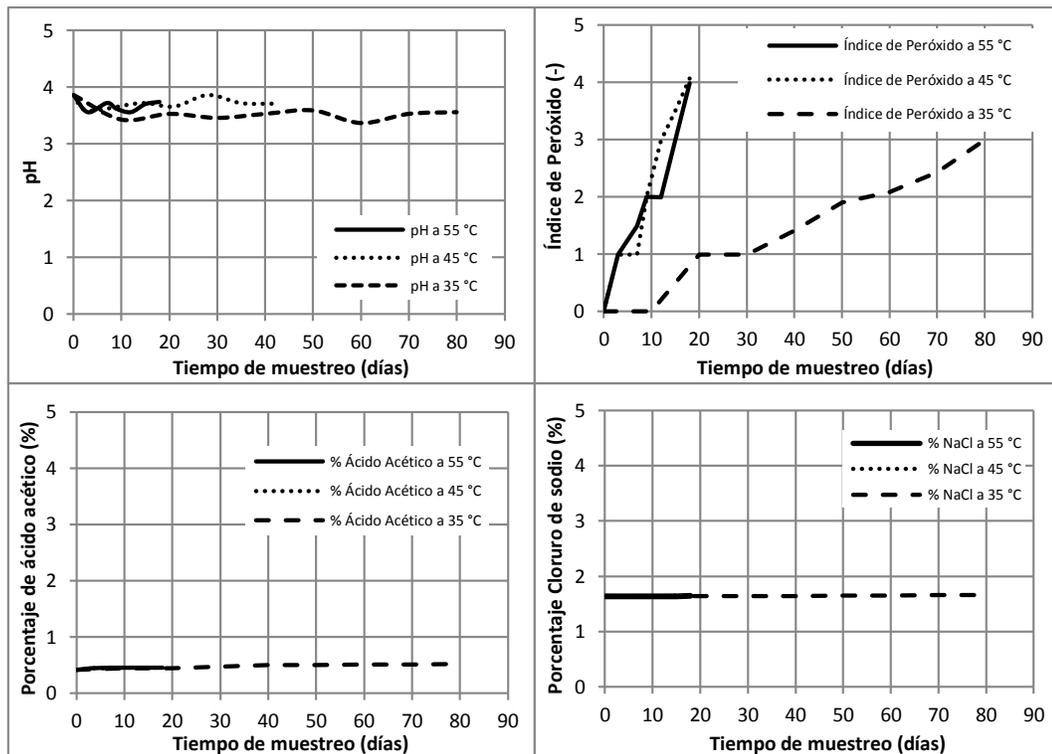
Actualmente la empresa se encuentra en constantes adaptaciones, debido a la variabilidad en las materias primas y empaques, ocasionado por la situación de escasez que se está presentando en el país.

Por esta razón, en este trabajo de investigación se desarrolla la metodología para determinar la vida útil acelerada de la Mayonesa Mavesa, a través de variables de aceleración, reduciendo así el período de tiempo de vida útil del producto a tan solo días o semanas, a fin de extrapolar esta información a condiciones normales de operación o almacenamiento y estimar de manera confiable la vida útil del producto.

## I.2 ANTECEDENTES

A continuación se presentan las investigaciones realizadas sobre el tema en estudio que aportan información importante, para el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado.

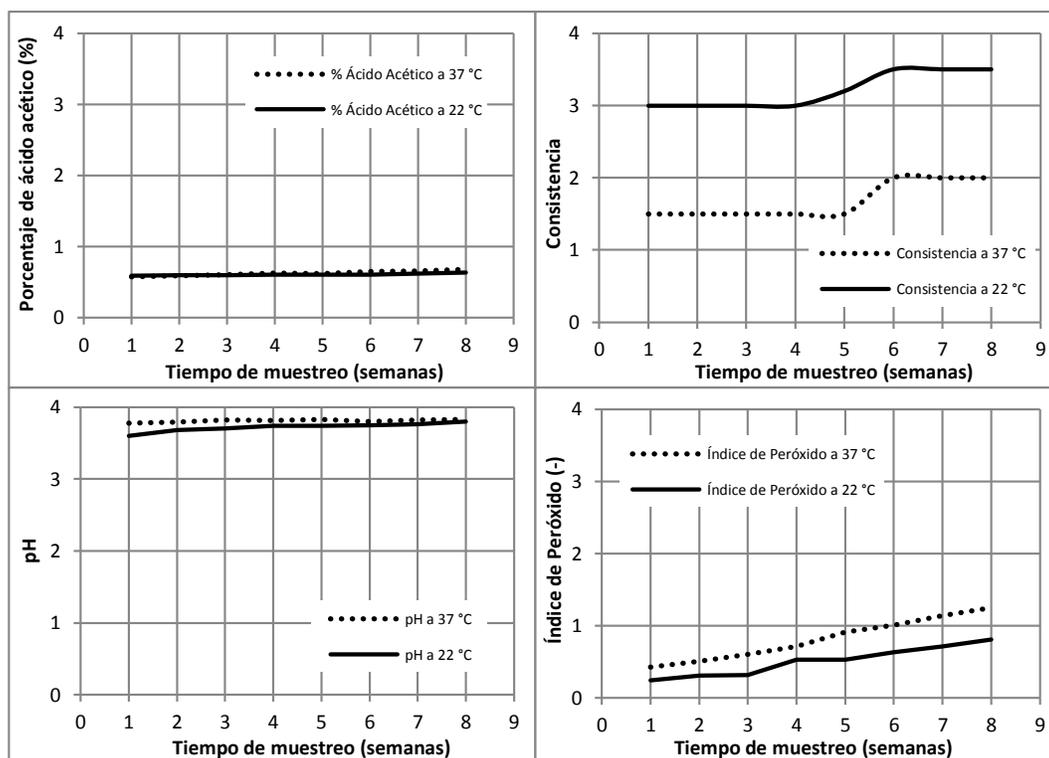
**E. Rondon<sup>1</sup>, E. Pacheco Delahaye y F. Ortega. (2004).** En su estudio “Estimación de la vida útil de un análogo comercial de mayonesa utilizando el factor de aceleración Q10” se evaluó el comportamiento de las condiciones fisicoquímicas de un Análogo Comercial de Mayonesa a fin de predecir el efecto de diferentes temperaturas en el alimento. Los resultados obtenidos para el comportamiento de la sal, la acidez, el pH y el índice de peróxido en un Análogo de Mayonesa a diferentes temperaturas son presentados a continuación, en el (*Gráfico N°. 1.*), si se desean ver los valores, puede encontrarlos en el (*Anexo N° .1.*).



**Gráfico N°1.** Comportamiento de la sal, acidez, pH e índice de peróxido de un Análogo Comercial de Mayonesa durante el almacenamiento a diferentes temperaturas.

A través del gráfico presentado, se puede observar que los valores de porcentaje de sal (%NaCl (%m/v)), acidez (%Ácido Acético) y pH (adimensional) no presentan cambios significativos durante el tratamiento a diferentes temperaturas, mientras que los valores de Índice de Peróxido (meqO<sub>2</sub>/g) se fueron incrementando al transcurrir los días.

**Navas C, Mónica L. (2007).** En su estudio “Estimación de la vida útil sensorial y fisicoquímica de la mayonesa baja en grasa” se evaluó el comportamiento de las condiciones fisicoquímicas de la Mayonesa y de esta forma establecer que descriptor crítico se utilizaría para estimar el tiempo de vida útil del alimento. Los resultados obtenidos para las evaluaciones de acidez, pH, consistencia e índice de peróxido a 22 y 37 °C son presentados a continuación, en el (**Gráfico N°. 2.**), si se desea ver los valores, puede encontrarlos en el (**Anexo N°. 2.**).



**Gráfico N°2.** Comportamiento de la acidez (ácido acético), pH, consistencia e índice de peróxido de una Mayonesa baja en grasa durante el almacenamiento a 22 y 37°C.

Como se puede observar en el (*Gráfico N° .2.*), los valores de Acidez y pH semana a semana, permanecen relativamente constantes, mientras que los valores de consistencia e índice de peróxido, presenta un incremento semana a semana.

El equipo utilizado por Mónica Navas para medir la consistencia del producto, consistiómetro, equipo a través del cual se coloca una cantidad de muestra en un recipiente que posee el equipo y luego se hace abrir una especie de compuerta a través de la cual el producto tiene libre movimiento, por lo que en un tiempo de 30 segundo se observa a través de una escala graduada que tiene en la base, que tanto ha recorrido, es por esta razón, que los valores obtenidos a 37°C son menores que los obtenidos a 22°C. Sin embargo no es el método más adecuado para llevar a cabo este tipo de medición.

Asimismo, a los resultados obtenidos se les realizó análisis estadístico (comparación de varianza) pudiendo establecer que el leve incremento en el % de acidez, pH y consistencia no evidenciaba diferencia significativa, durante el estudio realizado semana a semana.

Sin embargo, en el caso de la formación de peróxidos que comienza lentamente y se va incrementando con mayor velocidad, dio como resultado, que sí se evidenció diferencia significativa durante el estudio realizado semana a semana.

**Gouveia, Elisa (1995).** En su estudio “Factibilidad técnica del uso de envases plásticos de Polietilentereftalato para Mayonesa” determinó el comportamiento de la Mayonesa, manteniendo siempre como patrón de referencia, el comportamiento del producto envasado en vidrio, donde se determinaron los compuestos volátiles producidos en el producto durante los 6 meses a condiciones normales, al igual que durante 15 días a condiciones aceleradas (39°C). Los análisis se realizaron a través de un espectrofotómetro de masa donde se determinaron los compuestos volátiles formados en la mayonesa durante ambas condiciones, siendo estos aldehídos, específicamente el 2,4 decadienal y sus isómeros.

## **I.3 OBJETIVOS**

### **I.3.1 Objetivo general**

Desarrollar la metodología para determinar la vida útil acelerada de la Mayonesa Mavesa Familiar de Alimentos Polar Comercial, Planta Salsas y Untables a fin de estimar en un período de tiempo corto, la vida útil del alimento.

### **I.3.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar los descriptores críticos que limitan la vida útil de la Mayonesa, a fin de establecer los criterios a evaluar para la determinación del tiempo de deterioro del producto.
- b) Establecer los análisis que se llevarán a cabo en el producto a fin de cuantificar los cambios de los descriptores críticos en el tiempo y determinar el fin de la vida útil del producto.
- c) Estimar la equivalencia entre la vida útil acelerada y la vida útil real del producto, a fin de establecer un tiempo mínimo de respuesta de los análisis.
- d) Elaboración de manual de trabajo con la metodología desarrollada para la determinación de la vida útil acelerada de la mayonesa Mavesa, a fin de establecerla como único a utilizar por todos los analistas en Alimentos Polar Comercial.

## CAPITULO II MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan las bases teóricas acerca de la composición y el proceso de deterioro de la Mayonesa, así como también las pruebas a utilizar a fin de estimar su vida útil.

### II.1 INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS

La inocuidad de los alimentos según la Norma *COVENIN 3802:2002 DIRECTRICES GENERALES PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA HACCP EN EL SECTOR ALIMENTARIO*, es la garantía de que los alimentos no causarán daños a la salud del consumidor, cuando se preparan y/o consumen de acuerdo con el uso al que se destine.

A fin de garantizar la inocuidad de los alimentos y disminuir significativamente las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA), se debe implantar un sistema de control preventivo, mejor conocido como sistema HACCP. Sistema a través del cual se rige las Empresas Polar.

Por otra parte, la Norma *COVENIN 90:1994 MAYONESA (3<sup>RA</sup> REVISION)*, indica que los requisitos microbiológicos que debe cumplir una mayonesa para que pueda ser consumida y sea considerada un producto inocuo, deben encontrarse dentro de las siguientes especificaciones, tal como se muestran en la (*Tabla N°. 1.*).

**Tabla N°. 1.** Requisitos Microbiológicos. (Norma COVENIN 90:1994).

Característica	Límite	
	Mínimo	Máximo
Microorganismos Acidúricos (ufc/g)	100	1000
Mohos (ufc/g)	100	1000
Levaduras (ufc/g)	100	1000
Salmonella* en 25 g	0	-
Staplylococcus aureus* (ufc/g)	100	1000

\* Aplica cuando el pH es mayor de 4,1

## II.2 LA MAYONESA

La mayonesa se puede considerar un producto semi-perecedero, dado que es suficientemente estable para permanecer un tiempo razonable, sin refrigerarse; sin embargo, este período de tiempo no es indefinido. La mayonesa es una emulsión de aceite en agua (O/W) la cual se deteriora principalmente, por la ruptura de la emulsión o por oxidación, y en menor grado, por acción microbiana, ya que las condiciones de acidez y pH que presenta este producto, le confiere una resistencia microbiológica importante. (*Bailey, 1984*).

La acidificación de los alimentos es un proceso que consiste en reducir el pH, para impedir el desarrollo de los microorganismos. A valores de pH inferiores a 4,1, tiene lugar la inactivación y muerte de las Salmonella (*Anderson, Rosario*).

Asimismo, la Norma *COVENIN 90:1994 MAYONESA (3<sup>RA</sup> REVISION)* establece, como se puede observar en la (*Tabla N°. 1.*), que la determinación de Salmonella, punto crítico de control en este tipo de productos, debe ser cuantificado en aquellas mayonesas que posean valores de pH superiores a 4,1. En el caso particular de la Mayonesa Mavesa, el valor de pH debe ser inferior a 3,8, lo cual garantiza que el producto no se ve afectado por la acción microbiana.

### II.2.1 Tipo de emulsión y estabilidad de la mayonesa

La mayonesa consiste es una emulsión semi-sólida de O/W, con proporciones de aceite mayores al 70%, siendo está la fase discontinua, la cual se encuentra dispersa en una fase acuosa continua constituida, principalmente, por agentes emulsificantes tales como, la yema de huevo y/o estabilizantes como son el vinagre, la sal y otros compuestos sazonantes como azúcar y especias.

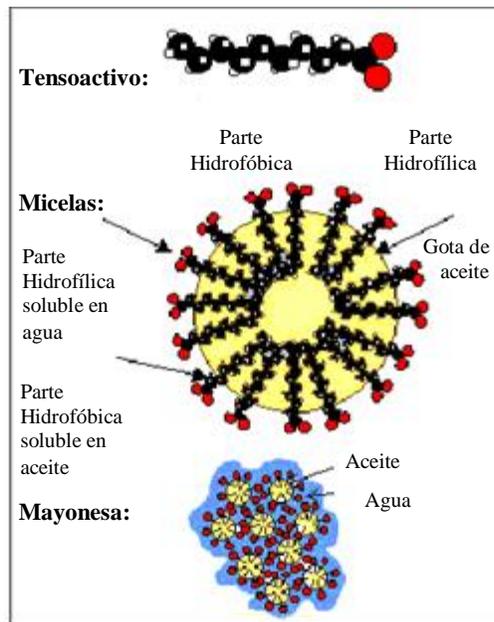
Los estabilizantes son productos que ayudan a la formación de enlaces o puentes para la formación de estructuras y se definen como las sustancias que impiden el cambio de forma de los productos alimenticios a los que se incorporan,

inhibiendo reacciones o manteniendo el equilibrio químico de los mismos. En cuanto al vinagre se puede decir que es un estabilizante microbiológico, ya que la acidificación o reducción del pH, limita el crecimiento de una serie de microorganismos. Mientras que la sal actúa como un bactericida evitando que las bacterias se reproduzcan. Por último la presencia de algunas especies tales como el romero, ayudan a la estabilidad en cuanto al sabor, dado que actúa como un enmascarador de los compuestos formados durante la oxidación de las grasas.

Por otra parte, la estabilidad de la gran cantidad de aceite (fase discontinua) en tan poca agua (fase continua) requiere de muchos cuidados en la formulación, emulsificación y condiciones de procesamiento. Entre los métodos empleados para evaluar la estabilidad de una emulsión se encuentra el almacenamiento del producto a elevada temperatura (*Harrison & Cunningham, 1986*).

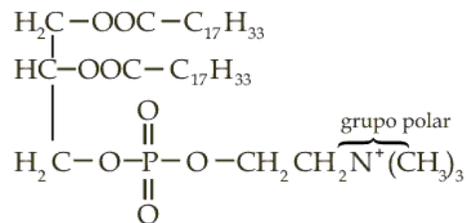
Cuando la mayonesa se almacena a temperaturas elevadas, se producen aumentos en el movimiento browniano de las gotas, disminuye la viscosidad de la fase continua, y se produce la solubilización de los tensioactivos, lo que contribuye a la ruptura de la emulsión. En caso de que una muestra de mayonesa que ha sido sometida a altas temperaturas no presente separación de fases, implica que la emulsión es altamente estable.

Por otra parte, esta emulsión se logra empleando un 7-8% de yema de huevo y un 0.5-1.0 % de mostaza. En el caso de la yema, cuyo ingrediente activo es la lecitina, funciona como un potente agente emulsificante, debido a que presentan estructuras iguales a las grasas pero con un extremo polar y otro no polar, tal como se muestra en la (*Figura No. 1.*)



**Figura N° .1.** La lecitina como emulsificante (Ney, 2014)

El grupo fosfato y la base nitrogenada (extremo polar) es atraído por el agua (hidrofílico) mientras que las cadenas hidrocarbonadas (extremo no polar) es atraído por la grasa (hidrofóbico) (*Figura No. 2.*), lo cual da como resultado un contacto físico más estrecho entre las dos fases inmiscibles, debido a que la mitad de la molécula de lecitina se disuelve en el agua y la otra mitad en el aceite.



**Figura N° .2.** Estructura química de la lecitina. (Ebbing, 2010)

Por otra parte, la mostaza ayuda al establecimiento de una película interfacial que mantiene la emulsión. Otros ingredientes que pueden utilizarse para estabilizar la emulsión, son vinagre en un 10-12% y sal en un 1-2%, además de especias.

La vida útil de estas emulsiones suele variar, dependiendo de las características del producto, así como también, de las condiciones de manejo y almacenamiento.

### **II.3 VIDA ÚTIL**

La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo que transcurre entre la producción/envasado del producto y el punto en el cual se vuelve inaceptable. El fin de la vida útil de los alimentos puede deberse a que el consumo implique un riesgo para la salud del consumidor, o porque las propiedades sensoriales se han deteriorado hasta hacer que el alimento sea rechazado. En este último caso, la evaluación sensorial es el principal método de evaluación para estimar la vida útil del producto, ya que no existen métodos instrumentales o químicos que reemplacen adecuadamente a nuestros sentidos (sensaciones producidas por los estímulos generados al evaluar un producto a través de la visión, el olfato, el gusto, la audición y/o la sensibilidad cutánea).

Todos los elementos que pueden estar involucrados en el ámbito del alimento, desde su fabricación hasta su consumo, pasando por el almacenamiento, su distribución y la venta, inciden sobre la duración de la vida útil de un producto alimenticio.

#### **II.3.1 Vida útil acelerada**

La vida útil acelerada corresponde al tiempo que transcurre hasta que el producto se vuelva inaceptable bajo determinadas condiciones; el tiempo obtenido se usa para proyectar la vida útil del producto bajo las verdaderas condiciones de almacenamiento.

El curso de la oxidación de las grasas a temperatura ordinaria es diferente al que se produce a temperatura elevada. *Gunstones y Hilditch (1945)* indican que la oxidación a alta temperatura, causa un mayor desarrollo de la acidez libre en el aceite

por rotura de los dobles enlaces, para dar ácidos mono y dicarboxílicos de cadena corta.

## **II.4 DETERIORO DE LA MAYONESA**

La mayonesa está constituida principalmente por aceite. Las grasas y los aceites pueden verse deteriorados por sufrir dos tipos de degradación del aceite, entre ellos están; la rancidez hidrolítica y la oxidativa.

La rancidez hidrolítica es producida por la presencia de calor y humedad a través del cual la enzima lipolítica, ocasionan la liberación de los ácidos grasos y el glicerol que integran una grasa o un aceite, proporcionándole acidez al producto. Sin embargo, este tipo de rancidez no es tan grave en los aceites refinados como lo es la rancidez oxidativa, ya que en el pretratamiento de la semilla a utilizar para obtener aceite, se lleva a cabo un tratamiento térmico con vapor lo cual conlleva a la inactivación de las enzimas lipolíticas (*FAO, 1997*).

Por otra parte, la rancidez oxidativa, consiste en la oxidación de los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados para formar peróxidos o hidroperóxidos, que posteriormente se polimerizan y descomponen dando origen a la formación de aldehídos, cetonas y ácidos de menor peso molecular, entre ellos los aldehídos 2 alquenal y 2,4 decadienal, compuestos volátiles que ocasiona la aparición de olores y sabores desagradables.

Este tipo de deterioro, se ve favorecido por la presencia de luz, calor, humedad y otros ácidos grasos y no solo deteriora el aceite organolépticamente si no que destruye las vitaminas liposolubles, particularmente las vitaminas A y E (tocoferoles).

En la producción de Mayonesa Mavesa se emplea aceite de soya, cuya composición de ácidos grasos expresado en porcentaje del contenido total de ácidos grasos se presenta en la (*Tabla N°. 2.*), aceite en el cual puede haber trazas de ácido graso láurico, mirístico, palmitoléico y palmítico. Las condiciones necesarias para

que el aceite pueda ser utilizado, son las presentadas a continuación: prueba de frío >5 horas (tiene que ser hibernado) para evitar los cristales grasos que pueden romper la emulsión en la refrigeración, índice de peróxido <2.0 meq/kg, ácidos grasos libres <0.05%, expresado como ácido oleico, y una prueba a la oxidación Rancimat o AOM adecuados.

**Tabla N°. 2.** Composición en ácidos grasos del aceite de Soya. (Codex Stan 210-1999)

Ácido Graso (% masa ácido graso/masa aceite)					
	Palmítico	Esteárico	Oleico	Linoleico	Linolenico
<b>Aceite de Soya</b>	8 – 13,5	2 – 5,4	17 – 30	48 – 59	4,5 – 11

La facilidad y rapidez con que se oxida un aceite, depende principalmente del contenido de dobles enlaces activos que contiene, pero también está influenciada por la presencia de ciertos factores, que favorecen la oxidación (prooxidantes o promotores), o que la inhiben (antioxidantes o inhibidores). En la (**Tabla N°.3.**), se presentan algunos de los promotores e inhibidores.

**Tabla N°3.** Factores que influyen en la oxidación de lípidos (Badui, 2012)

Promotores	Inhibidores
Temperaturas altas	Refrigeración
Metales, Cu, Fe	Secuestradores
Peróxidos de grasas oxidadas	Antioxidantes
Lipoxidasa	Escaldado
Presión de oxígeno	Gas inerte o vacío
Luz UV, azul	Empaque opaco
Poliinsaturación	Hidrogenación o Interesterificación de ácidos insaturados

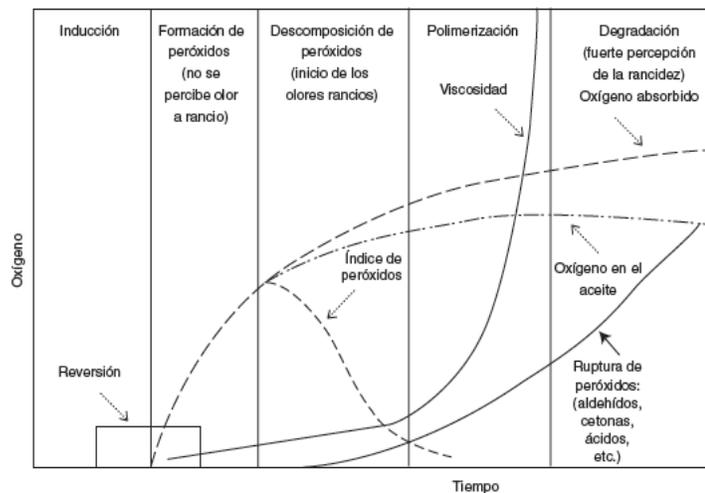
Entre los inhibidores, se encuentra un factor muy importante, el cual es la hidrogenación de los ácidos insaturados, método que consiste en la adición de un hidrógeno en el doble enlace de la cadena de los ácidos grasos que la componen, proceso a través del cual la industria incrementa la estabilidad oxidativa del aceite, sin embargo, este proceso presenta el inconveniente de formar grasas trans, las cuales son nocivos para la salud, por esta razón, Empresas Polar utiliza el método de Interesterificación de ácidos grasos insaturados proceso en el cual ocurre un reordenamiento (al azar o dirigido) de los grupos acilo en un mismo triglicérido o

entre moléculas de diferentes triglicéridos igualmente incrementando la estabilidad oxidativa del aceite sin la formación de grasas trans.

Los ácidos grasos insaturados, especialmente aquellos con dos o más dobles enlaces (aceites ricos en linoleico y linoleico), son sensibles a la luz, la temperatura y el oxígeno, generando susceptibilidad a la oxidación.

Asimismo, la distribución de los lípidos en el alimento, y el área de exposición influye en la reactividad. En las emulsiones W/O (margarina), la fase continua, el aceite, está en contacto con el aire y es más propensa a la oxidación que en una emulsión O/W (mayonesa), en la que la fase continua, el agua, protege al aceite debido a que el oxígeno debe atravesar la zona polar.

Estas reacciones de oxidación se pueden englobar en dos etapas. La primera de ellas se lleva a cabo con un ritmo lento y uniforme, una vez se alcanza un grado de oxidación crítico, la oxidación entra en una segunda fase, caracterizada por un ritmo acelerado tal como se puede apreciar en la (*Figura No.3.*).



**Figura No. 3.** Desarrollo de la oxidación de los aceites. (Badui, 2012).

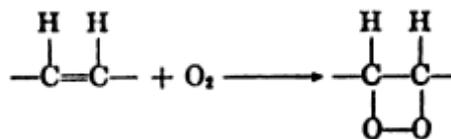
El punto en el que la grasa comienza a tener olor rancio coincide con el comienzo de la primera parte de la segunda fase.

Las grasas que se encuentran constituidas mayoritariamente por ácido oleico, se alteran poco en la primera fase de la oxidación y el comienzo del enranciamiento es súbito y definido. Por otra parte, los aceites insaturados, muestran un deterioro más gradual en su sabor u olor y presentan una mayor tendencia a desarrollar sabores desagradables distintos al rancio, generando dificultad en la determinación organolépticamente del inicio del enranciamiento.

La cantidad de oxígeno que debe ser absorbido para producir ranciedad varía considerablemente con la composición del aceite, presencia o ausencia de antioxidante y condiciones bajo las que se lleva a cabo la oxidación. Las grasas con alto contenido en ácido oleico y bajos en ácidos linoleico o poliinsaturados, se enrancian con menor absorción de oxígeno que aquellos en las que la relación de estos ácidos es inversa.

Por otra parte la mayor parte de los antioxidantes incluyendo los tocoferoles, producen un aumento, no solo en la resistencia a la oxidación, sino también en la cantidad de oxígeno requerido para producir ranciedad.

La primera etapa en la oxidación de una grasa tal como se puede apreciar en la (**Figura No.4.**), es la adición de oxígeno al doble enlace de la cadena de un ácido graso para formar compuestos inestables que reciben el nombre de peróxidos.

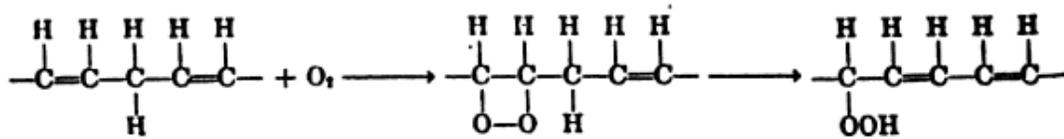


**Figura No. 4.** Absorción del oxígeno al doble enlace del ácido graso. (Bailey, 1984)

Gunstones y Hilditch (1945), indican que el compuesto inicial con oxígeno se forma en el doble enlace, y que los hidroperóxidos se forman por un reajuste del

complejo inestable producido originalmente tal como se puede apreciar en la (*Figura No.5.*).

En el caso del ácido linoleico la reacción se puede esquematizar como sigue:

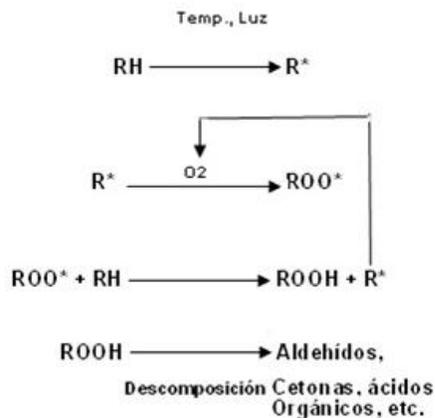


**Figura No. 5.** Formación de hidroperóxido por reajuste del peróxido. (Bailey, 1984)

Una vez formado los peróxidos y transformados en hidroperóxidos se genera una reacción en cadena dado que se producen nuevos radicales libres, los cuales reaccionan con el oxígeno atmosférico para producir más peróxidos. A medida que el aceite se va deteriorando, los compuestos formados en la primera etapa, se van descomponiendo para producir compuestos volátiles, como aldehídos, cetonas y ácidos, o no volátiles como dímeros, trímeros y polímeros, siendo ésta la segunda fase de la reacción.

La teoría expuesta por *Christiansen (1924)*, consiste en que la oxidación de las grasas se lleva a cabo a través de una reacción en cadena, donde la primera etapa se inicia cuando la grasa se une al oxígeno, para formar un peróxido, después de ser activada, por la absorción de energía; una vez que la unión se ha producido y se ha formado un peróxido, la energía de activación puede ser cedida y queda disponible para la activación de una nueva molécula, que formara otro peróxido tal como se puede apreciar en la (*Figura No.6.*). Comienza así una cadena de reacciones donde la absorción de una sola unidad de energía da lugar a la formación de un gran número de moléculas de peróxidos, a menos que se rompa la molécula, por ser absorbida la energía de activación por una reacción extraña (antioxidantes).

Los antioxidantes son sustancias capaces de efectuar dicha rotura, absorbiendo la energía de activación y evitando sea transmitida a otras moléculas de glicéridos.



**Figura No. 6.** Reacciones de oxidación de las grasas. (UNAD)

A fin de explicar de manera más detallada el mecanismo de las reacciones de oxidación de los aceites, la oxidación de los lípidos se puede clasificar en iniciación, propagación y terminación.

La etapa de iniciación, consiste en la absorción de oxígeno en un radical libre de la cadena de un ácido graso, esto implica que al comienzo de la oxidación exista un período de inducción, fase a través de la cual se lleva a cabo la formación de radicales libres, en donde un hidrocarburo insaturado cede un protón para formar un radical libre, esta etapa se lleva a cabo hasta que exista un cierto nivel de concentración de radicales libres.

Debido a la inestabilidad, en presencia de oxígeno se comienzan a formar los peróxidos y los hidroperóxidos, momento a partir del cual finaliza la etapa de inducción para comenzar con la etapa de propagación.

Durante esta etapa, se lleva a cabo una reacción en cadena, la cual consiste en la formación de peróxidos e hidroperóxidos al igual que la formación de nuevos radicales libres.

Por último, se tiene la etapa de terminación, a través del cual los productos formados durante la reacción en cadena, se descomponen para producir

principalmente aldehídos y cetonas, los cuales son causantes de los olores y sabores característicos de los aceites enranciados.

El índice de peróxido de una grasa en el punto de enranciamiento, tiende a aumentar, cuando aumenta la insaturación de la grasa y su contenido en antioxidantes.

Si se prosigue la oxidación hasta una fase avanzada, el índice de peróxido alcanzará un máximo y luego disminuirá, cuando los peróxidos se descomponen mucho más rápido de lo que se formaron. Al aumentar la temperatura a la que se conserva el producto, el máximo del índice de peróxido tiende a disminuir.

Según *Paschke y Wheeler (1944)* los valores máximos para el aceite de soja son 3.1, 2.4, 1.7 y 0.74 meqO<sub>2</sub>/g a 35, 55, 75 y 100 °C respectivamente.

## **II.5 MÉTODOS DE EVALUACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA MAYONESA**

Uno de los primeros productos formados durante la oxidación del aceite son los hidroperóxidos. El método más común para determinar oxidación es mediante la medición del Índice de Peróxido.

La determinación del Índice de Peróxido da información sobre el contenido de la mayor parte de los grupos peróxidos contenidos en las cadenas de los ácidos grasos, pero no da información sobre el contenido de otros compuestos presentes formados por la oxidación.

Es por esta razón que cuando se hace referencia a valores de peróxido de grasas y aceites, se requiere determinar algún índice de oxidación secundaria, en combinación con la determinación de peróxidos, para tener una idea adecuada del grado de alteración y calidad que presenta la muestra.

Valores bajos de peróxidos no indican forzosamente una mayor calidad y un bajo nivel de degradación en una grasa. Ello se debe a que los peróxidos son poco estables, por lo que un valor bajo de peróxido puede indicar que la grasa está muy poco alterada o, por el contrario, que esta tan alterada que los peróxidos se han destruido ya para formar otros compuestos secundarios (aldehídos, hidrocarburos, ácidos, polímeros, etc.).

Una buena alternativa para determinar los compuestos formados en la oxidación secundaria de los aceites vegetales, es el Índice de p-Anisidina.

El Índice de p-Anisidina determina aldehídos, principalmente 2-alquenoales y 2,4-dienales, los cuales son productos secundarios de oxidación formados en el aceite. El método está basado en el hecho de que en presencia de ácido acético, la anisidina reacciona con los compuestos de aldehídos presentes en el aceite, produciendo productos de reacción amarillentos. La intensidad del color de estos productos depende de la cantidad de compuestos aldehídos presentes, así como de su estructura. El compuesto formado, presenta su máxima absorbancia molar a los 350 nm. Al igual que en la oxidación primaria, estos se van degradando con el tiempo, produciendo nuevos compuestos.

Para determinar el valor total de oxidación del aceite, se determina el valor de Totox, ya que proporciona un valor estimado de la estabilidad del mismo, al tomar en consideración tanto la primera como la segunda etapa de oxidación. El valor de Totox se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Totox = (2 * IP) + IA \quad \text{(Ecuación 1)}$$

donde:

*Totox = Valor total de oxidación del aceite*

*IP = Índice de Peróxido*

*IA = Índice de p – Anisidina*

Sin embargo, no necesariamente este valor tiene una alta correlación con la vida útil del producto, es por esta razón que se debe realizar evaluación sensorial de manera simultánea.

### **II.5.1 Evaluación sensorial**

Es una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones de aquellas características de los alimentos que solo se perciben por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto y el tacto. Siendo el instrumento utilizado, las personas, perfectamente entrenadas.

Para que una persona pueda ser utilizada como instrumento y se obtengan resultados confiables, esta debe haber sido entrenada previamente para ello; sin embargo, esto no es suficiente, ya que los seres humanos, se ven influenciados por factores psicológicos, por esta razón es necesario controlar estrictamente todos los métodos y las condiciones de las pruebas para evitar que se presenten errores ocasionados por esos factores.

Las condiciones mentales y físicas del evaluador, así como la influencia del medio ambiente donde se desarrollan las pruebas, afectan a la evaluación sensorial. Al igual que el tiempo y el momento elegido para realizar la evaluación.

Por esta razón es necesario el control de los siguientes factores:

1. Lugar físico: proveer un ambiente tranquilo y agradable.
2. La luz: debe ser uniforme, libre de sombras y la intensidad suficiente para evitar que influya en la apariencia del producto que se va a evaluar. En el caso de querer enmascarar las diferencias en color y otras características de apariencia, se deben utilizar lámparas de colores, bien sea rojo, azul, verde o amarillo.

3. La hora del día en la que es mejor desarrollar las pruebas sería al finalizar la mañana y a media tarde.
4. La preparación de las muestras debe desarrollarse en un área anexa a la sala de degustación. Todas las muestras deben encontrarse en las mismas condiciones. En el caso de ensayos de aceptabilidad, lo mejor es servir las muestras a la temperatura que normalmente se consumen.
5. Los recipientes que contienen las muestras deben estar codificados preferiblemente usando números de tres dígitos elegidos al azar.

Durante la evaluación se deben suministrar al evaluador algún agente para el enjuague de la boca entre las muestras. Usualmente se utiliza agua a temperatura ambiente y/o galletas neutras (soda), aunque el tiempo puede ser otro neutralizante entre muestra y muestra.

El panelista debe leer cuidadosamente las instrucciones y seguir éstas al pie de la letra durante todo el análisis. A menos que se les pida concentrarse en atributos específicos, los evaluadores normalmente deben examinar los atributos en el siguiente orden: (Color y apariencia, Olor, Textura, Sabor (comprende aroma y gusto)).

Al finalizar la evaluación, se recomienda entregarle alguna recompensa, con el fin de motivar, ya que los evaluadores muchas veces pierden las ganas de evaluar.

#### II.5.1.1 Pruebas analíticas utilizadas en la evaluación sensorial

Los métodos de la evaluación sensorial se clasifican de acuerdo con la función que se desea desempeñar, entre ellas se encuentran:

- Las pruebas de diferencia: Son aquellas en las que se desean establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras, y en algunos casos la magnitud o importancia de esa diferencia. En esta se encuentran la prueba triangular, dúo-trío, comparación apareada y de ordenación.

- Las pruebas descriptivas: Son aquellas en donde se trata de definir y medir las propiedades del alimento de la manera más objetiva posible. Estas pruebas proporcionan mucha más información acerca del producto que las otras pruebas. En este grupo se encuentran el análisis cuantitativo descriptivo (QDA) y análisis cualitativo descriptivo.
- Las pruebas de preferencia: Son aquellas donde simplemente se desea conocer si los evaluadores prefieren una cierta muestra sobre otra. En este grupo se encuentran la prueba de aceptación, escala hedónica y ordenación por preferencia.

## **II.6 CORRELACIÓN UTILIZADA A FIN DE PREDECIR LA VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO EVALUADO LUEGO DE UTILIZAR PRUEBAS DE ACELERACIÓN**

Las pruebas de aceleración consisten en examinar el producto periódicamente bajo diferentes condiciones de temperatura hasta obtener un deterioro apreciable en las muestras, el cual ocasione rechazo por parte del consumidor. Los resultados obtenidos se usan para proyectar la vida útil del producto bajo las verdaderas condiciones de almacenamiento. Esta técnica se basa en la aplicación de la cinética de la velocidad de Arrhenius, la cual establece que la velocidad de las reacciones químicas se duplica con incrementos de 10°C de temperatura (*Koolman; Rohm*).

Los distintos factores vinculados con el almacenamiento de un alimento, tales como temperatura, humedad relativa, radiaciones luminosas, entre otros, pueden incidir de modo negativo sobre la estabilidad del alimento. Como consecuencia de todo ello, el alimento pierde calidad a velocidades que dependerán de la cinética de cada reacción responsable.

La mayoría de las reacciones de deterioro estudiadas en los alimentos se han caracterizado por presentar orden aparente de 0 ó 1. Sin embargo, a continuación se presenta el orden de reacción establecido para cada tipo de deterioro:

- Orden cero:
  - › Calidad global alimentos congelados
  - › Oxidación de lípidos (enranciamiento)
  - › Pardeamiento no enzimático
  
- Primer orden:
  - › Pérdida de ciertas vitaminas
  - › Desarrollo/muerte microbiana
  - › Pérdida de color por oxidación
  - › Pérdida de textura en tratamientos térmicos
  
- Segundo orden:
  - › Degradación de la vitamina C (depende de la concentración de esta sustancia y de la concentración de oxígeno en el alimento)

Debido a que la mayonesa es un alimento con un alto contenido de aceite (predominio de reacciones oxidativas), el comportamiento de su deterioro debe corresponder a orden cero. El modelo a utilizar es el que se presenta a continuación, donde se observa que la velocidad de reacción ( $\frac{dX}{dt}$ ), es igual a menos la constante de velocidad de reacción ( $k$ ):

$$\frac{dX}{dt} = k \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Al integrar y reordenar la ecuación presentada anteriormente, se tiene la ecuación de una línea recta.

$$X_f = X_o + k * t \quad \text{(Ecuación 3)}$$

donde:

$X_f = \text{Factor intrínseco al alimento en cada } t \text{ (Valor Totox)}$

$X_o = \text{Factor intrínseco al alimento en } t_o \text{ (Valor Totox)}$

$t = \text{tiempo (días)}$

Una vez graficados los valores de  $X_f$  en función a  $t$ , la pendiente de la recta obtenida representa el valor de la constante de la velocidad de reacción ( $k$ ).

Una vez obtenidos los valores de  $k$  a las diferentes temperaturas utilizadas en el estudio, se utiliza la ecuación de Arrhenius a fin de estimar la energía de activación de la reacción de deterioro; se utiliza esta correlación dado que las reacciones de pérdida de calidad de los alimentos han mostrado que siguen un comportamiento de Arrhenius con la temperatura.

$$K = K_o * e^{\left(\frac{-E_a}{R*T}\right)} \quad (\text{Ecuación 4})$$

A fin de obtener el valor correspondiente de energía de activación ( $E_a$ ), la ecuación de Arrhenius se debe convertir en una ecuación lineal. Por ello, se aplica logaritmo neperiano a ambos lados de la ecuación y se obtiene que:

$$\ln(K) = \ln(K_o) - \frac{E_a}{R*T} \quad (\text{Ecuación 5})$$

donde:

$K = \text{Velocidad de reacción a diferentes temperaturas}$

$K_o = \text{Factor pre - exponencial}$

$E_a = \text{Energía de activación para la reacción de deterioro}$

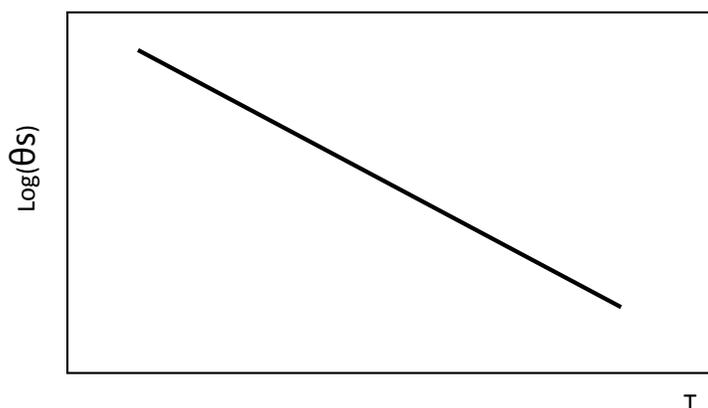
$$R = 8,314 \frac{J}{K * mol}$$

$T = \text{Temperaturas de ensayo } (^{\circ}\text{C})$

Al graficar el  $\text{Ln}K$  vs.  $1/T$ , se obtiene una línea recta con pendiente  $-E_a/R$ .

Al momento de determinar la energía de activación, es posible verificar si cumple con lo establecido por (Guerra y Rosquete, 2001), quien indica que la energía de activación para las reacciones de oxidación de los lípidos, se encuentran en un rango de  $41.842 - 104.605 \text{ J} * \text{mol}^{-1}$ .

Posteriormente, con el objetivo de proyectar los datos obtenidos a través de la vida útil acelerada, a condiciones normales de almacenamiento, se requiere graficar  $\text{Log}(\text{Vida Útil})$  vs  $T(^{\circ}\text{C})$ , al linealizar la ecuación, es posible obtener una correlación a través de la cual es posible estimar el tiempo de vida útil del producto a diferentes condiciones de temperatura.



Donde:

$\theta\theta_s = \text{Tiempo de vida útil a las diferentes temperatura (días)}$

$T = \text{Temperaturas } (^{\circ}\text{C})$

Para utilizar este método, se requiere establecer como el período de tiempo de vida útil del producto, al momento en el cual el 70-80% de un panel sensorial entrenado identifica correctamente las muestras similares a través de prueba triangular o prueba de dúo-trío. (Gordon, 2013)

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

A continuación se desarrolla la metodología empleada para la determinación de la vida útil de la Mayonesa, y se establecen las consideraciones a tener en cuenta al momento de diseñar un ensayo de vida útil acelerado.

A continuación se presentan los pasos a seguir para el desarrollo de la investigación.

1. Recopilar información bibliográfica.
2. Estudiar los procesos de deterioro de la Mayonesa.
3. Establecer los análisis a llevar a cabo para cuantificar la variabilidad del o los descriptores críticos.
4. Diseño de ensayo acelerado.
5. Entrenamiento del panel sensorial.
6. Aceleración de muestras.
7. Estimación de relación (tiempo en estufa)-(tiempo en condiciones normales) y el tiempo de vida útil del producto en condiciones normales a través de la ecuación de Arrhenius.
8. Creación de instructivos de trabajo.

#### **III.1 MATERIALES Y EQUIPOS**

Los equipos y materiales a utilizar son:

Mayonesa Mavesa

Vasos plásticos de 2 oz

Estufa Incubadora

Congelador

Balanza analítica de precisión, Marca: OHAUS, Serie: Pionner, Modelo: PA 214.

Cronómetro o reloj.

Erlenmeyer de 250 ml, con cuello esmerilado y su tapón.

Cilindro graduado de 50 ml.

Matraces volumétricos de 25 mL

Pipetas volumétricas de 1 mL y 5 mL

Celdas de vidrio de 1,00( $\pm$  0.01) cm

Espectrofotómetro Marca: Thermo Spectronic, Modelo: Genesys™ 6.

Campana de extracción de gases

### **III.2 REACTIVOS**

Los reactivos necesarios para las pruebas y análisis a realizar, son:

Cloroformo

Yoduro de Potasio

Almidón

Tiosulfato de Sodio

Hexano

Ácido acético glacial

p-Anisidina

### **III.3 DISEÑO DE ENSAYO DE VIDA ÚTIL ACELERADO**

Luego de realizar una revisión bibliográfica con el objetivo de recaudar la mayor cantidad de información posible acerca de los factores que afectan la calidad del producto a evaluar y las reacciones de deterioro generadas a medida que transcurre el tiempo desde el momento que fue producida dicha reacción, se diseña el ensayo acelerado.

Los puntos clave al diseñar un ensayo de este estilo, son los presentados a continuación:

#### **III.3.1 Determinación de los descriptores críticos**

Un descriptor crítico es aquella característica que limita la vida útil del producto, ya sea por la disminución o el incremento durante la vida útil del mismo. Pudiendo ser un ejemplo de ello la disminución del contenido en vitaminas, funcionalidad de un aditivo, carácter crujiente, olor típico o de manera contraria, el incremento de carga microbiana, olor o sabor extraño (sabor rancio).

Soportado en la información bibliográfica donde indica que la rancidez oxidativa, consiste en la oxidación de los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados, tal como se observa en la (*Figura N°5 y N°6*), se establece como descriptor crítico o característica que limita la vida útil de la mayonesa *la oxidación de la grasa*, ya que promueve el incremento de olores y sabores extraños en el producto a medida que transcurre el tiempo, generando rechazo del producto.

Con el fin de corroborar lo establecido, se someterán unas muestras de mayonesa a una temperatura extrema (55°C) durante una semana, para luego realizar los análisis fisicoquímicos (humedad, grasa, viscosidad, sal, acidez, pH, índice de

peróxido, índice de p-anisidina), microbiológicos (aerobio acidúrico, mohos, levaduras) y organolépticos (prueba triangular, hedónica y descriptiva) correspondientes.

### **III.3.2 Selección de las condiciones del ensayo y de almacenamiento de las muestras control (testigo)**

Otro aspecto importante al momento de diseñar una prueba de vida útil es seleccionar la temperatura, humedad e iluminación que se utilizará. En el caso de diseñar una prueba acelerada, se deben seleccionar tanto las temperaturas de ensayo del producto, como la temperatura de almacenamiento del control (testigo).

Se recomienda ser específico en el planteamiento del experimento, por ello se debe definir cuál es la variable a utilizar, pudiendo ser esta: el efecto de la temperatura, la protección que confiere el envase, la composición del producto, entre otros.

Una vez definida la variable a utilizar, se deben establecer las condiciones a las cuales se someterán las muestras durante el ensayo.

Para el caso de la muestra testigo, se debe determinar si existe alguna condición en la que el producto se mantenga “inalterado” durante todo el estudio.

Como se puede observar en la (*Tabla No. 3.*), se establecen las variables que afectan como promotores y como inhibidores; esto permite establecer la variable a utilizar. Las altas temperaturas actúan como promotor mientras que las bajas temperaturas actúan como inhibidores. Por esta razón, se establece que la variable a utilizar es *la temperatura*.

Dado que teóricamente se espera que un incremento de 10°C duplique la velocidad de reacción química (*Koolman; Rohm, 2004*), se tomó en consideración esta premisa a fin de establecer las condiciones del ensayo; por otra parte es importante considerar que las condiciones para que el producto se mantenga en buen

estado considera, almacenamiento en lugares frescos, que no exceda los 33°C, de lo contrario, disminuiría la vida útil del producto. Siendo 6 meses este tiempo de vida útil esperado bajo las condiciones mencionadas, por pruebas realizadas anteriormente para el envase de vidrio.

Debido a que solo se cuenta con 2 estufas, y un cuarto que presenta condiciones bastantes estables, las condiciones a utilizar para acelerar las muestras son las siguientes: 30°C, 43°C y 53°C. Mientras que la condición a utilizar para mantener la muestra testigo lo más parecido posible al momento de producción es de 10°C a través de refrigeración.

### **III.3.3 Determinación del tiempo máximo de almacenamiento**

Los estudios de vida útil se llevan a cabo hasta obtener un deterioro apreciable en las muestras. Por ese motivo es necesario definir cuál es el tiempo máximo de almacenamiento con el que se va a trabajar.

Para determinar este tiempo máximo, se consideró lo expuesto en el punto anterior; estableciendo como períodos de tiempo máximo de almacenamiento para la mayonesa, los siguientes: a 30°C, 6 meses; a 43°C, 3 meses, y a 53°C, 1 mes y medio.

### **III.3.4 Selección del tiempo de muestreo**

Con el fin de garantizar la confianza en la determinación de la vida útil, se debe seleccionar un mínimo de 6 tiempos de muestreo, de este modo garantizar que la línea de tendencia formada por los gráficos a cabo sean lo más representativo posible, por esta razón se decidió seleccionar como mínimo 12 tiempos de muestreo. Considerando los tiempos máximos de almacenamiento presentados en el punto anterior, se tiene que el tiempo de muestreo según la condición a la que se somete cada muestra, es como el que se presenta a continuación en la (*Tabla N°.4.*):

**Tabla N° .4.** Frecuencia de muestreo según la temperatura a la que se somete el producto.

Temperatura (°C)	Frecuencia de muestreo (días)
Cuarto de aceleración (30°C)	Cada 15
Estufa N°1 (43°C)	Cada 7
Estufa N°2 (53°C)	Cada 3

Las condiciones a utilizar en el ensayo de vida útil para acelerar el deterioro de las muestras, se pueden observar en la (*Tabla N°.5.*).

**Tabla N° .5.** Resumen del diseño del estudio acelerado.

Variable		Ambiente	Cuarto de aceleración	Estufa N°1	Estufa N°2	Refrigerador
Temperaturas de ensayo (°C)			30	43	53	-
Temperaturas de almacenamiento de control (°C)			-	-	-	10
Tiempo máximo de almacenamiento en cada condición (días)			180	90	45	180
Tiempo de muestreo (días)			15	7	3	-
Descriptorios críticos	Índice de Peróxido	Aplica				No aplica
	Índice de p-Anisidina					
	Microbiológico	No aplica				
Análisis Sensorial	Prueba de diferencia	Aplica				
	Prueba descriptiva					
	Prueba de preferencia					
Cantidad de muestras por condición de ensayo (muestras)			48	52	64	35

### III.4 ENTRENAMIENTO DEL PANEL SENSORIAL

Inicialmente, se citarán las personas interesadas en presentar las pruebas de sensibilidad para informarles acerca de la importancia y responsabilidad que significa formar parte de un panel sensorial, e indicarles el modo en que se llevará a cabo cada una de las etapas del entrenamiento.

El grupo a entrenar se encontrará conformado por 25 personas, quienes deben aprobar las 6 etapas que conforman el entrenamiento, para poder formar parte del panel sensorial.

La primera etapa consiste en la identificación de gustos básicos, donde el evaluador debe identificar los 5 gustos básicos (dulce, salado, ácido, amargo, umami) según lo establecido en la Norma *ISO 3972:1991*, donde se indica el procedimiento y las concentraciones de las soluciones diluidas a ser presentadas a los evaluadores. Una vez aprobada esta etapa, se procede a la siguiente, en caso de no aprobar, se realizará una reunión en la que se les presentará nuevamente las muestras de los 5 gustos básicos a fin de estimular y desarrollar habilidades sensoriales. Trascurrido unos días se le volverá a realizar la prueba.

En esta etapa, según lo establecido por la Norma *ISO 3972:1991*, se le entrega a cada evaluador un total de 12 vasos donde 10 de ellos contienen los 5 gustos básicos por duplicado y los 2 vasos restantes contienen una muestra neutra (agua), (5 gustos básicos + agua = 6 muestras; para un total de 6 muestras por duplicado = 12 vasos).

La segunda etapa consiste en la determinación de umbrales de los gustos básicos. Esta prueba no se aplica como base exclusiva de selección, simplemente se realiza a fin de conocer a partir de que concentración cada panelista al igual que el grupo, logra identificar cada gusto básico.

En esta etapa, se le entregara a cada evaluador 11 vasos que contienen 8 concentraciones diferentes de un mismo gusto básico, dado a la recomendación expuesta en la Norma *ISO 3972:1991*, 3 de las soluciones se deben repetir. Las muestras deben ser colocadas en orden creciente tal como se puede apreciar en la *(Figura No. 7.)*



**Figura No. 7.** Distribución de muestras a presentar a los evaluadores en la prueba de umbral. (Portal Empresas Polar, 2014)

La tercera etapa consiste en la identificación de intensidad de los gustos básicos, donde según lo establecido en la Norma *ISO 8586-1:1994*, se le pide al evaluador que ordene las muestras según la intensidad del gusto en forma creciente, desde la solución menos intensa a la más intensa. El rango de concentración empleado se elige tomando en cuenta el umbral de grupo para cada gusto básico.

En esta etapa, se le entrega a cada evaluador 5 vasos en orden aleatorio con las concentraciones establecidas al considerar el umbral de grupo para cada gusto básico.

La cuarta etapa consiste en el reconocimiento de olores, donde el evaluador debe identificar los olores presentados mediante vasos con tapas que contienen un sustrato previamente colocado en el recipiente. Esta etapa de evaluación de lleva a cabo siguiendo lo establecido por la Norma *ISO 5496:1992*.

La quinta etapa consiste en la identificación de intensidad de colores, donde la Norma *ISO 8586:1993* establece que el evaluador debe agrupar las muestras por color (verde, amarillo y rojo) y ordenarlos de menor a mayor intensidad.

En esta etapa, se le entrega a cada evaluador 30 tubos (codificados con números de 3 cifras), mezclados y colocados al azar.

Por último, se llevan a cabo 3 sesiones de prueba triangular, a través de la cual al evaluador se le hace entrega de 3 vasos debidamente identificados con códigos de 3 dígitos aleatorios, donde 2 de los vasos contendrán una muestra A y el 3er vaso

contendrá una muestra B o viceversa, siendo A la muestra control y B la muestra prueba, esta prueba se lleva a cabo según lo descrito en la Norma *ISO 4120:1983*.

#### **III.4.1 Medición de la confiabilidad del panel entrenado**

La selección de los panelistas se hará en función a los criterios establecidos por *Jellinek* los cuales son presentados a continuación: las personas que obtengan una calificación de 100% en la identificación de gustos básicos, 60% en la prueba de intensidad, 90 % en la prueba de ordenamiento de color, 70% en el reconocimiento de olores y un 70% en las pruebas de diferencia (*Jellinek, Gisela, 1990*).

#### **III.5 ACELERACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Una vez diseñada la prueba acelerada se llevarán a cabo los siguientes pasos:

1. A fin de poseer suficientes muestras para llevar a cabo la determinación del Índice de Peróxido, Índice de p-Anisidina y la Evaluación Sensorial, se tomarán 17 cajas de un mismo lote de producción, las cuales contienen 12 Mayonesas MAVESA de 445 g con foil sellado. Éstas se identificarán y almacenarán en los sitios correspondientes según las condiciones establecidas en la (*Tabla No. 4*).
2. Cada grupo de mayonesas, permanecerá en los sitios asignados, hasta alcanzar los días correspondientes al tiempo de muestreo, presentados en la (*Tabla No. 5*). Una vez se cumpla éste período de tiempo, se toman las 4 muestras correspondientes a este tiempo de muestreo, se dejan temperar y una vez frías, 3 de ellas serán colocadas en el congelador con el objetivo de separar la fase oleosa de la acuosa, a fin de obtener el aceite contenido en la mayonesa, para llevar a cabo la determinación del Índice de Peróxido e Índice de p-Anisidina, Con la muestra que resta, la numero 4, se llevan a cabo la evaluación sensorial, la muestra testigo a utilizar, deberá ser retirada del refrigerador a fin

de que se encuentre a las mismas condiciones que la muestra acelerada al momento de realizar la prueba sensorial.

3. Las muestras que se encuentren en el congelador, deberán permanecer allí durante 3 días, una vez transcurrido ese período de tiempo, las muestras se retirarán del congelador, se dejan temperar y con el aceite obtenido por la ruptura de la emulsión, se llevarán a cabo los análisis correspondientes, siendo estos el Índice de Peróxido y el Índice de p-Anisidina. Estas pruebas se llevaran a cabo por triplicado.
4. Una vez obtenidos los valores de Totox, se grafican los valores de deterioro (Valor Totox) vs tiempo de muestreo para cada una de las condiciones de ensayo y se establece la relación (Vida Útil Acelerada) - (Vida Útil Condiciones Normales).
5. Al tener todos los resultados del valor Totox, se estimará el tiempo de vida útil del producto a condiciones normales, a través de la ecuación lineal  $\text{Log(VU)} \text{ vs } T \text{ (}^\circ\text{C)}$ .

### **III.6 MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDO**

El Índice de Peróxido (IP), se determinará mediante el método establecido por Empresas Polar, a través de la instrucción de trabajo ya existente, Esta instrucción de trabajo para la determinación de Índice de Peróxido está basada en la Norma *COVENIN 508:2001*, la cual a su vez hace referencia al *método Cd 8-53 de la A.O.C.S.* Este valor permite determinar la magnitud o grado de oxidación sufrido por el aceite durante la etapa de propagación, bien sea a nivel del proceso de refinación o a nivel de producto terminado, los pasos utilizados para determinar el número de mili equivalentes de oxígeno activo contenido en 1.000 g. de grasa o aceite vegetal, son los siguientes:

1. Pesar 5 g de muestra (aceite) en un erlenmeyer de 250 ml.

2. Disolver la muestra en 30 ml de solución de ácido acético – cloroformo 3:2.
3. Agregar 0,5 ml de solución saturada de yoduro de potasio (KI).
4. Agitar suavemente la mezcla y dejar en reposo por 1 min.
5. Añadir 30 ml de agua destilada y 0,5 ml de solución de almidón al 1 %.

Si la muestra presenta una coloración oscura la prueba de peróxido resulta positiva, luego se procede a titular con Tiosulfato de Sodio al 0,01 N agitando constantemente hasta la desaparición de la coloración oscura. Si la muestra no presenta ninguna coloración, la prueba de peróxido resulta negativa. El valor del Índice de Peróxido (IP) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$IP = \frac{V \cdot N \cdot 1000}{G} \quad (\text{Ecuación 7})$$

donde:

IP = Índice de peróxido, (meqO<sub>2</sub>/g de muestra).

V = Volumen gastado de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (ml).

N = Normalidad del Tiosulfato de Sodio Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (N).

G = Peso de la muestra, (g).

### **III.7 MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE P-ANISIDINA**

El Índice de p-Anisidina (IA), se determinará mediante el *método Cd 18-90 de la A.O.C.S.*, método al que se hace referencia en la *NORMA TECNICA FONDONORMA*. Este índice, permite determinar la cantidad de aldehídos (principalmente 2-alquenes y 2,4-dienales) en los aceites y grasas vegetales o animales, formados durante la reacción secundaria de oxidación, a través de la absorbancia a 350 nm. Los pasos utilizados para determinar el IA de grasa o aceite vegetal, son los siguientes:

1. Agregar en un matraz volumétrico color ámbar 0,25 g de reactivo p-Anisidina en 100 ml de ácido acético glacial, siendo esto el reactivo de p-Anisidina.
2. Pesar 2 g de la muestra (Aceite), dentro de un matraz volumétrico de 25 mL. Disolver y diluir al volumen con Hexano.
3. Medir la absorbancia ( $A_b$ ) de la solución (Aceite + Hexano) a 350 nm en una celda con el espectrofotómetro usando como blanco, la celda de referencia llena con solvente (Hexano).
4. Pipetear exactamente 5 mL de la solución (Aceite + Hexano) dentro de un tubo de ensayo y exactamente 5 mL del solvente (Hexano) dentro de un segundo tubo de ensayo. Agregar exactamente 1 mL del reactivo de p-anisidina tanto en el primer como en el segundo tubo de ensayo, cada uno de ellos debe ser debidamente tapado para luego ser agitados.
5. Después de exactamente 10 min medir la absorbancia ( $A_s$ ) de la solución (Aceite + Hexano + Reactivo de p-Anisidina) del primer tubo de ensayo en una celda a 350 nm, usando la solución (Hexano + Reactivo de p-Anisidina) del segundo tubo de ensayo como el blanco.

El valor del Índice de p-Anisidina se determina, mediante la (*Ecuación 8*)

$$IA = \frac{25(1,2 * A_s - A_b)}{G} \quad (\text{Ecuación 8})$$

donde:

IA = Índice de p-Anisidina (meqO<sub>2</sub>/g de muestra).

As = Absorbancia de la solución a 350 nm (absorbancia determinada en el paso 5).

Ab = Absorbancia del blanco a 350 nm (absorbancia determinada en el paso 2).

G = Peso de la muestra, (g).

### III.8 ANÁLISIS SENSORIAL

Las pruebas a utilizar en el análisis sensorial se escogieron en función a la información requerida para estimar la vida útil del producto, entre las que se encuentran:

*Prueba de Diferencia:* Evalúa la existencia de una diferencia entre dos o más productos o bien, al contrario, de una similitud. Entre las pruebas de diferencia se encuentra el Test Triangular, el cual es el método más usado en los paneles sensoriales dado que permite medir propiedades sensoriales de los alimentos, siendo muy útil para determinar pequeñas diferencias. Al panelista se le presentan tres muestras simultáneamente: dos de ellas son iguales y una diferente. Se le pide señalar las similares. A veces se pide además comentar acerca de la naturaleza de la diferencia.

Los pasos a seguir a fin de llevar a cabo esta prueba, son los siguientes:

1. Codificar los vasos desechables con números aleatorios de 3 dígitos e identificar las muestras como A y B, para servir las siguiendo las posibles combinaciones: AAB, ABA, BAA, ABB, BAB, BBA de tal forma que una misma muestra le sea asignado dos códigos diferentes.
2. Se agrega una muestra de producto a dos vasos desechables y la muestra de producto diferente en otro vaso desechable, previamente identificado.
3. Entregar los 3 vasos de manera simultánea junto al formulario correspondiente a la evaluación (*Apéndice A*).
4. Entregar galleta sin sal y/o agua para neutralizar el sabor de una muestra a otra.
5. Con los resultados obtenidos, proceder a determinar las diferencias significativas entre las muestras, utilizando la tabla para establecer el valor

estadístico significativo en varios niveles de probabilidad para las pruebas de triangulo (una cola ( $p=1/3$ )) (**ANEXO. 10.**). Si la cantidad de evaluadores que identificaron cuales de las muestras eran similares no alcanza o supera el número crítico obtenido de la tabla indicada, no se evidencia diferencia significativa con un 95% de confianza.

*Prueba de Preferencia:* Evalúa el nivel de satisfacción de los consumidores, mediante un grupo de panelistas a los cuales se les pide que anoten sus reacciones con respecto al producto, en una escala hedónica que abarca desde extremadamente agradable hasta extremadamente desagradable.

Los pasos a seguir a fin de llevar a cabo esta prueba, son los siguientes, siendo los primeros 4 idénticos a los descritos en la prueba anterior, el formato a utilizar en esta prueba es el presentado en el **Apéndice B.**

5. Pondere las muestras a evaluar de acuerdo al siguiente escala:

<b>Grado de Gusto</b>	<b>Ponderación</b>
Me gusta mucho	5
Me gusta moderadamente	4
Me es indiferente	3
Me desagrada moderadamente	2
Me desagrada mucho	1

6. Con los datos obtenidos, se realiza el análisis con herramienta estadística no paramétrica, utilizando la prueba de Mann-Whitney (Wilcoxon) a través del paquete estadístico Statgraphics.

*Prueba descriptiva:* En las pruebas descriptivas los panelistas deben evaluar la intensidad de varias características de la muestra, en vez de evaluar sólo una característica. En estas pruebas, los panelistas entrenados hacen una descripción sensorial total de la muestra, incluyendo apariencia, olor, sabor, textura y sabor residual a través de una escala estructurada como se muestra a continuación. Los pasos a seguir en esta prueba son los siguientes, y el formato empleado se puede apreciar en el **Apéndice C.**

1. La escala estructurada viene representada de la siguiente manera:

<b>Intensidad</b>	
Extrema	5
Fuerte	4
Normal	3
Débil	2
Ninguna	1

2. Con los datos obtenidos, se realizar un gráfico de “radar” a fin de observar los cambios de los descriptores sensoriales a medida que transcurre el tiempo.

### **III.9 PREPARACION DE INSTRUCTIVO DE TRABAJO**

A fin de estandarizar el método a utilizar por los analistas de calidad, se deben crear el instructivo de trabajo de la medición del índice de p-Anisidina al igual que el procedimiento del método de vida útil acelerada de la Mayonesa, para ello, se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Generar el instructivo de trabajo para la medición del Índice de p-Anisidina, según el formato establecido por Empresas Polar, que cubra los siguientes puntos:
  - a. Propósito de la instrucción.
  - b. Glosario de los términos más relevantes.
  - c. Equipos y/o Materiales a utilizar
  - d. Equipos de protección personal necesarios a utilizar durante la ejecución de la instrucción.
  - e. Identificación de peligros y efectos sobre a salud de reactivos a utilizar.
  - f. Soluciones y reactivos a utilizar. En caso de requerir soluciones, se deben señalar los pasos a llevar a cabo al momento su preparación.

- g. Describir de manera detallada, todos los pasos requeridos para llevar a cabo el análisis indicado por la instrucción de trabajo, asimismo, de ser el caso, incorporar las ecuaciones de los cálculos a realizar.
- 2. Generar el procedimiento del método de vida útil acelerada de la Mayonesa, según el formato establecido por Empresas Polar, considerando los siguientes puntos:
  - a. Propósito de la instrucción.
  - b. Glosario de los términos más relevantes.
  - c. Describir de manera detallada, todos los pasos (actividades) quien lo hace, cómo se hace, cuándo y dónde; requeridos para llevar a cabo la determinación de la vida útil acelerada de un producto terminado, en este caso particular, la Mayonesa Mavesa.
- 3. Colocar tanto el instructivo como el procedimiento en el portal de Empresas Polar, para ello estos deben ser revisados y aprobados por la gerencia de calidad.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del trabajo de investigación, así como también la interpretación de los mismos a fin de determinar la vida útil de la Mayonesa Mavesa de manera acelerada.

#### V.1 ENSAYO PREVIO, DETERMINACIÓN DE DESCRIPTOR CRÍTICO

A continuación se presentan los resultados fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales obtenidos tras someter unas muestras de Mayonesa Mavesa, con sello de seguridad (linner) a 55°C en una estufa durante una semana a fin de establecer y validar el descriptor crítico escogido en base a la información bibliográfica y los antecedentes citados anteriormente.

##### V.1.1 Efecto de la temperatura sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la mayonesa.

En la (*Tabla N°. 6.*), se muestran los valores resultantes de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos tanto del producto recién fabricado como del sometido a un tratamiento térmico de 55°C durante una semana. De igual forma, se presenta la cantidad de personas que identificaron las muestras similares en la prueba triangular durante la evaluación sensorial, así como el número crítico según la cantidad de panelistas que participaron en la prueba, siendo un total de 12 evaluadores.

En el caso de la evaluación sensorial, solo se llevó a cabo con la muestra sometida al tratamiento térmico, utilizando como muestra testigo, el producto recién fabricado que se mantuvo en refrigeración a 10 °C.

**Tabla N° .6.** Resultados fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de la mayonesa en t=0 y t=7 días a 55°C.

<b>Análisis Físico Químicos</b>	<b>Valores t=0 días</b>	<b>Valores t=7 días a 55°C</b>
<b>Evaluación del producto terminado</b>		
% Sólidos No Grasos	10.63	6.85
% Humedad	20.61	18.48
% Grasa	68.76	74.67
% Sal	1.23	1.23
% Acidez Acética	0.38	0.36
pH (adimensional)	3.65	3.69
Viscosidad (UB)	38	40
<b>Evaluación del aceite obtenido de la mayonesa luego de separar las fases</b>		
Índice de Peróxido (meqO <sub>2</sub> /g aceite)	0.50	1.50
Índice de p-Anisidina (meqO <sub>2</sub> /g aceite)	2.96	5.52
<b>Análisis Microbiológicos</b>	<b>Valores t=0 días</b>	<b>Valores t=7 días a 55°C</b>
Acidúricos (UFC/1,25g)	<1	<1
Mohos (UFC/12,5g)	<1	<1
Levaduras (UFC/12,5g)	<1	<1
<b>Días en estufa a 55 °C</b>	<b>Número de Aciertos (personas)</b>	<b>N° Crítico (personas)</b>
7	6	8

Al comparar los resultados obtenidos a los diferentes tiempos, t=0 y t=7, en el estudio llevado a cabo de manera previa al estudio de vida útil de la mayonesa, se puede observar que el porcentaje de humedad del producto disminuye conforme se someta a temperaturas mayores, lo cual refleja el comportamiento esperado debido al incremento del gradiente de temperatura al que se somete la muestra. En cuanto al porcentaje de sal, acidez y pH no se aprecia una variación importante, a diferencia de la Viscosidad, el Índice de Peróxido e Índice de p-Anisidina, donde se aprecia un incremento considerable en tan solo una semana.

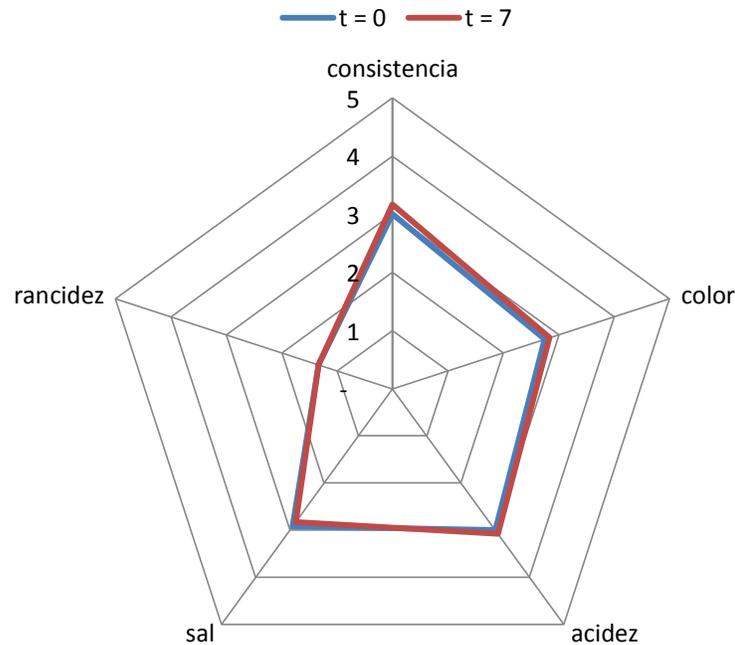
Por otra parte con lo que respecta al análisis microbiológico, se puede observar que en ambos casos la carga microbiana en el producto, se encuentra dentro de los rangos indicados en la *COVENIN 90:1994 MAYONESA (3<sup>RA</sup> REVISION)*, como los establecidos por la empresa, lo cual nos indica que el producto es inocuo.

En base a lo expuesto anteriormente, los parámetros que varían de manera considerable, vienen siendo la Viscosidad, el Índice de Peróxido y el Índice de p-Anisidina; sin embargo, la viscosidad no se considera que sea una característica que limite de la vida útil de la mayonesa, dado que en condiciones normales de almacenamiento el producto no se ve afectado notoriamente por esta variación ya que el incremento de la viscosidad es una consecuencia de las altas temperaturas, dado que se ven favorecidas las reacciones de deterioro de la mayonesa, generando con mayor rapidez la ruptura de las insaturaciones de los ácidos grasos, lo cual le confiere al producto mayores características de grasa, debido a que puede existir un mejor acoplamiento de los ácidos grasos que conforman el aceite, a diferencia de las características iniciales que se asemejaban a las de un aceite. Siendo las grasas a temperatura ambiente líquidos, mientras que las grasas sólidas.

Sin embargo la presencia de peróxidos y aldehídos a pesar de verse favorecidas por las altas temperaturas, igualmente se producen en menor proporción en productos a condiciones normales de almacenamiento, ocasionando rechazo del producto gracias a los olores y sabores desagradables que se generan en la Mayonesa a medida que avanza el grado de deterioro. Por esta razón, es posible validar que el descriptor crítico escogido, la oxidación de las grasas, corresponde al deterioro que rige el fin de la vida útil de la Mayonesa.

Por otra parte, se llevó a cabo, la evaluación sensorial, entre las pruebas llevadas a cabo, se encuentra la prueba triangular, a través de la cual, no se evidencia diferencia significativa entre las muestras, dado que un número de (6) personas identificaron cuales de las tres muestras presentadas eran iguales, siendo este número de personas insuficiente para poder evidenciar que existe diferencia significativa entre las muestras presentadas, ya que no se alcanza ni sobrepasa el número crítico (8) al que se debe llegar para que se pueda evidenciar que existe una diferencia significativa. Es importante saber que el número crítico se establece según el número de panelistas que participan en la prueba sensorial, al igual que del porcentaje de confianza con el que se va a trabajar. Donde el más recomendado viene siendo un

nivel de significancia del 5%, a través del cual se tiene un 95% de confianza en que existe o no diferencia significativa entre las muestras. A fin de establecer el número crítico, se utilizó la tabla presentada en el (**ANEXO .10.**) la cual se basa en la tabla de Roessler de una cola ( $p=1/3$ ). (*Mackey; Flores; Sosa, 1984*).



**Gráfico N° 3.** Características evaluadas por panel sensorial, a través de prueba descriptiva.

Por otra parte, tanto en el (**Gráfico N° .3.**), como en la (**Tabla N° .7.**), se puede apreciar el promedio obtenido en cada una de las 4 características que se le solicitó a los 12 panelistas que evaluarán durante la realización de la prueba descriptiva de la Mayonesa. A través de esta prueba los panelistas pueden caracterizar una muestra a través de una descripción total del producto identificando los diferentes grados de intensidad, de ciertas características a evaluar, tales como: consistencia, color, acidez, sal y rancidez. El nivel de intensidad utilizada fue el siguiente (1 = Ninguno, 2 = Débil, 3 = Normal, 4 = Fuerte, 5 = Extremo). Si se desea ver las respuestas detalladas de cada evaluador, estas se encuentran en el (**ANEXO 1**).

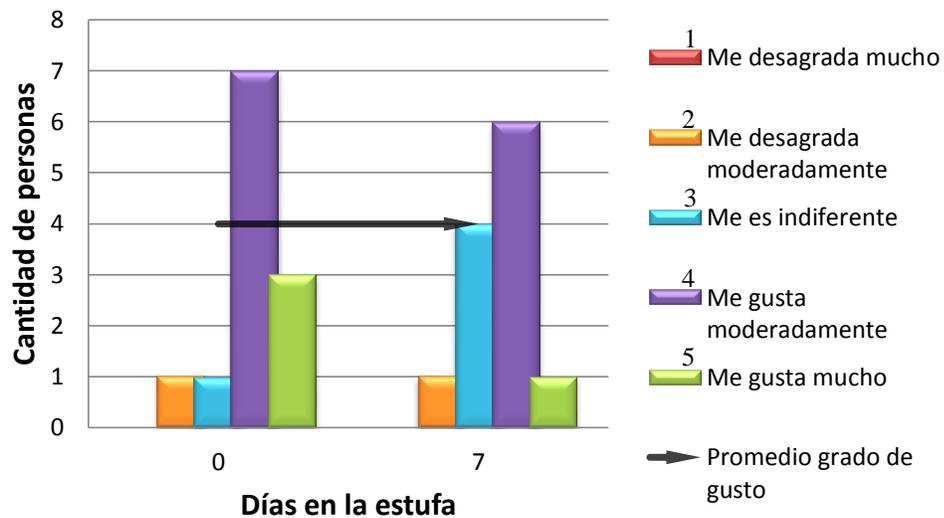
**Tabla N° .7.** Promedio de los valores obtenidos en cada características evaluadas por panel sensorial, a través de prueba descriptiva. días a 55°C.

	<b>t = 0</b>	<b>t = 7</b>
<b>Consistencia</b>	3,00	3,17
<b>Color</b>	2,75	2,83
<b>Acidez</b>	3,00	3,08
<b>Sal</b>	2,92	2,83
<b>Rancidez</b>	1,33	1,33

Tras observar los resultados presentados en la (*Tabla N° .7.*), se puede considerar que en términos generales, ambos productos presentan características de intensidad normal, en las características identificadas como consistencia, color, acidez y sal, mientras que en cuanto a la rancidez no se perciben rastros de esta característica.

Como última prueba a utilizar en la evaluación sensorial, se utilizó la prueba de preferencia, a través de la cual se puede determinar, cuál de las muestras prefieren los evaluadores o si no se tiene preferencia. De este modo, se puede ir observando como a medida que transcurren los días los cambios generados en las características de la Mayonesa, impactan la preferencia del producto.

En el (*Gráfico N° .4.*), se puede apreciar que el promedio obtenido en la muestra testigo y en la muestra t=7 a 55°C, presentan un nivel de grado de gusto igual a cuatro, indicando esto que el producto a los diferentes tratamientos, gusta moderadamente; sin embargo, dentro del panel sensorial un mayor número de personas manifestaron presentar mayor grado de gusto por la muestra testigo. Los niveles de grado de gustos utilizados fueron los siguientes (1 = Me desagrada mucho, 2 = Me desagrada moderadamente, 3 = Me es indiferente, 4 = Me gusta moderadamente, 5 = Me gusta mucho).



**Gráfico N°. 4.** Evaluación sensorial, Escala Hedónica, muestras sometidas a 55°C

Es importante indicar, que para obtener resultados confiables a través de las pruebas de evaluación sensorial, se requiere que los panelistas se encuentren correctamente adiestrados, por esta razón, a continuación, se presentan los resultados obtenidos tras el adiestramiento del panel sensorial.

## **V.2 CRITERIOS PARA ESTABLECER SI EL PANEL SE ENCUENTRA ENTRENADO.**

A fin de establecer si el panel utilizado durante las pruebas de evaluación sensorial se encontraba debidamente entrenado, en la (*Tabla N° .8.*), se puede apreciar el porcentaje mínimo requerido según Jellinek para que se pueda considerar que el panel sensorial se encuentre entrenado, al igual que el promedio resultante de los panelistas que llevaron a cabo el entrenamiento sensorial.

**Tabla N° .8.** Criterios mínimos requeridos a fin de establecer que un panel se encuentra entrenado.

<b>Prueba</b>	<b>Resultados</b>	<b>Criterio (Jellinek)</b>
Gustos básicos	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Intensidad	<b>92%</b>	<b>60%</b>
Ordenamiento de colores	<b>96%</b>	<b>90%</b>
Detección de aromas	<b>71%</b>	<b>70%</b>
Triángulo (4 repeticiones)	<b>88%</b>	<b>70%</b>

Como es posible apreciar, los porcentajes obtenidos por el panel entrenado, se encuentran dentro del mínimo requerido para que se pueda considerar que el panel se encuentra entrenado. Por esta razón, los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, pueden ser considerados confiables.

### **V.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN A UTILIZAR DURANTE LA PRUEBA DE VIDA ÚTIL ACELERADA**

En cuanto a los métodos de evaluación a utilizar, se tiene que tanto el método para determinar el Índice de Peróxido como el método para determinar el Índice de p-Anisidina, corresponden a los métodos utilizados para cuantificar el grado de deterioro de los productos que contienen aceite. Según la Norma *COVENIN 508:2001*, el método de determinación de Índice de Peróxido, se basa en el *método Cd 8-53 de la A.O.C.S.*, mientras que para la determinación del Índice de p-Anisidina, según la *NORMA TECNICA FONDONORMA*, se determina según lo establecido en el *método Cd 18-90 de la A.O.C.S.*, tal cual como se describen en los puntos III.6 y III.7 del capítulo anterior.

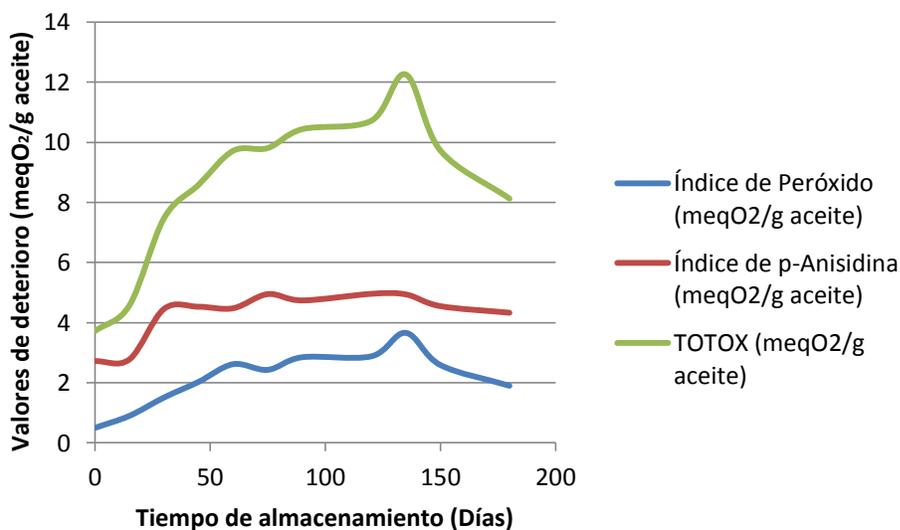
### **V.3 ESTABLECIMIENTO DE RELACIÓN (VIDA ÚTIL ACELERADA) – (VIDA ÚTIL CONDICIONES NORMALES).**

A continuación se presentan los resultados fisicoquímicos obtenidos tras someter unas muestras de Mayonesa Mavesa, con sello de seguridad (linner) a

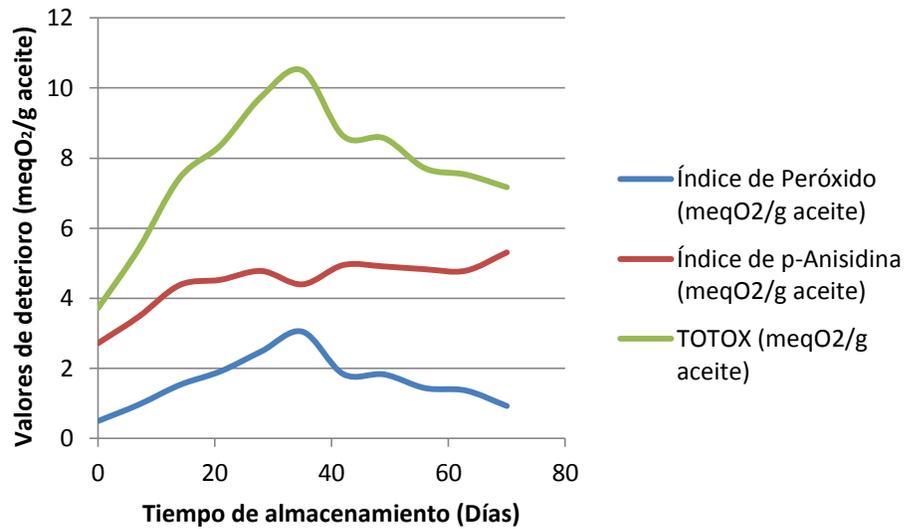
diferentes temperaturas, siendo estas 30, 43 y 53 °C, a fin de establecer una relación entre la vida útil acelerada y la vida útil a condiciones normales

### V.3.1 Comportamiento de las diferentes propiedades de la mayonesa a diferentes temperaturas y tiempo de muestreo.

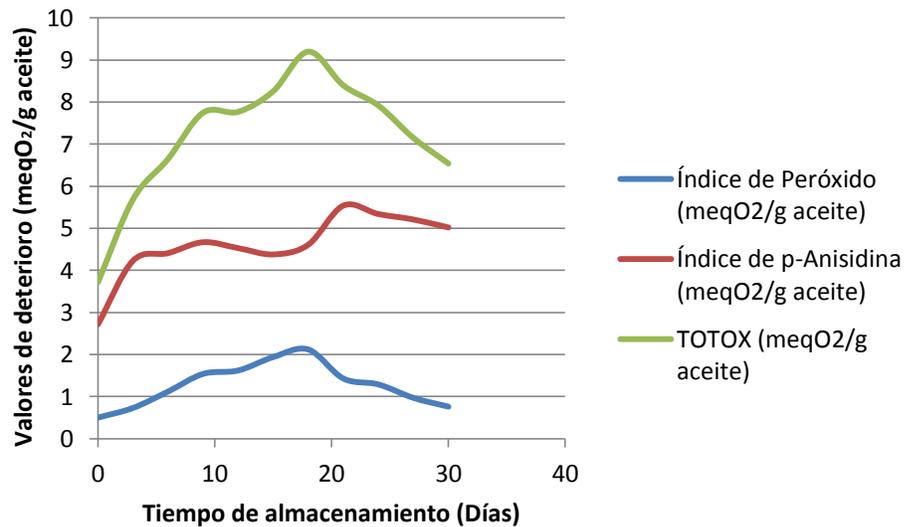
En los gráficos (*Gráfico N.5.*), (*Gráfico N.6.*) y (*Gráfico N.7.*) se muestran los resultados obtenidos para las características químicas evaluadas en la Mayonesa Mavesa, específicamente el Índice de Peróxido, el Índice de p-Anisidina y Valor TOTOX. Donde los valores presentados corresponden al promedio de los valores obtenidos, dado que cada análisis se llevó a cabo por triplicado. Los datos obtenidos con mayor detalle, se encuentran desde el (*ANEXO 3*) hasta (*ANEXO 9*).



**Gráfico N.º. 5.** Índice de Peróxido, Índice de p-Anisidina y Valor TOTOX correspondiente a las muestras a 30°C.



**Gráfico N° 6.** Índice de Peróxido, Índice de p-Anisidina y Valor TOTOX correspondiente a las muestras a 43°C.



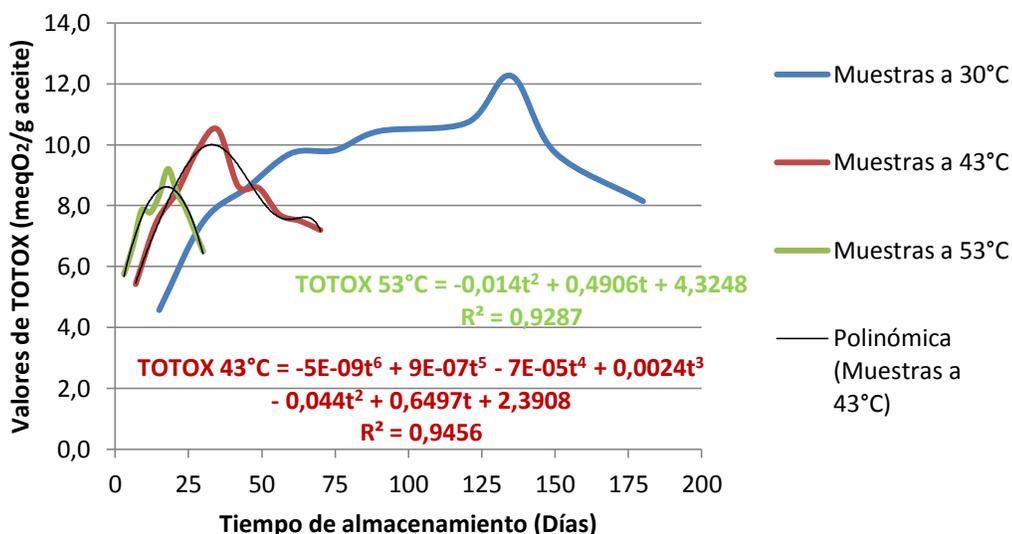
**Gráfico N° 7.** Índice de Peróxido, Índice de p-Anisidina y Valor TOTOX correspondiente a las muestras a 53°C.

Al comparar los resultados obtenidos a las diferentes condiciones de temperatura, se puede apreciar que los valores correspondientes al Índice de Peróxido

presentan un incremento hasta llegar a un valor máximo, a partir del cual comienza a disminuir. De igual manera, a medida que la Mayonesa se somete a temperaturas mayores, éste valor máximo disminuye, tal cual como lo describe *Paschke y Wheeler (1944)*. Este comportamiento se debe a que las altas temperaturas actúan como catalizadores de la reacción de descomposición, viéndose esta favorecida, acelerando la ruptura de los peróxidos e hidroperóxidos para generar aldehídos y cetonas.

De igual manera, al observar los valores de TOTOX, estos van incrementándose hasta llegar a un máximo, en el cual comienza el declive de la curva. Esto se debe a que existe una serie de compuestos formados en el deterioro del producto que no han sido cuantificados, siendo estos los producidos tras la descomposición de los aldehídos y cetonas.

A continuación se presenta el (*Gráfico. 5.*), en el cual se encuentran los valores de TOTOX correspondientes a cada temperatura vs la frecuencia de muestreo (día). A través del gráfico obtenido, se conseguirá la línea que mejor se ajuste a la curva de 43 y 53°C, al igual de obtener la relación existente entre los picos máximos a las diferentes temperaturas, (TOTOX 30°C/ TOTOX 43°C) y (TOTOX 30°C/ TOTOX 53°C) a fin de poder establecer la equivalencia de los diferentes valores de deterioro entre cada una de las condiciones de ensayo.



**Gráfico N.º 8.** Valores de TOTOX vs Tiempo de almacenamiento (días) a las diferentes temperaturas.

En cuanto a la relación establecida entre los puntos máximos de deterioro a las diferentes condiciones de ensayo se tiene:

$$\frac{TOTOX_{m\acute{a}x_{30^{\circ}C}}}{TOTOX_{m\acute{a}x_{43^{\circ}C}}} = \frac{12.26}{10.50} = 1.17 \quad (\text{Ecuaci3n 9})$$

$$\frac{TOTOX_{m\acute{a}x_{30^{\circ}C}}}{TOTOX_{m\acute{a}x_{53^{\circ}C}}} = \frac{12.26}{9.20} = 1.33 \quad (\text{Ecuaci3n 10})$$

Tras utilizar los valores obtenidos en la relaci3n de TOTOX a las diferentes condiciones, fue posible obtener los valores de deterioro equivalentes a cada una de las condiciones de aceleraci3n, tal como se muestran en la (*Tabla N. 9.*)

**Tabla N. 9.** Valores de TOTOX correspondiente a las muestras de 43 y 53 °C.

Muestras a 30°C		Muestras a 43°C	Muestras a 53°C
Días	Valor TOTOX (meqO2/g aceite)	Valor TOTOX (meqO2/g aceite)	Valor TOTOX (meqO2/g aceite)
30	7,5	6,4	5,6
60	9,7	8,3	7,3
90	10,4	8,9	7,4
120	10,7	9,2	8,1
150	9,7	8,3	7,3
180	8,1	7,0	6,1

A traves de los nuevos valores TOTOX y las ecuaciones  $TOTOX_{43^{\circ}C} = -5E - 09t^6 + 9E - 07t^5 - 7E - 05t^4 + 0,0024t^3 - 0,0442t^2 + 0,6497t + 2,3908$  y  $TOTOX_{53^{\circ}C} = -0,014t^2 + 0,4906t + 4,3248$ . Se obtuvieron los siguientes valores de equivalencia Vida Útil Acelerada - Vida Útil Condiciones Normales, presentados a continuaci3n en la (*Tabla N.10.*).

Como es posible observar, la curva de TOTOX a 43°C presenta un mejor ajuste que la curva de TOTOX a 53°C, presentando unos valores de ( $R^2=0,9456$ ) y ( $R^2=0,9287$ ) respectivamente. En cuanto al ajuste de la curva a 53°C, no se obtenía mayor diferencia en el valor de  $R^2$ , al incrementar el grado del polinomio, por esta raz3n se utiliz3 como curva de mejor ajuste un polinomio de grado 2.

**Tabla N° .10.** Equivalencia Vida Útil Acelerada - Vida Útil Condiciones Normales.

Muestras a 30°C	Muestras a 43°C	Muestras a 53°C
Días	Días	Días
30	11	3
60	19	7
90	25	8
120	26	11
150	31	26
180	35	31

#### **V.4 ESTIMACIÓN DE VIDA ÚTIL A CONDICIONES NORMALES.**

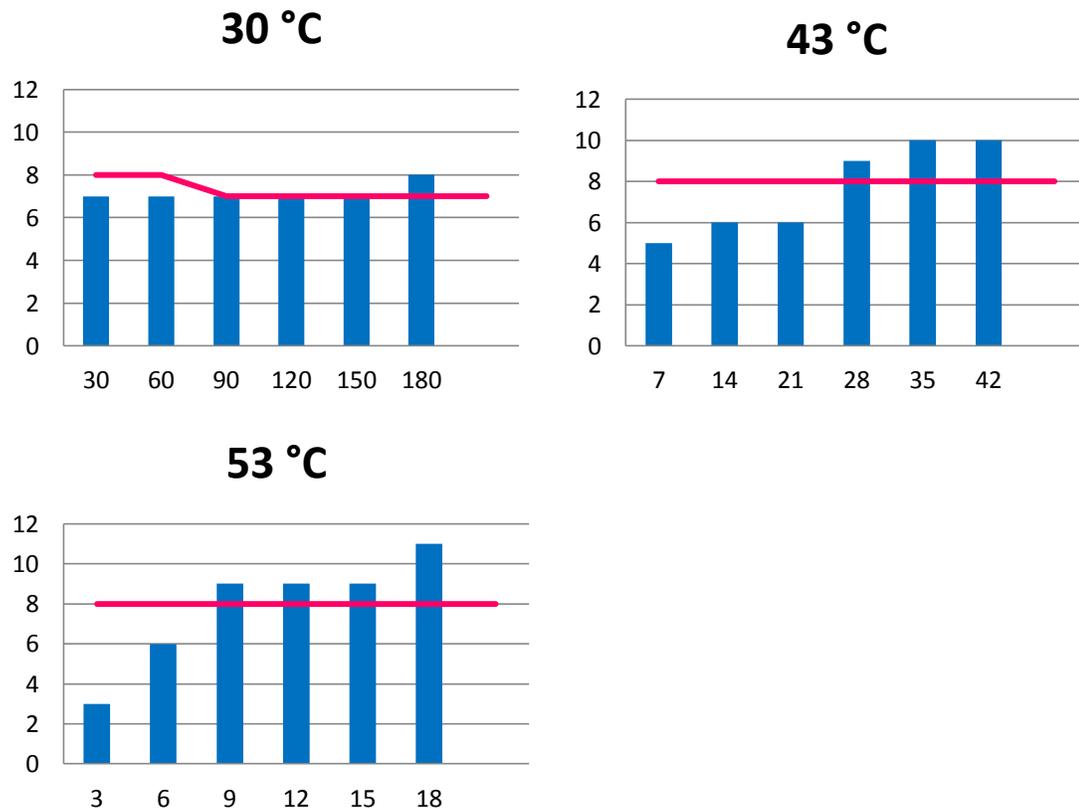
A continuación se presentan los resultados sensoriales obtenidos tras someter unas muestras de Mayonesa Mavesa, con sello de seguridad (linner) a diferentes temperaturas, siendo éstas 30, 43 y 53 °C, a fin de establecer a partir de qué valor de deterioro (Valor TOTOX), se presenta rechazo del producto y de este modo utilizando la correlación descrita en el capítulo anterior, estimar el tiempo de vida útil del producto a condiciones normales.

##### **V.4.1 Evaluación sensorial de la mayonesa a diferentes temperaturas y tiempo de muestreo.**

El seguimiento organoléptico de la mayonesa se llevó a cabo según lo expuesto en el capítulo anterior sección III.8. Los análisis que se llevaron a cabo en las muestras que se encontraban a 43 y 53°C, se realizaron según la frecuencia de muestreo establecidas en la (*Tabla N°.5.*). En cuanto a las muestras que se encontraban a 30°C, los análisis sensoriales se llevaron a cabo de forma mensual, durante seis meses. Los resultados obtenidos, con este tipo de evaluación, permiten establecer si se evidencia o no diferencia significativa entre las muestras presentadas, conocer la percepción del panel evaluador en cuanto a la intensidad de una o varias características del producto al igual que la preferencia que puede existir entre las diferentes muestras presentadas.

A continuación, en los gráficos (*Grafico N°. 9.*), se presentan los resultados obtenidos en la prueba triangular, realizada a las muestras de Mayonesa sometidas a diferentes condiciones de temperatura. En los gráficos, la línea fucsia, corresponde al número crítico en cada una de las evaluaciones realizadas, mientras que las columnas azules, corresponden a la cantidad de evaluadores sensoriales que identificaron de las tres muestras presentadas, las dos que corresponden a un mismo producto.

El número crítico, representa la cantidad mínima de personas requerida en detectar cuáles de las muestras presentadas son similares, para poder evidenciar estadísticamente, que existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas. El nivel de confianza utilizado fue de un 95%. De no alcanzar este valor, no es posible evidenciar que existe diferencia significativa. A fin de establecer el número crítico, se utilizó la tabla presentada en el (*ANEXO 10*) la cual se basa en la tabla de Roessler de una cola ( $p=1/3$ ). (*Mackey, A; Flores, Ingrid; Sosa, Marleny*).



**Grafico N°.9.** Número de personas que acertaron la prueba triangular de las muestras a 30, 43 y 53 °C

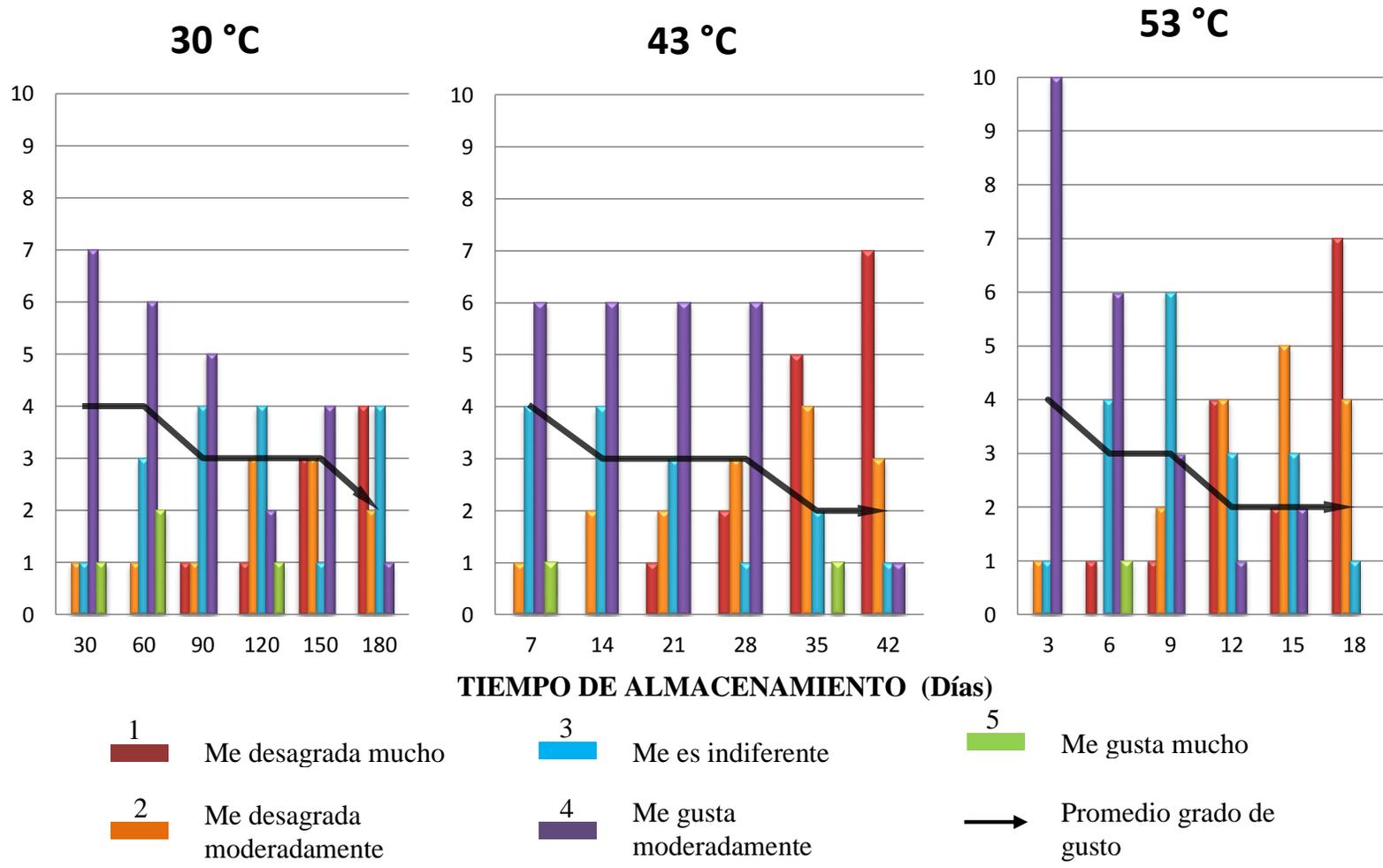
Es importante notar, que para las muestras a 30 °C, a partir de día 90, se evidenció diferencia significativa entre la muestra control (muestra refrigerada) y la muestra a 30°C. En cuanto a las muestras a 43°C, el tiempo necesario para que se evidenciara diferencia significativa, fueron 28 días mientras que en las muestras a 53 °C a los 9 días se evidenció diferencia significativa.

Según lo establecido por la bibliografía, a fin de estimar la vida útil de un producto, a través de la (ecuación 6) se requiere que un 70 – 80 % del panel sensorial identifique correctamente las muestras similares a través de una prueba triangular. Para un grupo de panelista de 12 personas, el 70% corresponde a 9 personas. Para el día 28 de las muestras que se encontraban a 43 °C y el día 9 de las muestras que se encontraban a 53 °C, se obtuvo que un 70% de los panelistas acertaron correctamente, cuáles de las muestras eran similares, sin embargo, a través de los gráficos (*Gráfico N°. 10.*), se puede apreciar que en ambos casos, en promedio, los panelistas indicaron que el producto les da indiferente y en cuando a la caracterización de la mayonesa, en los gráficos (*Gráfico N°. 11.*), se puede observar que tanto la consistencia, sal, acidez, color y rancidez de las muestras, en promedio, se consideran normales. Por esta razón se continuó con el estudio de vida útil.

Al observar los gráficos (*Gráfico N°. 10.*), es posible visualizar que a medida que la temperatura de almacenamiento se incrementa, el grado de gusto por la Mayonesa, disminuye considerablemente, en períodos de tiempo más cortos. Para alcanzar un nivel de agrado (2) el cual representa (Me desagrada moderadamente), la Mayonesa tuvo que permanecer 180 días a 30 °C, 35 días a 43°C y 12 días a 53°C.

A partir de lo descrito anteriormente, es posible determinar cuánto es el incremento de la velocidad de deterioro de la Mayonesa que ha sufrido un incremento de 10 °C, utilizando la ecuación  $Q_{10} = \frac{t_T}{t_{T+10}} = \frac{35}{12} = 2,92 \approx 3$ . Dando como resultado que un incremento de 10°C triplica la velocidad de reacción, siendo aún mayor que el incremento descrito por la bibliografía.

C  
A  
N  
T  
I  
D  
A  
D  
D  
E  
P  
E  
R  
S  
O  
N  
A  
S



**Gráfico N°. 7.** Evaluación sensorial, Prueba de Preferencia (Escala Hedónica), muestras a 30, 43 y 53 °C

Tomando en consideración que un incremento de 10 °C triplica la velocidad de reacción, se puede establecer que un producto que se someta a 33°C, tendrá una duración de 105 días, mientras que a condiciones ideales de almacenamiento 23°C, 315 días.

Por otra parte, a fin de estimar la vida útil de la Mayonesa a través del método propuesto anteriormente, se requiere graficar los valores de TOTOX correspondientes a cada una de las condiciones de ensayo vs tiempo, hasta el momento en el cual, el producto se considera ha alcanzado el fin de su vida útil. Una vez obtenidos los gráficos, se determina la línea de tendencia para cada una de las condiciones, a fin de determinar las constantes de velocidad de reacción a las 3 temperaturas de ensayo. Pudiendo ser visualizadas en los cálculos tipo (4).

Entre las ecuaciones obtenidas se tiene

$$\text{TOTOX } 30^{\circ}\text{C} = 0,0383t + 6,8242$$

$$\text{TOTOX } 43^{\circ}\text{C} = 0,1779t + 4,5614$$

$$\text{TOTOX } 53^{\circ}\text{C} = 0,197t + 5,428$$

dando como resultado  $K_{30^{\circ}\text{C}} = 0,0383$ ,  $K_{43^{\circ}\text{C}} = 0,1779$  y  $K_{53^{\circ}\text{C}} = 0,197$ .

Una vez obtenidas las constantes de velocidad de reacción a cada una de las condiciones de ensayo, se deben graficar los  $\ln(K)$  vs  $1/T$ , con el objetivo de determinar la energía de activación de la reacción de descomposición de la Mayonesa. Esta se obtiene, a través de la pendiente de la recta que se obtuvo en el cálculo tipo (5), dando como resultado  $E_a = 60.754,555 \text{ J} * \text{mol}^{-1}$ , valor que se encuentra dentro del rango  $41.842 - 104.605 \text{ J} * \text{mol}^{-1}$ , indicado por (Guerra y Rosquete, 2001).

La vigencia de la vida útil a las diferentes condiciones de aceleración, se establecieron en función al momento en el cual el panel sensorial, indicó que el

producto no contaba con las condiciones sensoriales aptas para el consumo del producto, a través de la prueba de preferencia, donde el panel sensorial indicó disgustarles moderadamente el producto. Correspondiendo a 180 días en los producto que se encontraban a 30 °C, 35 días a las muestras a 43°C y a los 12 días en las muestras a 53°C.

Tras determinar la correlación que mejor estima la vida útil del producto a las diferentes condiciones de aceleración, se puede estimar este período de tiempo en el que la mayonesa se mantiene en condiciones aceptables para ser consumida, a través del cálculo tipo (6), obteniendo como resultado la siguiente ecuación:

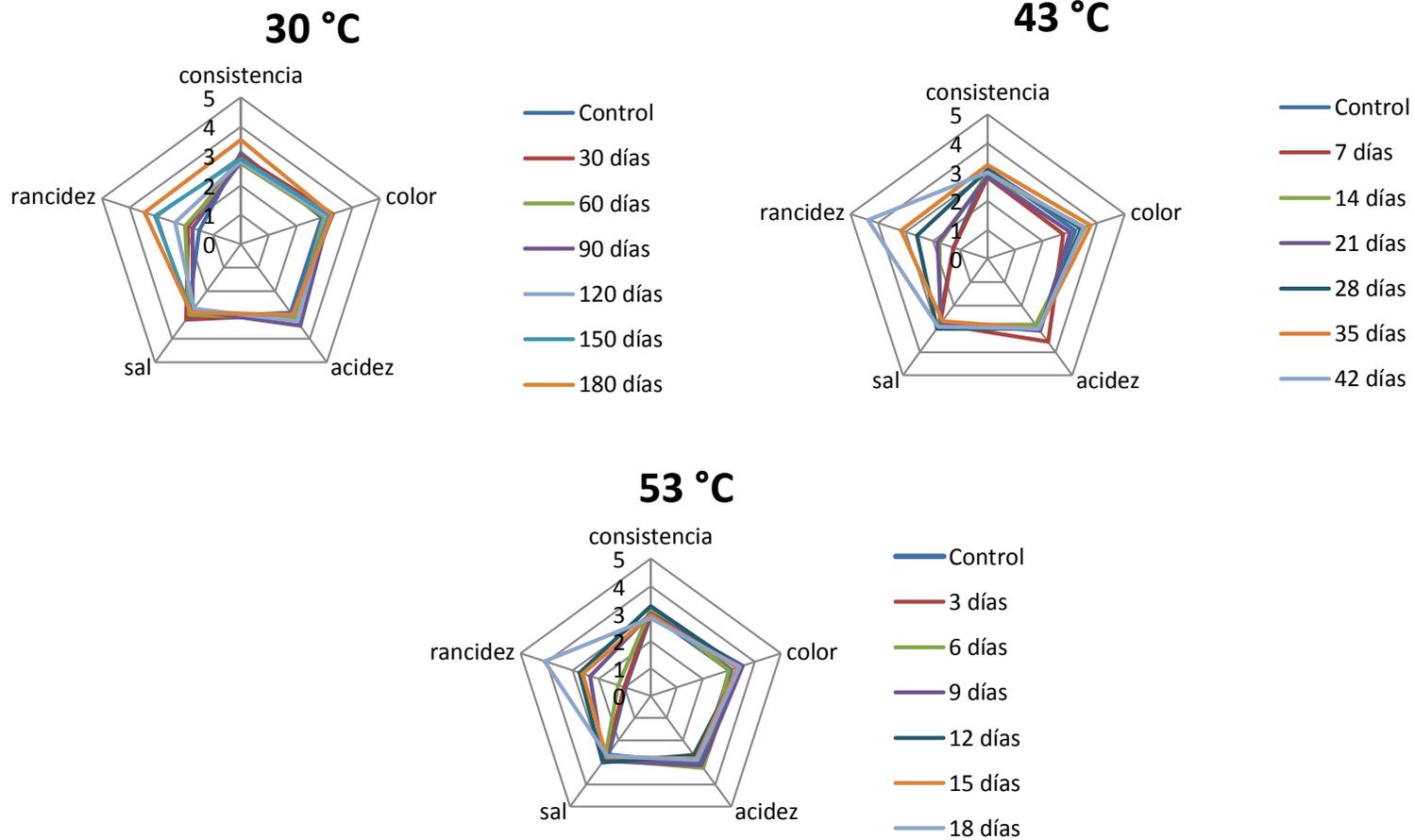
$$Vida \text{ Útil} = 10^{3,7812-0,0513T}$$

La estimación de la vida útil a las diferentes condiciones de ensayo corresponden a valores presentados en la (**Tabla N°. 11**).

**Tabla N° .11.** Estimación de vida útil, utilizando la correlación determinada.

Condición de ensayo (°C)	Tiempo de Vida Útil correlación (días)	Tiempo de Vida Útil experimental (días)	Desviación estándar (%)
30	175	180	2,5
43	38	35	1,5
53	12	12	0

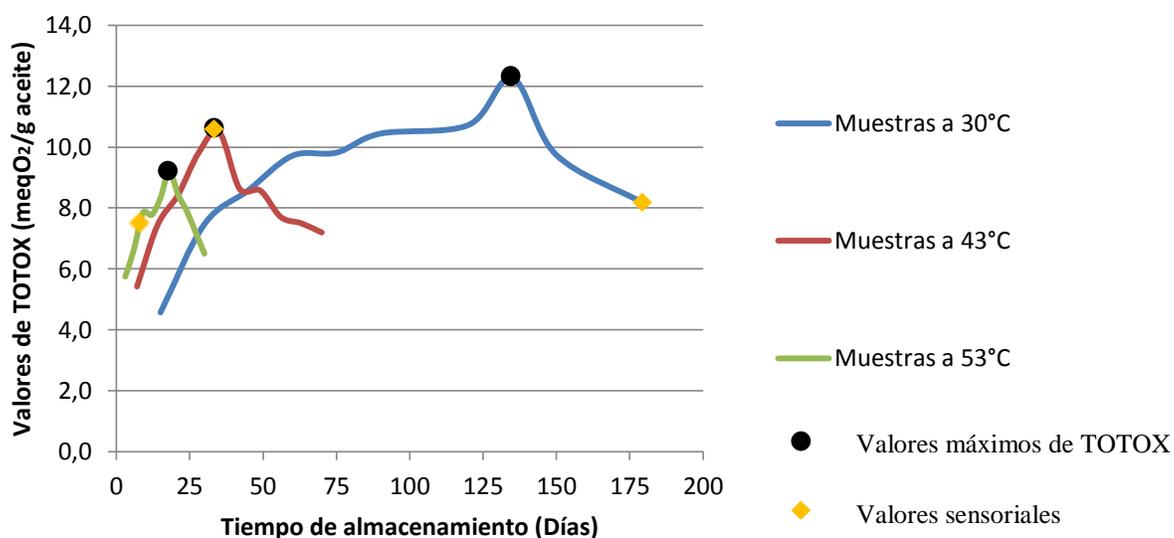
Al comparar los resultados obtenidos a través de la correlación, se puede observar que son similares a los valores obtenidos experimentalmente, de igual manera, al visualizar la desviación estándar en cada una de las temperaturas de ensayo, el porcentaje es menor a un 5% lo cual permite concluir que tanto la metodología desarrollada como la correlación determinada, permite obtener resultados confiables. De igual manera se puede establecer, que como mínimo, la Mayonesa Mavesa tiene una vida útil de 6 meses, pudiendo extenderse al conservar el producto a condiciones de temperatura más bajas y poco variables.



**Gráfico N°. 11.** Evaluación sensorial, Prueba descriptiva, muestras a 30, 43 y 53°C

Con el objeto de establecer una relación entre los valores TOTOX y la evaluación sensorial, se observó, el valor obtenido en TOTOX y en qué posición de la curva se encuentra el momento en el que el panel sensorial indicó que el producto desagradaba moderadamente.

En el (*Gráfico N° .12.*) se puede observar claramente, que a medida que la temperatura de ensayo aumenta, el punto en el que el producto es considerado inaceptable para ser consumido, se va moviendo a la izquierda de las curvas presentadas, esto se debe a que a temperaturas de ensayo más altas, ocurre una mayor formación de compuestos volátiles, en el producto en un período de tiempo más corto.



**Gráfico N° 12.** Establecimiento de relación entre valores TOTOX y resultados sensoriales.

El punto máximo en las curvas, representa momento en el cual, el Índice de Peróxido alcanza su valor máximo para posteriormente comenzar a disminuir considerablemente, por esta razón y dado que no se cuantifican todas las reacciones de deterioro, los valores TOTOX comienzan a disminuir a partir de este valor máximo.

Por lo tanto, considerando que se conocer este valor máximo de TOTOX y el tiempo en que sensorialmente la muestra es rechazada, se establece una relación entre estos parámetros a fin de estimar con el valor de TOTOX el deterioro de la muestra, pudiendo comprobarse con una prueba sensorial al aproximarse al punto de deterioro. Para las muestras que se encontraban a 30 °C, el producto es rechazado sensorialmente, una vez que se alcanza el punto máximo de la curva y el deterioro avanza 3/2 el tiempo; para las mayonesas que se encontraban a 43 °C, se consideran inaceptables, en el punto máximo de la curva; mientras que para las muestras que se sometieron a 53 °C, el rechazo sensorial ocurre cuando el deterioro se encuentra 6/5 por debajo del punto máximo de la curva. Estos valores se obtuvieron según lo expuesto en los cálculos tipo 7.

## **V.5 PREPARACIÓN DE MANUAL**

La preparación de la instrucción de trabajo para la determinación del Índice de p-Anisidina y el procedimiento para la Evaluación de vida útil acelerada de la Mayonesa Mavesa, se encuentran en el (ANEXO 19.) y (ANEXO 20) respectivamente. No se crea el instructivo para la determinación del Índice de Peróxido, dado que la empresa ya cuenta con una instrucción estandarizada de este método.

## **V.6 CORROBORACIÓN DE LA INOCUIDAD DE LA MAYONESA TRAS REALIZAR EL ESTUDIO DE VIDA ÚTIL ACELERADA**

Una vez obtenido rechazo sensorial de la Mayonesa a las diferentes condiciones de temperatura, a parte de la determinación de Índice de Peróxido e Índice de p-Anisidina, se llevó a cabo análisis microbiológico, a fin de verificar la seguridad microbiológica que le confiere las características de Acidez y pH al producto, así como para garantizar que el rechazo producido por el sabor desagradable presentado en el producto, se debe a los aldehídos y cetonas producidos por la rancidez oxidativa, en vez de ser consecuencia de la formación de algún microorganismo.

Como se puede observar en la (*Tabla N°. 12.*), en ambos casos, la carga microbiana en la Mayonesa, se encuentra dentro de los rangos indicados en la COVENIN 90:1994 MAYONESA (3RA REVISION), como los establecidos por la empresa, lo cual permite garantizar que el producto cuenta con una gran seguridad microbiológica, pudiendo ser considerado un producto inocuo. Reafirmando de este modo, que el descriptor crítico de la Mayonesa Mavesa no corresponde a la formación de microorganismos en el producto.

**Tabla N° .12.** Resultados microbiológicos de Mayonesa sometida a 43 °C durante 49 días y Mayonesa sometida a 53 °C durante 21 días.

<b>Análisis Microbiológicos</b>	<b>49 días a 43°C</b>	<b>21 días a 53°C</b>
Acidúricos (UFC/1,25g)	<1	<1
Mohos (UFC/12,5g)	<1	<1
Levaduras (UFC/12,5g)	<1	<1

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las principales conclusiones obtenidas tras el desarrollo del presente trabajo de investigación:

- Se desarrolló la metodología para determinar la vida útil acelerada de la Mayonesa Mavesa, a través de aceleración por estufa, que permite estimar el tiempo de vida útil del producto de manera confiable.
- El deterioro más importante de los productos que contienen aceite, específicamente aceites refinados, viene dado por la rancidez oxidativa.
- La cuantificación de la rancidez oxidativa, se logra a través del Índice de Peróxido y el Índice de p-Anisidina.
- Los análisis principales que permiten obtener resultados confiables, para estimar el tiempo de vida útil de un producto son las pruebas de evaluación sensorial a través de la utilización de un panel sensorial debidamente adiestrado.
- La equivalencia entre vida útil acelerada-vida útil condiciones normales se puede determinar a partir de las curvas TOTOX en función al tiempo de almacenamiento.
- La equivalencia existente entre vida útil acelerada y la vida útil a condiciones normales según las curvas de TOTOX es, 180 días a 30°C corresponden a 35 días a 43°C y 31 a 53°C.
- Según el análisis sensorial la ecuación a través de la cual es posible estimar la vida útil de la mayonesa a diferentes temperaturas es la siguiente:  
$$\text{Vida Útil} = 10^{3,7812-0,0513T}$$

- La vida útil de la Mayonesa Mavesa utilizando la correlación obtenida a 30°C es 175 días  $\approx$  6 meses.
- La elaboración de los manuales, permitirá estandarizar la metodología a utilizar por los analistas de calidad, al momento de requerir determinar la vida útil de la mayonesa.
- La Energía de activación, obtenida en el estudio de vida útil acelerada es, 60754,555 J \* mol<sup>-1</sup>, valor que se encuentra dentro del rango establecido en la bibliografía, lo cual nos indica que la metodología empleada en el estudio, es adecuada.
- Establecer correctamente el modelo a utilizar, para determinar la ecuación que nos permitirá estimar el tiempo de vida útil a condiciones normales de almacenamiento, permite obtener resultados más confiables.
- A través de la correlación determinada, la vida útil de la Mayonesa Mavesa a 30°C, puede considerarse apta para el consumo, durante 175 días  $\approx$  6 meses.
- Es posible establecer una relación entre el valor de TOTOXmax y el rechazo sensorial, a fin de estimar un tiempo de deterioro con antelación a llevar a cabo una evaluación sensorial, la cual en este caso se podría llevar a cabo por un panel sensorial más pequeño, siendo este más especializado en el producto.
- La elaboración de los manuales, permitirá estandarizar la metodología a utilizar por los analistas de calidad, al momento de requerir determinar la vida útil de la mayonesa

Por último, para mejorar la investigación en futuros trabajos sobre este tema, se recomienda:

- Obtener un mejor ajuste en las curvas de TOTOX vs Tiempo de almacenamiento, con el objetivo de obtener resultados de equivalencia vida útil acelerada – vida útil condiciones normales más confiables.

- Establecer un equipo de evaluadores sensoriales que solo participen en estudios de vida útil acelerada, a fin de no sobrecargarlos y evitar saturación sensorial.
- Obtener la relación existente entre los valores de TOTOX y la evaluación sensorial, a través de una correlación entre ambos estudios, a fin de obtener un mejor estimado.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Alton E, Bailey, *Aceites y Grasas Industriales*, Editorial Reverté, S.A, España, 1984.
- (2) Badui Dergal, Salvador, *Química de los Alimentos*, 5ta edición, Pearson Educación, México, 2013.
- (3) Chef Vivien Ney, Obtenida el 02 de agosto del 2014, de <http://380asesorias.wordpress.com/las-emulsiones/>.
- (4) Codex Stan 210-1999, *Norma del Codex para aceites vegetales especificados*.
- (5) Darrell D. Ebbing, Steven D. Gammon, *Química General*, 9na edición, CERGAGE Learning, México, 2010.
- (6) E. Rondon1, E. Pacheco Delahaye y F. Ortega, *Estimación de la vida útil de un análogo comercial de mayonesa utilizando el factor de aceleración Q10*, Maracay, 2004.
- (7) FAO, *Grasas y Aceites en la nutrición humana*, Italia, Roma, 1997.
- (8) F. D. Gunstone, T. P. Hilditch, *Journal of the Chemical Society*, 1945.
- (9) Gordon I. Robertson, *Food Packaging: Principles and Practice*, Third Edition, CRC Press, New York, 2013.
- (10) Gouveia, Elisa, *Factibilidad técnica del uso de envases plásticos de polietilentereftalato para mayonesa*, Valencia, 1995.
- (11) Guerra, M; Rosquete, Y, *Estimación de la vida útil de una fórmula dietética en función de la disminución de lisina disponible*. Ciencia y Tecnología de Alimentos, Brasil, 2001

- (12) Harrison, L. J., Cunningham, F. E, *Influence of frozen storage time on properties of salted yolk and its functionality in mayonnaise*. Journal of Food Quality, 1986.
- (13) J. A. Chritiansen, *Journal of Physical Chemistry*, 1924.
- (14) Jellinek, Gisela, *Sensory Evaluation of Food, Theory and Practice*, VCH, Republic of Germany, 1990.
- (15) Koolman; Rohm, *Bioquímica texto y atlas*, 3ra Edición, Editorial Medica Panamericana, España, Madrid, 2004.
- (16) Mackey, A; Flores, Ingrid; Sosa, Marleny, *Evaluación Sensorial de los Alimentos*, 2da Edición, Ediciones CIEPE, Venezuela, San Felipe, 1984.
- (17) Navas, Mónica, *Estimación de la vida útil sensorial y fisicoquímica de la mayonesa baja en grasa*, Bogotá, 2007.
- (18) Norma ISO 3972:1991 (*Sensory analysis – Methodology –Method of investigating sensitivity of taste*) (*Análisis sensorial – Metodología – Método de investigación de la sensibilidad gustativa*).
- (19) Norma ISO 4120:1983 (*Sensory analysis – Methodology – Triangular Test*) (*Análisis sensorial – Metodología – Prueba Triangular*).
- (20) Norma ISO 5496:2006 (*Sensory analysis — Methodology — Initiation and training of assessors in the detection and recognition of odors*) (*Análisis Sensorial – Metodología – Iniciación y entrenamiento de jueces en la detección y reconocimiento de olores*).
- (21) Norma ISO 8586-1:1994 (*Sensory analysis — General guidance for the selection, training and monitoring of assessors — Part 1: Selected assessors*) (*Análisis sensorial – Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces. Parte 1: Catadores*)

- (22) Pascual Anderson, Rosario, *Enfermedades de origen alimentario*, Ediciones, Díaz de Santos, S.A, España, 2005.
- (23) R. F. Paschke, D. H. Wheeler, *Oil & Soap*, 1944.
- (24) UNAD, Obtenida el 20 de agosto del 2014, de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211615/Modulo\\_exe/211615\\_Mexe/lec\\_cin\\_33\\_propiedades\\_fisicoquimicas\\_de\\_las\\_grasas\\_y\\_aceites.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211615/Modulo_exe/211615_Mexe/lec_cin_33_propiedades_fisicoquimicas_de_las_grasas_y_aceites.html).

## APÉNDICES

### APÉNDICE A. Formato utilizado en la Prueba Triangular

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_/\_\_/\_\_

#### Prueba Triangular

##### Instrucciones:

A continuación se le presentan 3 muestras de \_\_\_\_\_. Cada muestra está codificada. Evalúe las muestras de izquierda a derecha y marque con una equis (X) las dos muestras que usted considere sensorialmente similares

##### Recuerde:

\* Es recomendable tomar agua o comer galleta soda entre las muestras para evitar saturación sensorial

614

340

551

Observaciones:

---

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

**APÉNDICE B.** Formato utilizado en la Prueba Hedónica

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Escala Hedónica

Instrucciones: Marque con una X su juicio sobre cada una de las muestras presentadas

Grado de gusto Código de la muestra	Me desagrada mucho	Me desagrada moderadamente	Me es indiferente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho

Observaciones: \_\_\_\_\_

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

### APÉNDICE C. Formato utilizado en la Prueba Descriptiva

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

#### Prueba descriptiva

Instrucciones: Evalúe las características de las muestras presentadas según la escala de intensidad que se encuentra a mano derecha

Código de la muestra Característica a evaluar		
Consistencia		
Color		
Acidez		
Sal		
Rancidez		

Intensidad	
Extrema	5
Fuerte	4
Normal	3
Débil	2
Ninguna	1

Observaciones: \_\_\_\_\_

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

## Cálculos Tipo

### 1. Índice de Peróxido

$$IP = \frac{V * N * 1000}{G}$$

Para 30 días a 30°C

$$IP = \frac{0,75 * 0,0101 * 1000}{5,016}$$

$$IP = 1,5102$$

### 2. Índice de p-Anisidina

$$IA = \frac{25(1,2 * A_s - A_b)}{G}$$

Para 30 días a 30°C

$$IA = \frac{25(1,2 * 0,397 - 0,147)}{2,005}$$

$$IA = 4,1072$$

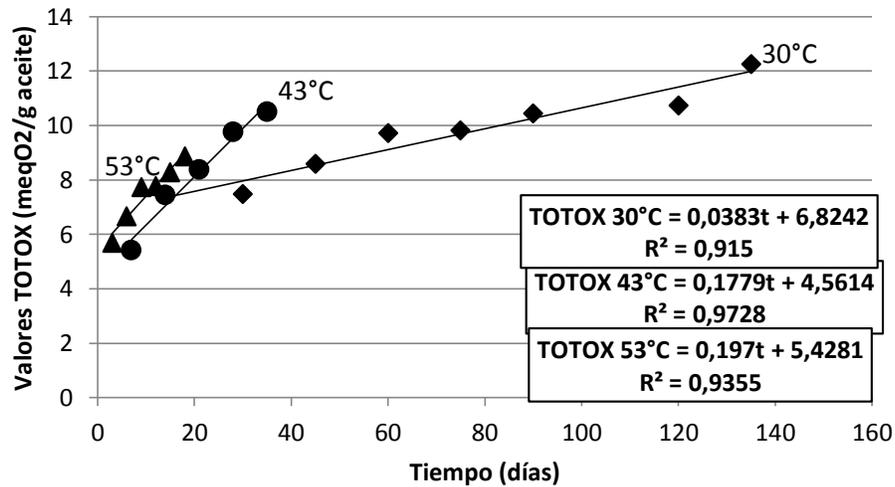
### 3. Valor Totox

$$TOTOX = 2 * IP + IA$$

$$TOTOX = 2 * 1,5102 + 4,1072$$

$$TOTOX = 7,1276$$

#### 4. Determinación de constante de velocidad

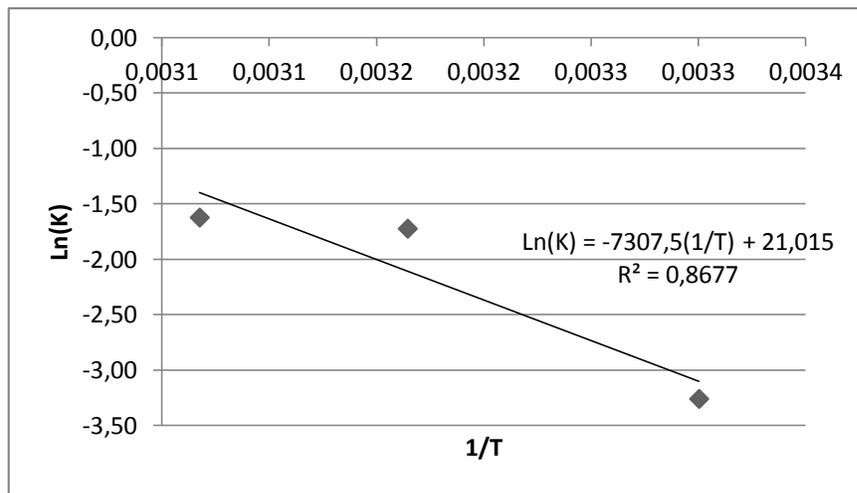


Siendo la pendiente de las líneas de tendencia a cada una de las condiciones de ensayo, las constantes de la velocidad de reacción:

$$K_{53^{\circ}\text{C}} = 0,197, K_{43^{\circ}\text{C}} = 0,1779 \text{ y } K_{30^{\circ}\text{C}} = 0,0383.$$

#### 5. Determinación de Energía de activación

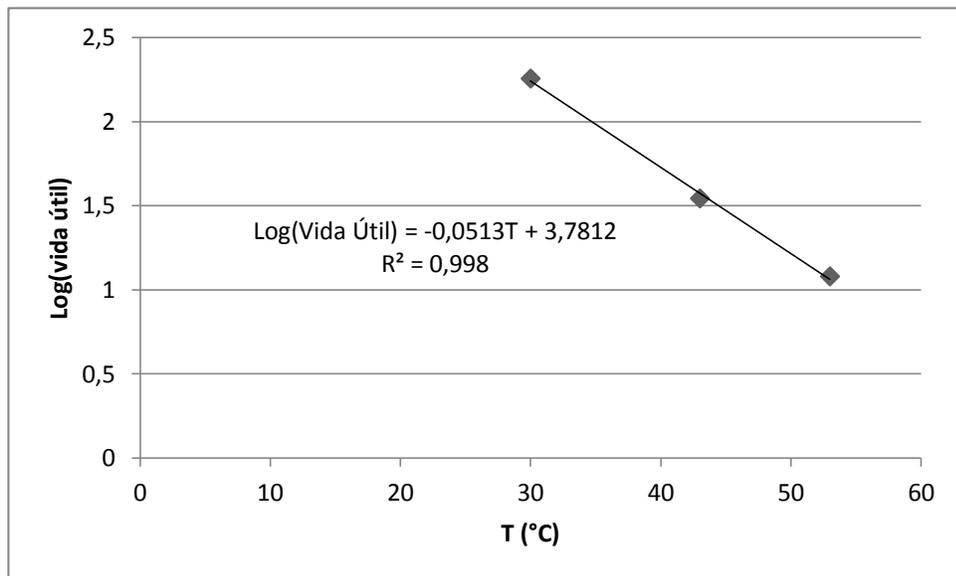
Para determinar la energía de activación, se calcula el  $\ln(K)$  para cada una de las condiciones de ensayo y se grafica  $\ln(K)$  vs  $1/T$ .



A fin de determinar la energía de activación, se tiene que  $-\frac{E_a}{R} = -7307,5 K^{-1}$ , por lo que  $E_a = 60754,555 J * mol^{-1}$

## 6. Estimación de vida útil a condiciones normales

Para estimar la vida útil de la mayonesa, se calcula el Log(Vida Útil) para cada una de las condiciones de ensayo y se grafica Log(Vida Útil) vs T(°C).



A fin de estimar la vida útil de la mayonesa, a través de la  $Log(Vida Útil) = -0,0513T + 3,7812$ , despejando Vida Útil se tiene:

$$Vida Útil = 10^{3,7812-0,0513T}$$

## 7. Establecer correlación entre los valores de TOTOX y la evaluación sensorial

El valor máximo de TOTOX la curva de 30°C, corresponde a 12,26, para la curva de 43°C, se tiene como valor máximo 10,50, mientras que en la curva a 53°C se tiene, que este valor corresponde a 9,2. Mientras que a 30 °C, sensorialmente, se tiene, que el momento en el cual el producto es rechazado por el panel evaluador, este punto se encuentra posterior al punto máximo de

TOTOX, correspondiendo tantas veces pasado el valor máximo, siendo este valor el obtenido a través de la siguiente relación:

$$\frac{TOTOX_{\text{sensorial}}_{30^{\circ}\text{C}}}{TOTOX_{\text{máximo}}_{30^{\circ}\text{C}}} = \frac{8,13}{12,26} = \frac{3}{2}$$

A 43 °C, sensorialmente, se tiene, que el momento en el cual el producto es rechazado por el panel evaluador, coincide con el punto máximo de TOTOX, por lo que la relación obtenida es la siguiente:

$$\frac{TOTOX_{\text{sensorial}}_{43^{\circ}\text{C}}}{TOTOX_{\text{máximo}}_{43^{\circ}\text{C}}} = \frac{10,5}{10,5} = 1$$

Por último, en estudio realizado a 53°C, el panel sensorial, indicó desagradarles el producto antes de alcanzar el valor máximo de TOTOX, por esta razón la equivalencia ocurre tantas veces antes de alcanzar el máximo, siendo este valor el obtenido a través de la siguiente relación:

$$\frac{TOTOX_{\text{sensorial}}_{53^{\circ}\text{C}}}{TOTOX_{\text{máximo}}_{53^{\circ}\text{C}}} = \frac{7,77}{9,20} = \frac{6}{5}$$

## ANEXOS

**ANEXO 1.** Comportamiento de la sal, acidez, pH e índice de peróxido de un Análogo Comercial de Mayonesa durante el almacenamiento a diferentes temperaturas.

<b>Sal (% NaCl)</b>									
<b>Días a 55 °C</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	-	-
	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,65	-	-
<b>Días a 45°C</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	-	-
	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,65	1,65	-	-
<b>Días a 35°C</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>
	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,65	1,65	1,66	1,66
<b>Acidez (% Ácido Acético)</b>									
<b>Días a 55 °C</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	-	-
	0,41	0,44	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	-	-
<b>Días a 45°C</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	-	-
	0,41	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45	0,45	-	-
<b>Días a 35°C</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>
	0,41	0,44	0,44	0,47	0,5	0,5	0,51	0,51	0,52
<b>pH (Adimensional)</b>									
<b>Días a 55 °C</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	-	-
	3,86	3,56	3,72	3,62	3,56	3,7	3,74	-	-
<b>Días a 45°C</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>42</b>	-	-
	3,86	3,59	3,72	3,66	3,86	3,72	3,71	-	-
<b>Días a 35°C</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>
	3,86	3,43	3,53	3,46	3,53	3,59	3,37	3,53	3,56
<b>Índice de Peróxido (meqO<sub>2</sub>/g de aceite)</b>									
<b>Días a 55 °C</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	-	-
	0	0,99	1,49	2	1,99	2,99	3,98	-	-
<b>Días a 45°C</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	-	-
	0	0,99	0,99	2	2,98	3,5	4,07	-	-
<b>Días a 35°C</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>
	0	0	0,99	0,99	1,41	1,9	2,09	2,43	2,99

**ANEXO 2.** Comportamiento de la acidez, pH, consistencia e índice de peróxido de una Mayonesa baja en grasa durante el almacenamiento a 22 y 37°C.

Número de Semanas	Promedio de Acidez a 37°C (%Acidez Acética)	Promedio de Acidez a 22°C (%Acidez Acética)	Promedio de pH a 37°C (Adimensional)	Promedio de pH a 22°C (Adimensional)	Promedio de Consistencia a 37°C (cm/30 segundo)	Promedio de Consistencia a 22°C (cm/30 segundo)	Promedio de Índice de Peróxido a 37°C (meqO <sub>2</sub> /Kg Aceite)	Promedio de Índice de Peróxido a 22°C (meqO <sub>2</sub> /Kg Aceite)
1	0,58	0,59	3,78	3,60	1,50	3,00	0,43	0,24
2	0,59	0,60	3,79	3,68	1,50	3,00	0,51	0,31
3	0,61	0,60	3,82	3,70	1,50	3,00	0,60	0,32
4	0,63	0,61	3,81	3,74	1,50	3,00	0,71	0,53
5	0,62	0,61	3,83	3,74	1,50	3,20	0,91	0,53
6	0,65	0,61	3,80	3,75	2,00	3,50	1,01	0,63
7	0,66	0,62	3,82	3,76	2,00	3,50	1,14	0,71
8	0,68	0,64	3,83	3,80	2,00	3,50	1,25	0,81

**ANEXO 3:** Valores obtenidos en la determinación del Índice de Peróxido, muestras sometidas a 30°C

Días	Masa (g)	Normalidad Tiosulfato (N)	Volumen gastado (ml)	Índice de Peróxido (meqO <sub>2</sub> /g aceite)	Promedio Índice de Peróxido (meqO <sub>2</sub> /g aceite)
15	5,0450	0,0101	10	1,0010	0,8969
	5,0174		8	0,8052	
	5,1391		9	0,8844	
30	5,0160	0,0101	15	1,5102	1,5065
	5,0600		15	1,4970	
	5,0090		15	1,5123	
45	5,0496	0,0101	19	1,9002	2,0252
	5,0818		21	2,0869	
	5,0778		21	2,0885	
60	5,0140	0,0101	26	2,6187	2,6198
	5,0170		27	2,7178	
	5,0040		25	2,5230	
75	5,0309	0,0101	25	2,5095	2,4343
	5,0172		23	2,3150	
	5,0938		25	2,4785	
90	5,1077	0,0101	28	2,7684	2,8493
	5,1056		28	2,7695	
	5,0330		30	3,0101	
120	5,0452	0,0101	29	2,9028	2,8817
	5,0057		30	3,0265	
	5,0206		27	2,7158	
135	5,0388	0,0101	36	3,6080	3,6611
	5,0480		36	3,6014	
	5,0849		38	3,7739	
150	5,0136	0,0101	25	2,5182	2,5921
	5,0255		27	2,7132	
	5,3575		27	2,5450	
180	5,0263	0,0101	19	1,9090	1,9048
	5,0186		19	1,9119	
	5,0677		19	1,8934	

**ANEXO 4:** Valores obtenidos en la determinación del Índice de Peróxido, muestras sometidas a 43°C

Días	Masa (g)	Normalidad Tiosulfato (N)	Volumen gastado (ml)	Índice de Peróxido (meqO <sub>2</sub> /g aceite)	Promedio Índice de Peróxido (meqO <sub>2</sub> /g aceite)
7	5,0210	0,0101	10	1,0058	0,9701
	5,0460		9	0,9007	
	5,0310		10	1,0038	
14	5,0100	0,0101	15	1,5120	1,5314
	5,0200		16	1,6096	
	5,1440		15	1,4726	
21	5,1760	0,0101	19	1,8537	1,9232
	5,0200		20	2,0120	
	5,0400		19	1,9038	
28	5,0120	0,0101	25	2,5190	2,4872
	5,1930		27	2,6256	
	5,0130		23	2,3170	
35	5,0100	0,0101	32	3,2255	3,0485
	5,0330		33	3,3111	
	5,0330		26	2,6088	
42	5,0080	0,0101	19	1,9159	1,8402
	5,0530		18	1,7989	
	5,0340		18	1,8057	
49	5,0744	0,0101	18	1,7913	1,8334
	5,0360		19	1,9053	
	5,0404		18	1,8034	
56	5,0080	0,0101	15	1,5126	1,4365
	5,0430		15	1,5021	
	5,0699		13	1,2949	
63	5,0430	0,0101	17	1,7024	1,3697
	5,0310		15	1,5057	
	5,0446		9	0,9010	
70	5,0340	0,0101	12	1,2038	0,9332
	5,0332		6	0,6020	
	5,0820		10	0,9937	

**ANEXO 5:** Valores obtenidos en la determinación del Índice de Peróxido, muestras sometidas a 53°C

Días	Masa (g)	Normalidad Tiosulfato (N)	Volumen gastado (ml)	Índice de Peróxido (meqO <sub>2</sub> /g aceite)	Promedio Índice de Peróxido (meqO <sub>2</sub> /g aceite)
3	5,0350	0,0101	5	0,5015	0,7324
	5,0040		8	0,8074	
	5,1160		9	0,8884	
6	5,2180	0,0101	12	1,1614	1,1206
	5,0060		11	1,1097	
	5,0927		11	1,0908	
9	5,0400	0,0101	16	1,6032	1,5356
	5,0450		15	1,5015	
	5,0428		15	1,5021	
12	5,1470	0,0101	17	1,6680	1,6217
	5,0461		16	1,6012	
	5,0633		16	1,5958	
15	5,0170	0,0101	19	1,9125	1,9445
	5,0230		18	1,8097	
	5,0230		21	2,1113	
18	5,0320	0,0101	20	2,0072	2,1219
	5,0980		22	2,1793	
	5,0260		18	2,1793	
21	5,0112	0,0101	17	1,7132	1,4307
	5,0698		12	1,1953	
	5,1093		14	1,3838	
24	5,0550	0,0101	11	1,0989	1,0989
	5,1092		14	1,3838	
	5,0752		14	1,3930	
27	5,0050	0,0101	9	0,9081	0,9718
	5,0120		10	1,0076	
	5,0520		10	0,9996	
30	5,0727	0,0101	8	0,7964	0,7640
	5,0497		7	0,7000	
	5,0787		8	0,7955	

**ANEXO 6:** Valores obtenidos en la determinación del Índice de p-Anisidina, muestras sometidas a 30°C

Días	Masa (g)	Absorbancia Blanco (adimensional)	Absorbancia Muestra (adimensional)	Índice de p-Anisidina (meqO <sub>2</sub> /g aceite)	Promedio Índice de p-Anisidina (meqO <sub>2</sub> /g aceite)
15	2,0149	0,103	0,298	3,1590	2,7757
	2,0224	0,108	0,286	2,9074	
	2,048	0,098	0,236	2,2607	
30	2,005	0,147	0,397	4,1072	4,4579
	2,0394	0,135	0,43	4,6705	
	2,0083	0,130	0,416	4,5959	
45	2,0766	0,128	0,414	4,4399	4,5338
	2,0178	0,128	0,415	4,5842	
	2,0209	0,128	0,415	4,5772	
60	2,0066	0,141	0,394	4,1339	4,4768
	2,0173	0,138	0,442	4,8629	
	2,0062	0,141	0,414	4,4338	
75	2,0318	0,125	0,491	5,7117	4,9497
	2,0834	0,122	0,419	4,5695	
	2,0283	0,125	0,413	4,5679	
90	2,0301	0,124	0,398	4,3545	4,7444
	2,071	0,150	0,475	5,0700	
	2,0099	0,145	0,443	4,8087	
120	2,0972	0,178	0,487	4,8446	4,9603
	2,0158	0,131	0,442	4,9534	
	2,0333	0,135	0,457	5,0829	
135	2,0084	0,135	0,454	5,1011	4,9393
	2,0626	0,138	0,455	4,9452	
	2,014	0,140	0,437	4,7716	
150	2,0301	0,144	0,417	4,3889	4,5547
	2,012	0,140	0,425	4,5974	
	2,0534	0,139	0,436	4,6776	
180	2,0301	0,128	0,394	4,2461	4,3343
	2,012	0,127	0,399	4,3713	
	2,0534	0,127	0,406	4,3854	

**ANEXO 7:** Valores obtenidos en la determinación del Índice de p-Anisidina, muestras sometidas a 43°C

Días	Masa (g)	Absorbancia Blanco (adimensional)	Absorbancia Muestra (adimensional)	Índice de p-Anisidina (meqO <sub>2</sub> /g aceite)	Promedio Índice de p-Anisidina (meqO <sub>2</sub> /g aceite)
7	2,0670	0,128	0,359	3,6623	3,4825
	2,0358	0,107	0,391	4,4479	
	2,0280	0,120	0,258	2,3373	
14	2,0020	0,142	0,412	4,4006	4,3772
	2,0672	0,139	0,436	4,6464	
	2,0492	0,138	0,394	4,0845	
21	2,0638	0,135	0,436	4,7025	4,5331
	2,0556	0,135	0,405	4,2688	
	2,0354	0,138	0,429	4,6281	
28	2,0751	0,138	0,482	5,3058	4,7756
	2,0113	0,137	0,422	4,5916	
	2,0973	0,136	0,423	4,4295	
35	2,0619	0,136	0,433	4,6511	4,3971
	2,0298	0,138	0,377	3,8723	
	2,0695	0,138	0,437	4,6678	
42	2,0498	0,133	0,447	4,9200	4,9468
	2,0510	0,143	0,437	4,6490	
	2,0393	0,134	0,470	5,2714	
49	2,0420	0,169	0,475	4,9094	4,9122
	2,0553	0,167	0,470	4,8290	
	2,0537	0,169	0,483	4,9982	
56	2,0872	0,141	0,480	5,2103	4,8279
	2,0990	0,142	0,444	4,6546	
	2,0190	0,143	0,430	4,6186	
63	2,0872	0,137	0,485	5,3229	4,7899
	2,0967	0,137	0,398	4,0611	
	2,0679	0,148	0,467	4,9857	
70	2,0431	0,140	0,486	5,4232	5,3051
	2,0987	0,147	0,489	5,2390	
	2,1302	0,150	0,498	5,2530	

**ANEXO 8:** Valores obtenidos en la determinación del Índice de p-Anisidina, muestras sometidas a 53°C

Días	Masa (g)	Absorbancia Blanco (adimensional)	Absorbancia Muestra (adimensional)	Índice de p-Anisidina (meqO <sub>2</sub> /g aceite)	Promedio Índice de p-Anisidina (meqO <sub>2</sub> /g aceite)
3	2,0130	0,052	0,320	4,1232	4,2300
	2,0180	0,052	0,351	4,5738	
	2,0260	0,052	0,313	3,9931	
6	2,0620	0,161	0,465	4,8133	4,4110
	2,0401	0,140	0,394	4,0782	
	2,0488	0,141	0,414	4,3416	
9	2,2042	0,158	0,463	4,5096	4,6663
	2,0659	0,120	0,420	4,6469	
	2,0083	0,163	0,460	4,8424	
12	2,0210	0,139	0,412	4,3963	4,5288
	2,0938	0,122	0,429	4,6900	
	2,0878	0,133	0,424	4,5000	
15	2,0472	0,135	0,408	4,3303	4,3813
	2,0574	0,136	0,415	4,3988	
	2,0612	0,128	0,410	4,4148	
18	2,0334	0,136	0,428	4,6425	4,6112
	2,0553	0,138	0,430	4,5979	
	2,0443	0,138	0,428	4,5932	
21	2,0149	0,079	0,444	5,6306	5,5373
	1,9999	0,139	0,485	5,5378	
	2,1145	0,142	0,502	5,4435	
24	2,0674	0,148	0,497	5,4223	5,3358
	2,0371	0,146	0,478	5,2477	
	2,0553	0,148	0,489	5,3376	
27	2,0415	0,141	0,474	5,2388	5,2137
	2,0147	0,134	0,468	5,3061	
	2,0555	0,145	0,470	5,0961	
30	2,1125	0,158	0,498	5,2024	5,0176
	2,0775	0,148	0,458	4,8326	
	2,0526	0,152	0,470	5,0179	

**ANEXO 9:** Valores obtenidos en la determinación de los Valores TOTOX de las muestras a 30, 43 y 53 °C respectivamente.

Muestras a 30°C		Muestras a 43°C		Muestras a 53°C	
Días	Valor TOTOX (meqO <sub>2</sub> /g aceite)	Días	Valor TOTOX (meqO <sub>2</sub> /g aceite)	Días	Valor TOTOX (meqO <sub>2</sub> /g aceite)
15	4,5694	7	5,4227	3	5,6949
30	7,4709	14	7,4400	6	6,6523
45	8,5842	21	8,3795	9	7,7375
60	9,7165	28	9,7500	12	7,7721
75	9,8184	35	10,4940	15	8,2703
90	10,4431	42	8,6271	18	8,8551
120	10,7237	49	8,5789	21	8,4458
135	12,2615	56	7,7009	24	7,5337
150	9,7389	63	7,5293	27	7,1573
180	8,1438	70	7,1714	30	6,5474

**ANEXO 10:** Tabla para establecer el valor estadístico significativo en varios niveles de probabilidad para las pruebas de triángulo (una cola  $p=1/3$ )a.

N° de Panelistas (n)	Niveles de Probabilidad						
	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.0005	0.001
5	4	5	5	5	5	5	-
6	5	5	5	5	6	6	-
7	5	6	6	6	6	7	7
8	6	6	6	6	7	7	8
9	6	7	7	7	7	8	8
10	7	7	7	7	8	8	9
11	7	7	8	8	8	9	10
12	8	8	8	8	9	9	10
13	8	8	9	9	9	10	11
14	9	9	9	9	10	10	11
15	9	9	10	10	10	11	12
16	9	10	10	10	11	11	12
17	10	10	10	11	11	12	13
18	10	11	11	11	12	12	13
19	11	11	11	12	12	13	14
20	11	11	12	12	13	13	14
21	12	12	12	13	13	14	15
22	12	12	13	13	14	14	15
23	12	13	13	13	14	15	16
24	13	13	13	14	15	15	16
25	13	14	14	14	15	16	17
26	14	14	14	15	15	16	17
27	14	14	15	15	16	17	18
28	15	15	15	16	16	17	18
29	15	15	16	16	17	17	19
30	15	16	16	16	17	18	19
31	16	16	16	17	18	18	20
32	16	16	17	17	18	19	20
33	17	17	17	18	18	19	21
34	17	17	18	18	19	20	21

35	17	18	18	19	19	20	22
36	18	18	18	19	20	20	22
37	18	18	19	19	20	21	22
38	19	19	19	20	21	21	23
39	19	19	20	20	21	22	23
40	19	20	20	21	21	22	24
41	20	20	20	21	22	23	24
42	20	20	21	21	22	23	25
43	20	21	21	22	23	24	25
44	21	21	22	22	23	24	26
45	21	22	22	23	24	24	26
46	22	22	22	23	24	25	27
47	22	22	23	23	24	25	27
48	22	23	23	24	25	26	27
49	23	23	24	24	25	26	28
50	23	24	24	25	26	26	28
60	27	27	28	29	30	31	33
70	31	31	32	33	34	35	37
80	35	35	36	36	38	39	41
90	38	39	40	40	42	43	45
100	42	43	43	44	45	47	49
<sup>a</sup> Valor(X) que no aparece en la tabla, puede ser calculado con: $x = 0,4714 \cdot z \sqrt{n} + [(2n + 3)/6]$							

**ANEXO 11:** Resultados prueba triangular, muestras a 30, 43 y 53°C.

<b>T = 30°C</b>			
<b>Días</b>	<b>N° de aciertos</b>	<b>N° crítico con un 95% confianza (<math>\alpha=0,05</math>)</b>	<b>¿Existe diferencia significativa?</b>
<b>30</b>	7	8	NO
<b>60</b>	7	8	NO
<b>90</b>	7	7	SI
<b>120</b>	7	7	SI
<b>150</b>	7	7	SI
<b>180</b>	8	7	SI
<b>T = 43°C</b>			
<b>7</b>	5	8	NO
<b>14</b>	6	8	NO
<b>21</b>	6	8	NO
<b>28</b>	9	8	SI
<b>35</b>	10	8	SI
<b>42</b>	10	8	SI
<b>T = 53°C</b>			
<b>3</b>	3	8	NO
<b>6</b>	6	8	NO
<b>9</b>	9	8	SI
<b>12</b>	9	8	SI
<b>15</b>	9	8	SI
<b>18</b>	11	8	SI

**ANEXO 12:** Resultados prueba descriptiva, Mayonesa a 55°C durante 7 días.

<b>7 Días</b>										
	<b>Consistencia</b>		<b>Color</b>		<b>Acidez</b>		<b>Sal</b>		<b>Rancidez</b>	
	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>
<b>Panelista 1</b>	3	3	2	3	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 2</b>	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3
<b>Panelista 3</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 4</b>	3	4	2	2	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 5</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 6</b>	3	4	4	3	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 7</b>	3	4	3	4	3	4	3	3	1	1
<b>Panelista 8</b>	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
<b>Panelista 9</b>	3	3	3	3	3	4	3	3	1	1
<b>Panelista 10</b>	3	3	3	4	4	4	3	3	1	1
<b>Panelista 11</b>	3	3	2	2	3	2	2	2	1	1
<b>Panelista 12</b>	3	3	2	2	2	2	3	2	1	1

ANEXO 13: Resultados prueba descriptiva, Mayonesa a 30°C.

30 días										
	Consistencia		Color		Acidez		Sal		Rancidez	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
Panelista 1	3	3	3	3	2	2	3	3	1	1
Panelista 2	3	3	3	3	4	3	3	3	1	1
Panelista 3	3	3	3	4	3	3	3	3	1	1
Panelista 4	3	3	3	2	2	3	3	3	1	2
Panelista 5	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
Panelista 6	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
Panelista 7	2	4	3	3	2	3	3	3	1	1
Panelista 8	3	2	3	3	3	4	3	4	2	4
Panelista 9	3	2	3	4	3	4	3	3	3	4
Panelista 10	5	4	2	4	4	2	4	4	1	1
60 Días										
	Consistencia		Color		Acidez		Sal		Rancidez	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
Panelista 1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2
Panelista 2	3	3	3	3	3	4	3	3	1	1
Panelista 3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	4
Panelista 4	3	3	3	3	3	2	3	3	1	1
Panelista 5	3	3	3	3	4	3	3	3	1	1
Panelista 6	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2
Panelista 7	3	2	3	3	2	2	3	3	1	1
Panelista 8	2	2	3	3	4	3	3	3	3	3
Panelista 9	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3
Panelista 10	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Panelista 11	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
Panelista 12	2	3	3	3	3	3	3	3	1	1
90 Días										
	Consistencia		Color		Acidez		Sal		Rancidez	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
Panelista 1	3	3	3	3	3	4	2	2	1	1
Panelista 2	2	3	3	3	3	4	4	3	1	1
Panelista 3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4
Panelista 4	3	3	3	3	3	4	3	3	1	1
Panelista 5	2	3	3	4	2	2	2	2	1	1
Panelista 6	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1

<b>Panelista 7</b>	3	2	3	4	3	5	3	3	2	2
<b>Panelista 8</b>	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3
<b>Panelista 9</b>	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3
<b>Panelista 10</b>	3	3	3	4	3	4	3	3	1	1
<b>Panelista 11</b>	3	2	3	3	3	3	3	3	1	1
<b>120 Días</b>										
	<b>Consistencia</b>		<b>Color</b>		<b>Acidez</b>		<b>Sal</b>		<b>Rancidez</b>	
	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>
<b>Panelista 1</b>	2	2	3	2	3	3	3	3	3	4
<b>Panelista 2</b>	3	3	4	3	3	4	2	2	2	2
<b>Panelista 3</b>	3	4	3	4	4	3	3	3	1	1
<b>Panelista 4</b>	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2
<b>Panelista 5</b>	3	2	3	3	3	4	3	3	1	1
<b>Panelista 6</b>	3	3	3	3	4	3	3	3	1	1
<b>Panelista 7</b>	3	2	3	3	2	4	3	3	1	3
<b>Panelista 8</b>	2	3	3	3	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 9</b>	3	3	3	3	4	3	3	3	1	4
<b>Panelista 10</b>	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4
<b>Panelista 11</b>	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3
<b>150 Días</b>										
	<b>Consistencia</b>		<b>Color</b>		<b>Acidez</b>		<b>Sal</b>		<b>Rancidez</b>	
	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>
<b>Panelista 1</b>	3	3	3	3	3	4	3	3	2	4
<b>Panelista 2</b>	2	2	3	4	3	2	3	3	3	3
<b>Panelista 3</b>	2	3	3	4	3	3	3	3	3	4
<b>Panelista 4</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Panelista 5</b>	3	3	3	3	4	2	3	2	2	4
<b>Panelista 6</b>	2	3	3	3	4	4	3	3	4	3
<b>Panelista 7</b>	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4
<b>Panelista 8</b>	3	3	3	3	2	2	3	3	1	1
<b>Panelista 9</b>	2	3	3	3	2	3	3	2	1	1
<b>Panelista 10</b>	2	3	3	3	3	3	3	4	1	4
<b>Panelista 11</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
<b>180 Días</b>										
	<b>Consistencia</b>		<b>Color</b>		<b>Acidez</b>		<b>Sal</b>		<b>Rancidez</b>	
	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>
<b>Panelista 1</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	2	5
<b>Panelista 2</b>	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3

<b>Panelista 3</b>	2	2	3	4	3	3	3	3	3	4
<b>Panelista 4</b>	3	4	3	2	3	4	3	3	3	5
<b>Panelista 5</b>	3	4	3	3	4	2	3	2	2	5
<b>Panelista 6</b>	2	4	3	4	4	3	3	3	4	4
<b>Panelista 7</b>	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3
<b>Panelista 8</b>	3	4	3	3	2	2	3	3	1	2
<b>Panelista 9</b>	2	4	3	3	2	2	3	3	1	1
<b>Panelista 10</b>	2	4	3	4	3	4	3	3	1	2
<b>Panelista 11</b>	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4

ANEXO 14: Resultados prueba descriptiva, Mayonesa a 43°C.

7 Días										
	Consistencia		Color		Acidez		Sal		Rancidez	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
Panelista 1	4	3	3	4	3	4	3	3	1	1
Panelista 2	3	3	5	2	3	5	3	3	1	1
Panelista 3	3	2	4	3	3	4	3	3	3	3
Panelista 4	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
Panelista 5	4	4	5	2	3	3	3	3	1	1
Panelista 6	3	4	2	3	3	4	3	3	1	1
Panelista 7	3	2	3	3	4	5	3	3	1	1
Panelista 8	4	3	3	3	3	3	3	2	1	1
Panelista 9	2	3	4	3	3	3	3	3	1	1
Panelista 10	4	3	3	2	3	4	3	3	1	1
Panelista 11	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Panelista 12	3	3	3	3	3	4	3	3	1	1
Panelista 13	3	3	3	3	4	4	3	3	1	1
Panelista 14	3	3	2	2	3	2	2	2	1	1
Panelista 15	3	2	2	2	2	4	3	2	1	1
Panelista 16	3	2	3	3	2	2	3	3	1	1
14 Días										
	Consistencia		Color		Acidez		Sal		Rancidez	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
Panelista 1	3	3	2	3	3	3	3	3	1	1
Panelista 2	3	3	2	3	4	3	4	3	2	2
Panelista 3	3	2	3	4	3	1	3	1	1	1
Panelista 4	3	3	2	4	2	4	3	3	2	4
Panelista 5	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1
Panelista 6	4	3	3	4	4	3	3	3	2	2
Panelista 7	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4
Panelista 8	2	3	3	4	3	3	3	3	3	4
Panelista 9	3	3	3	4	2	2	3	3	1	1
Panelista 10	2	2	3	3	3	3	2	2	1	1
Panelista 11	3	4	3	3	3	4	3	3	1	1
Panelista 12	3	4	3	4	2	3	3	3	1	1
Panelista 13	3	3	3	3	3	2	3	3	1	1
Panelista 14	3	3	3	4	4	3	3	3	1	1
Panelista 15	3	2	3	3	2	2	3	3	1	1
Panelista 16	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3

<b>Panelista 17</b>	2	3	3	4	3	3	3	3	1	1
<b>21 Días</b>										
	<b>Consistencia</b>		<b>Color</b>		<b>Acidez</b>		<b>Sal</b>		<b>Rancidez</b>	
	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>
<b>Panelista 1</b>	3	2	4	2	2	2	2	2	3	2
<b>Panelista 2</b>	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
<b>Panelista 3</b>	3	3	2	3	3	4	3	3	2	3
<b>Panelista 4</b>	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3
<b>Panelista 5</b>	2	3	3	2	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 6</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
<b>Panelista 7</b>	2	2	3	4	2	3	3	3	4	3
<b>Panelista 8</b>	2	3	3	3	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 9</b>	3	4	3	3	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 10</b>	2	3	3	3	4	3	3	3	1	1
<b>Panelista 11</b>	3	3	3	2	3	4	3	3	1	1
<b>Panelista 12</b>	3	2	3	3	2	2	2	1	1	1
<b>28 Días</b>										
	<b>Consistencia</b>		<b>Color</b>		<b>Acidez</b>		<b>Sal</b>		<b>Rancidez</b>	
	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>
<b>Panelista 1</b>	3	3	3	4	3	3	3	3	3	5
<b>Panelista 2</b>	3	3	3	5	3	3	3	3	2	5
<b>Panelista 3</b>	3	3	3	3	4	4	3	4	1	1
<b>Panelista 4</b>	3	3	4	3	2	3	3	3	4	3
<b>Panelista 5</b>	2	3	2	3	4	2	3	3	3	4
<b>Panelista 6</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Panelista 7</b>	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1
<b>Panelista 8</b>	3	3	3	4	3	4	3	3	1	2
<b>Panelista 9</b>	3	3	3	4	4	3	3	3	1	1
<b>Panelista 10</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 11</b>	3	3	2	2	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 12</b>	4	4	2	4	3	3	3	3	3	4
<b>35 Días</b>										
	<b>Consistencia</b>		<b>Color</b>		<b>Acidez</b>		<b>Sal</b>		<b>Rancidez</b>	
	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>
<b>Panelista 1</b>	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3
<b>Panelista 2</b>	3	3	3	3	2	1	2	2	1	2
<b>Panelista 3</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2
<b>Panelista 4</b>	3	4	3	4	3	3	3	3	1	4

<b>Panelista 5</b>	3	3	3	4	3	3	3	3	1	4
<b>Panelista 6</b>	3	3	3	4	3	2	3	2	1	4
<b>Panelista 7</b>	4	4	2	3	4	3	3	3	1	1
<b>Panelista 8</b>	3	2	3	4	3	3	2	2	2	1
<b>Panelista 9</b>	2	3	4	3	3	3	2	3	4	2
<b>Panelista 10</b>	3	3	3	4	3	3	3	3	3	5
<b>Panelista 11</b>	3	4	3	4	3	5	3	3	1	5
<b>Panelista 12</b>	3	3	4	5	3	3	2	2	4	5
<b>42 Días</b>										
	<b>Consistencia</b>		<b>Color</b>		<b>Acidez</b>		<b>Sal</b>		<b>Rancidez</b>	
	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>	<b>Control</b>	<b>Prueba</b>
<b>Panelista 1</b>	3	2	3	4	3	2	3	2	1	5
<b>Panelista 2</b>	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4
<b>Panelista 3</b>	3	2	4	3	4	2	2	2	1	-
<b>Panelista 4</b>	3	3	3	4	3	3	3	3	3	5
<b>Panelista 5</b>	3	3	3	4	3	2	3	2	1	5
<b>Panelista 6</b>	3	3	3	3	2	2	3	3	1	-
<b>Panelista 7</b>	3	4	3	4	3	4	3	4	1	
<b>Panelista 8</b>	3	3	3	4	3	4	3	3	3	5
<b>Panelista 9</b>	2	4	3	4	4	3	4	3	2	-
<b>Panelista 10</b>	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3
<b>Panelista 11</b>	3	3	3	4	3	4	3	3	1	4
<b>Panelista 12</b>	3	3	3	2	4	4	3	4	1	4

ANEXO 15: Resultados prueba descriptiva, Mayonesa a 53°C.

3 Días										
	Consistencia		Color		Acidez		Sal		Rancidez	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
Panelista 1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
Panelista 2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4
Panelista 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Panelista 4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	1
Panelista 5	3	3	4	3	3	2	3	2	3	3
Panelista 6	3	3	3	4	3	3	3	3	1	1
Panelista 7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Panelista 8	3	3	3	4	2	4	2	1	1	1
Panelista 9	3	3	4	3	4	3	3	3	1	1
Panelista 10	3	3	1	3	3	4	2	3	1	2
Panelista 11	3	3	2	3	3	4	3	3	1	1
Panelista 12	3	3	2	3	2	3	2	3	1	1
6 Días										
	Consistencia		Color		Acidez		Sal		Rancidez	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
Panelista 1	3	4	-	2	-	4	3	3	1	1
Panelista 2	3	4	4	4	-	3	3	3	3	3
Panelista 3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
Panelista 4	4	2	-	2	3	3	3	3	1	1
Panelista 5	3	4	2	4	-	3	3	3	1	1
Panelista 6	2	3	4	3	3	3	3	3	1	1
Panelista 7	4	3	3	3	3	4	3	3	1	2
Panelista 8	3	3	2	4	3	2	3	2	3	2
Panelista 9	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
Panelista 10	3	4	3	3	4	3	3	3	1	1
Panelista 11	3	3	2	2	3	2	2	2	1	1
Panelista 12	3	3	2	2	2	3	3	2	1	1
9 Días										
	Consistencia		Color		Acidez		Sal		Rancidez	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
Panelista 1	3	3	2	4	3	3	3	3	2	4
Panelista 2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
Panelista 3	3	3	3	4	3	3	4	3	2	4
Panelista 4	4	1	4	2	3	4	4	4	1	1

<b>Panelista 5</b>	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4
<b>Panelista 6</b>	3	3	3	4	3	4	3	3	1	2
<b>Panelista 7</b>	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3
<b>Panelista 8</b>	4	2	4	3	2	2	2	3	1	1
<b>Panelista 9</b>	5	4	3	5	3	3	3	3	2	1
<b>Panelista 10</b>	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3
<b>Panelista 11</b>	4	4	3	4	3	3	3	3	2	2
<b>Panelista 12</b>	3	4	2	4	4	3	2	2	2	5

**12 Días**

	Consistencia		Color		Acidez		Sal		Rancidez	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
<b>Panelista 1</b>	3	2	3	3	3	1	3	1	1	5
<b>Panelista 2</b>	3	3	3	3	3	2	3	3	1	1
<b>Panelista 3</b>	4	3	3	3	4	3	3	3	3	5
<b>Panelista 4</b>	3	3	3	5	3	3	3	3	4	3
<b>Panelista 5</b>	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
<b>Panelista 6</b>	4	3	3	5	4	2	3	2	2	5
<b>Panelista 7</b>	3	2	3	4	3	3	3	3	1	2
<b>Panelista 8</b>	3	3	3	4	3	2	3	3	1	3
<b>Panelista 9</b>	5	4	4	4	5	4	4	4	1	1
<b>Panelista 10</b>	4	4	2	1	4	3	4	3	1	3
<b>Panelista 11</b>	3	4	3	3	3	2	3	3	1	1
<b>Panelista 12</b>	3	3	2	4	3	3	3	3	2	4

**15 Días**

	Consistencia		Color		Acidez		Sal		Rancidez	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
<b>Panelista 1</b>	3	3	3	2	3	3	3	3	1	1
<b>Panelista 2</b>	3	3	3	3	2	3	4	4	2	2
<b>Panelista 3</b>	3	3	3	4	3	3	3	3	1	2
<b>Panelista 4</b>	3	3	3	4	3	2	3	2	1	4
<b>Panelista 5</b>	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4
<b>Panelista 6</b>	4	4	3	2	4	2	3	2	2	2
<b>Panelista 7</b>	3	2	4	3	3	3	3	3	4	3
<b>Panelista 8</b>	2	2	3	4	3	2	3	2	2	2
<b>Panelista 9</b>	2	3	3	3	2	1	2	1	1	5
<b>Panelista 10</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2
<b>Panelista 11</b>	2	2	3	4	3	2	3	2	3	3
<b>Panelista 12</b>	3	3	2	4	3	3	3	3	2	5

18 Días										
	Consistencia		Color		Acidez		Sal		Rancidez	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
<b>Panelista 1</b>	3	4	3	4	3	3	3	3	3	5
<b>Panelista 2</b>	3	2	4	2	2	2	2	2	3	5
<b>Panelista 3</b>	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4
<b>Panelista 4</b>	3	3	2	3	3	4	3	3	2	3
<b>Panelista 5</b>	2	3	3	2	3	3	3	2	1	5
<b>Panelista 6</b>	3	2	3	4	3	4	3	4	2	5
<b>Panelista 7</b>	2	4	3	5	2	-	3	-	4	5
<b>Panelista 8</b>	2	3	3	4	3	2	3	2	1	2
<b>Panelista 9</b>	3	3	3	3	3	2	3	3	1	1
<b>Panelista 10</b>	2	2	3	4	4	3	3	3	1	4
<b>Panelista 11</b>	3	3	3	2	3	3	3	2	1	5
<b>Panelista 12</b>	3	2	3	4	2	-	2	-	1	5

**ANEXO 16:** Resultados prueba de preferencia, Mayonesa a 30°C.

	30 días		60 Días		90 Días		120 Días		150 Días		180 Días	
	Control	Prueba										
<b>Panelista 1</b>	4	4	3	3	4	4	3	1	3	4	3	2
<b>Panelista 2</b>	4	4	4	3	3	4	3	3	4	1	4	2
<b>Panelista 3</b>	3	4	4	5	4	4	4	3	3	4	3	3
<b>Panelista 4</b>	4	4	4	5	5	4	3	4	2	2	2	3
<b>Panelista 5</b>	5	4	4	4	3	3	2	3	4	2	4	3
<b>Panelista 6</b>	4	4	4	4	4	4	4	5	1	4	1	3
<b>Panelista 7</b>	4	5	3	3	3	1	3	4	3	1	3	1
<b>Panelista 8</b>	5	2	4	4	3	3	5	2	4	4	4	1
<b>Panelista 9</b>	5	4	4	2	3	2	3	2	3	1	3	1
<b>Panelista 10</b>	2	3	5	4	3	3	3	2	4	2	4	4
<b>Panelista 11</b>	-	-	4	4	4	3	3	3	4	3	4	1
<b>Panelista 12</b>	-	-	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mediana</b>	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	2
<b>Valor-P</b>	0,519821		0,494968		0,536312		0,396563		-		-	

**ANEXO 17:** Resultados prueba de preferencia, Mayonesa a 43°C.

	7 días		14 Días		21 Días		28 Días		35 Días		42 Días	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
<b>Panelista 1</b>	5	3	4	3	4	3	4	1	4	3	4	1
<b>Panelista 2</b>	4	3	4	4	2	2	4	1	4	3	3	1
<b>Panelista 3</b>	4	4	4	4	4	4	4	2	4	1	4	4
<b>Panelista 4</b>	5	4	1	2	4	3	2	3	4	1	4	1
<b>Panelista 5</b>	5	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	1
<b>Panelista 6</b>	3	5	4	4	4	4	4	4	4	1	4	2
<b>Panelista 7</b>	4	3	2	3	2	1	4	4	3	5	4	3
<b>Panelista 8</b>	4	4	4	4	3	4	2	2	5	2	5	1
<b>Panelista 9</b>	4	3	4	4	2	2	3	4	3	1	4	1
<b>Panelista 10</b>	4	4	4	3	3	4	4	4	4	1	4	2
<b>Panelista 11</b>	4	4	3	3	4	4	4	4	4	2	1	2
<b>Panelista 12</b>	1	2	4	4	3	3	4	2	3	2	4	1
<b>Mediana</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	1
<b>Valor-P</b>	0,109036		0,221075		0,87505		0,312812		0,000694079		0,000484565	

**ANEXO 18:** Resultados prueba de preferencia, Mayonesa a 53°C.

	3 días		6 Días		9 Días		12 Días		15 Días		18 Días	
	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba	Control	Prueba
<b>Panelista 1</b>	3	4	5	3	4	2	5	1	5	4	4	1
<b>Panelista 2</b>	3	4	4	4	3	4	2	3	4	4	2	1
<b>Panelista 3</b>	4	3	4	4	4	3	4	1	4	2	4	2
<b>Panelista 4</b>	3	4	5	4	4	2	2	1	4	2	4	3
<b>Panelista 5</b>	5	4	5	4	4	3	5	2	5	1	4	1
<b>Panelista 6</b>	4	4	3	5	4	3	4	1	4	3	4	1
<b>Panelista 7</b>	4	4	4	3	5	4	3	2	2	3	2	1
<b>Panelista 8</b>	3	4	4	3	3	3	3	2	3	2	3	2
<b>Panelista 9</b>	3	4	4	3	5	4	4	3	5	1	2	2
<b>Panelista 10</b>	4	2	2	4	3	3	4	2	3	2	3	2
<b>Panelista 11</b>	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	1
<b>Panelista 12</b>	4	4	1	1	4	1	4	3	4	2	3	1
<b>Mediana</b>	4	4	4	4	4	3	4	2	4	2	4	1
<b>Valor-P</b>	0,792865		0,108766		0,00358874		0,000572362		0,00928146		0,000263777	

**ANEXO 19:** Instrucción: Determinación Del Índice de p-Anisidina (Planta de Salsas y Untables).

**Propósito:**

Determinar la magnitud o grado de oxidación secundaria sufrido por el aceite.

**Glosario de Términos:**

**Oxidación Secundaria:** reacción en la que los hidroperóxidos se rompen para formar aldehídos, cetonas, etc.

**Índice de p-Anisidina:** es 100 veces la densidad óptica medida a 350 nm en una celda de 1 cm. de una solución que contiene 1.0 g de aceite en 100 ml de una mezcla de reactivo y solventes. la p-anisidina reacciona con los compuestos aldehídicos en aceites y grasas. (Específicamente, 2-alquenes y dienes)

**Equipos y/o Materiales:**

- Balón aforado de 25 ml y su tapón respectivo.
- Pipeta volumétrica de 1 ml y 5 ml.
- Balanza.
- Cronómetro o reloj.
- Campana de extracción de gases.
- Espectrofotómetro.
- Celdas de 1cm.

**Condiciones de Seguridad, Orden y Limpieza:**

Recordar el uso de los equipo de protección personal:

- Bata de Laboratorio.
- Bota de Seguridad.
- Guantes Quirúrgicos.
- Mascarilla
- Lentes de Seguridad.

- Cuidado con el manejo del material de vidrio.
- Trabajar en la campana extractora de gases.

### **Medidas de Seguridad**

**p-Anisidina:** Cristales fuertemente irritante y tóxico cuando es absorbido a través de la piel. Tras la absorción causa vértigo, somnolencia, dolor de cabeza y dificultad respiratoria, además puede provocar náuseas, vómito y coloración azulada de los labios, las uñas y la piel. El valor límite umbral (TLV) es de 0,1 ppm.

**Ácido acético:** La solución en agua es moderadamente ácida. Ataca muchos metales en presencia de agua. La sustancia irrita los ojos.

**Hexano:** Líquido incoloro volátil, de olor característico. El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo. Tras la absorción causa vértigo, somnolencia y dolor de cabeza, además puede provocar náuseas, debilidad, enrojecimiento y pérdida del conocimiento.

**Nota:** Consultar las hojas de seguridad de todos los reactivos involucrados en esta metodología antes de realizarla.

### **Soluciones y/o Reactivos:**

- p-Anisidina.
- Ácido Acético Glacial
- Hexano.

### **Preparación de Soluciones:**

–**Solución p-Anisidina – Ácido Acético Glacial.** En un balón aforado ámbar de 100 ml, agregar 0,5 g de p-Anisidina. Luego Disolver y diluir a volumen con Ácido Acético Glacial.

### **Instrucciones:**

#### **Analista de Calidad:**

- a. Peso 2 g de la muestra (Aceite), en un balón aforado de 25 mL. Disolver y diluir a volumen con Hexano.
- b. Medir la absorbancia ( $A_0$ ) de la solución (Aceite + Hexano) a 350 nm en una celda con el espectrofotómetro, usando de referencia una celda llena con solvente (Hexano) como blanco de referencia.
- c. Colocar con la pipeta 5 mL de la solución (Aceite + Hexano) en balón aforado y exactamente 5 mL de solvente (Hexano) en un segundo balón aforado. Por medio de una pipeta de 1 mL añade exactamente esa cantidad de la solución p-Anisidina – Ácido Acético Glacial en cada balón, y agitar.
- d. Después de exactamente 10 minutos medir la absorbancia ( $A_s$ ) del primer balón aforado a 350 nm, usando la solución del segundo balón aforado como blanco de referencia.

#### **Nota:**

1. En almacenamiento, el p-Anisidina tiende a oscurecerse como resultado de la oxidación. Los cristales de anisidina, que deben ser de color crema, deben ser almacenados en 0°C y 4°C en una botella oscura. Los cristales no deben ser expuestos a luz fuerte y deben ser usados antes de que sea observado cualquier cambio de color. Un reactivo incoloro puede ser descolorizado y disuelto mediante la siguiente forma. Disolver 4,0 g de p-Anisidina en 100 mL de agua a 75°C. Agregar 0,2 g de sulfito de sodio y 2,0 g de carbono activo y remover por 5 minutos. Luego filtrar a través de un doble filtro de papel. Si el carbono pasa a través, repetir el filtrado. Enfriar la solución del filtrado a 0°C, permitiendo mantener esta temperatura por lo menos 4 horas, o preferiblemente, una noche. Filtrar el p-anisidina cristalizado y lavar con una pequeña cantidad de agua a 0°C. Después de secado en un secador de vacío, transferir los cristales a una botella marrón de vidrio. Si se almacena en un

sitio oscuro y a baja temperatura los cristales obtenidos no deberían oscurecerse apreciablemente por un año.

2. Las soluciones reactivas con una absorbancia mayor a 0,200 cuando son medidas en una celda de 1,00 cm a 350 nm contra iso-octano o n-hexano como blanco de referencia debe ser descartado.

### **Cálculos**

#### **Cálculo del índice de p-Anisidina**

$$IA = 25 \times (1.2 \times A_s - A_o) / G$$

Donde:

**IA** = Índice de p-Anisidina.

**As** = Absorbancia de la solución de grasa después de la reacción con el reactivo p-Anisidina.

**Ao** = Absorbancia de la solución de grasa.

**G** = Peso de la muestra.

#### **Documentos de Referencia y/o Anexos:**

- A.O.C.S N° Cd 18 – 90 (1996). Determinación del índice de p-Anisidina.

**ANEXO 20:** Procedimiento: Evaluación de vida útil acelerada de la Mayonesa Mavesa.

**Propósito:**

Describir las actividades que se deben realizar para identificar y evaluar el comportamiento de los productos terminados que presentan algún cambio de empaque y/o proceso productivo a fin de establecer si existen cambios en la vida útil del producto, evitando afectar la calidad del producto elaborado en los establecimientos productivos de Alimentos Polar.

**Alcance y Áreas Involucradas:**

Este procedimiento es aplicable a los productos terminados que presentan algún cambio en el empaque y/o proceso productivo. Afecta a las áreas de Calidad, I&D, Empaque

**Glosario de Términos:**

**Producto Terminado:** Producto que surge de un proceso de producción

**Material de empaque:** Todo material usado para contener, proteger, preservar y presentar el producto final.

**Vida útil:** Periodo de tiempo en el cual el producto permanece en condiciones aceptables para ser consumido.

**Mayonesa:** Emulsión de aceite en agua, constituido por una fase discontinua que contiene al menos un 70% de aceite.

**Actividades /Pasos a seguir:**

**Gerente/Especialista de Innovación&Desarrollo:**

1. Solicita al Gerente/Jefe de Calidad llevar a cabo el procedimiento de evaluación de vida útil acelerada del producto terminado.

## **Analista de Calidad**

2. Toma (80) muestras de Mayonesa, solicitadas por la gerencia:

2.1. Disponer las muestras de Mayonesa en (4) grupos tal como se muestran en la tabla a continuación:

<b>Lugar</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Cantidad de muestras (unidades)</b>
Cuartico de aceleración	30	18
Estufa N°1	43	14
Estufa N°2	53	14
Refrigerador	10	34

2.2. Las muestras que se encuentran a (30°C) se les realizara los análisis correspondientes, cada (15) días, a las muestras a (43°C) se analizaran cada (7) días y a las muestras a (53°C), cada (3) días.

2.3. Entre los análisis a realizar se encuentra el Índice de Peróxido, Índice de p-Anisidina y la evaluación sensorial. Entre las pruebas a utilizar en la evaluación sensorial, se encuentra la prueba triangular, la prueba descriptiva y la prueba de preferencia (escala hedónica).

2.4. A medida que se cumplen los lapsos de tiempo para llevar a cabo los análisis correspondientes a cada una de las muestras de mayonesa, dos de ellas deben ser retiradas del lugar en el que se encuentran y deben permanecer en un lugar fresco hasta que se temperen. Momento en el cual se colocan (1) de las muestras en el congelador con el objetivo de separar la fase acuosa de la oleosa y con la segunda se lleva a cabo la evaluación sensorial.

2.5. La muestra que se encuentra en el congelador, debe permanecer ahí durante (3) días. Una vez transcurrido este periodo de tiempo, la muestra es descongelada y una vez este a temperatura ambiente, se determinan el Índice de Peróxido e Índice de p-Anisidina.

- 2.6. Una vez obtenidos los valores de Índice de Peróxido e Índice de p-Anisidina, se calculan los Valores TOTOX, a través de la siguiente ecuación:

$$TOTOX = 2 * IP + IA$$

- 2.7. Graficar los valores de deterioro TOTOX vs Tiempo de almacenamiento, agregar la línea de tendencia (lineal) y determinar la pendiente de las curvas creadas.
- 2.8. Graficar  $\ln(K)$  vs  $1/T$  y obtener la pendiente la curva  $\frac{E_a}{R}$ , y es posible determinar la energía de activación de la reacción de deterioro.
- 2.9. Una vez establecido, en que momento el producto ha llegado al fin de su vida útil, en el estudio acelerado, se debe graficar  $\log(\text{vida útil})$  vs  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ). Gráfico a través del cual, al obtener la línea que mejor se ajusta a los puntos, es posible estimar la vida útil de la mayonesa a la temperatura que se desea. Un ejemplo de la ecuación a obtener es la siguiente. A continuación, se presenta la ecuación obtenida tras la realización de la estimación de la vida útil acelerada de la Mayonesa Mavesa.

$$\text{Log(Vida Útil)} = -0,0513T + 3,7812$$

Despejando Vida Útil se tiene:

$$\text{Vida Útil} = 10^{3,7812-0,0513T}$$

**Gerente/Especialista de Innovación&Desarrollo:**

3. Analiza conjuntamente con la gerencia de calidad, los resultados obtenidos en la prueba de vida útil acelerada, a fin de establecer la factibilidad de utilizar el material de empaque y/o cambio de formulación propuestos.