

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LECHE CONDENSADA  
PARCIALMENTE DESCREMADA EN ENVASE DOYPACK 200 g  
DURANTE SU VIDA ÚTIL COMERCIAL”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ROY AMILCAR DAMIAN ROBLES**

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	TSP - Completo.pdf (D154107717)
<b>Submitted</b>	2022-12-20 17:23:00
<b>Submitted by</b>	Fernando Vargas
<b>Submitter email</b>	fervargas@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	2%
<b>Analysis address</b>	fervargas.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / Trabajo de Suficiencia Profesional . María Lidia Ríos León.pdf</b>		
<b>SA</b>	Document Trabajo de Suficiencia Profesional . María Lidia Ríos León.pdf (D151802658) Submitted by: cencina@lamolina.edu.pe Receiver: cencina.unalm@analysis.arkund.com		<b>6</b>
<b>SA</b>	<b>TECNOLOGIA-ORGANICA.docx</b> Document TECNOLOGIA-ORGANICA.docx (D24354348)		<b>2</b>
<b>SA</b>	<b>1A_Tinoco_ Valerio_ Marilyn_ Milagros_Titulo_Profesional_2019.docx</b> Document 1A_Tinoco_ Valerio_ Marilyn_ Milagros_Titulo_Profesional_2019.docx (D54189175)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>proyecto de tesis NOEMI YENCY LUNA LUQUEQUISPE.pdf</b> Document proyecto de tesis NOEMI YENCY LUNA LUQUEQUISPE.pdf (D110532527)		<b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.fao.org/3/i2085s/i2085s.pdf">https://www.fao.org/3/i2085s/i2085s.pdf</a> Fetched: 2022-12-20 17:23:00		<b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://mastermilk.com/uploads/biblio/dairy_processing_and_qualit.pdf">https://mastermilk.com/uploads/biblio/dairy_processing_and_qualit.pdf</a> Fetched: 2022-12-20 17:23:00		<b>1</b>

## Entire Document

La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual) UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LECHE CONDENSADA PARCIALMENTE DESCREMADA EN ENVASE DOYPACK 200 G DURANTE SU VIDA ÚTIL COMERCIAL" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS ROY AMILCAR DAMIAN ROBLES LIMA – PERÚ 2022 Fernando Vargas, PhD 08-12-22 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LECHE CONDENSADA PARCIALMENTE DESCREMADA EN ENVASE DOYPACK 200 G DURANTE SU VIDA ÚTIL COMERCIAL" Presentado por: ROY AMILCAR DAMIAN ROBLES TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Sustentado y aprobado

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LECHE  
CONDENSADA PARCIALMENTE DESCREMADA EN ENVASE  
DOYPACK 200 g DURANTE SU VIDA ÚTIL COMERCIAL”**

Presentado por:

ROY AMILCAR DAMIAN ROBLES

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

---

M.Sc. Walter F. Salas Valerio

PRESIDENTE

---

Dr. Edwin O. Baldeón Chamorro

MIEMBRO

---

Mg.Sc. Silvia M. García Torres

MIEMBRO

---

Luis F. Vargas Delgado, PhD.

ASESOR

Lima – Perú

2023

# ÍNDICE GENERAL

## RESUMEN

### ABSTRACT

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1.	LECHE .....	3
2.2.	LECHE CONDENSADA.....	4
2.2.1.	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS, Y SENSORIALES .....	4
2.2.2.	PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA LECHE CONDENSADA AZUCARADA.....	7
2.2.3.	DEFECTOS Y ALTERACIONES ASOCIADAS A LA LECHE CONDENSADA AZUCARADA.....	7
2.2.4.	TECNOLOGÍA DE LA LECHE CONDENSADA .....	8
2.3.	VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS .....	12
2.3.1.	PRINCIPALES FORMAS O MECANISMOS DE DETERIORO Y ALTERACIÓN DE LOS ALIMENTOS .....	12
2.3.2.	FACTORES QUE AFECTAN A LA VIDA ÚTIL.....	14
2.3.3.	MEDICIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS .....	14
2.3.4.	MODELADO DE VIDA ÚTIL BASADO EN ENFOQUE CINÉTICO CLÁSICO .....	15
2.3.5.	PRUEBA ACELERADA DE VIDA ÚTIL.....	17
<b>III.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>19</b>
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN .....	19
3.2.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
3.2.1.	MATERIA PRIMA .....	19
3.2.2.	MATERIALES Y EQUIPOS .....	24
3.2.3.	MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	25
3.3.	PARTE EXPERIMENTAL.....	26
3.3.1.	EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD APARENTE .....	27
3.3.2.	ANÁLISIS SENSORIAL.....	27
3.3.3.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	28

3.4.	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA PARTE EXPERIMENTAL...	28
3.5.	PROCESAMIENTOS DE DATOS.....	28
3.5.1.	DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE VELOCIDAD DE REACCIÓN Y ORDEN DE REACCIÓN .....	29
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>30</b>
4.1.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL COMPORTAMIENTO DE LA VISCOSIDAD APARENTE .....	30
4.1.1.	DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD APARENTE DENTRO DE LOS LÍMITES DE ACEPTABILIDAD PERMITIDOS.....	33
4.1.2.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO ANOVA APLICADO A LA VISCOSIDAD APARENTE.....	34
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES.....	35
4.2.1.	DEL ATRIBUTO COLOR .....	35
4.2.2.	DEL ATRIBUTO OLOR .....	37
4.2.3.	DEL ATRIBUTO SABOR.....	39
4.2.4.	DEL ATRIBUTO ASPECTO .....	40
4.2.5.	DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES PROMEDIO .....	42
4.2.6.	DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DENTRO DEL LÍMITE DE ACEPTABILIDAD PERMITIDO .....	44
4.3.	COMPARACIÓN DE LA CONSTANTE DE VELOCIDAD DE REACCIÓN DEL TIEMPO ESTIMADO DE VIDA ÚTIL Y DE LA EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD.....	45
4.4.	COMPARACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL Y DEL LÍMITE DE ACEPTABILIDAD PERMITIDO .....	46
4.5.	DETERMINACIÓN DE LOS DATOS MICROBIOLÓGICOS .....	47
4.6.	APLICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES .....	47
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>53</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Composición en porcentaje de la leche de algunos mamíferos .....	3
Tabla 2:	Requisitos fisicoquímicos para diferentes leches condensadas .....	5
Tabla 3:	Requisitos microbiológicos de la leche condensada .....	6
Tabla 4:	Defectos de calidad más comunes en leche condensada azucarada .....	8
Tabla 5:	Naturaleza y tipos de eventos de deterioro con algunos indicadores.....	13
Tabla 6:	Ecuaciones cinéticas integradas de orden cero, primero, segundo y n .....	16
Tabla 7:	Descripción sensorial .....	20
Tabla 8:	Especificaciones fisicoquímicas .....	21
Tabla 9:	Especificación microbiológicas .....	21
Tabla 10:	Información nutricional .....	21
Tabla 11:	Especificación técnica del envase Doypack 200 g .....	23
Tabla 12:	Características del envase y embalaje.....	23
Tabla 13:	Diseño experimental de evaluación de la viscosidad aparente .....	27
Tabla 14:	Coefficiente de determinación de la viscosidad aparente .....	31
Tabla 15:	Constante de velocidad de reacción de la viscosidad aparente.....	31
Tabla 16:	Coefficiente de determinación de la viscosidad aparente promedio .....	33
Tabla 17:	Constante de velocidad de reacción de la viscosidad aparente promedio ...	33
Tabla 18:	Resultados de viscosidad aparente .....	34
Tabla 19:	Análisis de varianza (ANOVA) de la viscosidad aparente de los diferentes lotes .....	35
Tabla 20:	Coefficiente de determinación del atributo color .....	36
Tabla 21:	Constante de velocidad de reacción del atributo color .....	37
Tabla 22:	Coefficiente de determinación del atributo olor.....	38
Tabla 23:	Constante de velocidad de reacción del atributo olor .....	38
Tabla 24:	Coefficiente de determinación del atributo sabor .....	39
Tabla 25:	Constante de velocidad de reacción del atributo sabor.....	40
Tabla 26:	Coefficiente de determinación del atributo aspecto .....	41
Tabla 27:	Constante de velocidad de reacción del atributo aspecto.....	42
Tabla 28:	Coefficiente de determinación de los atributos sensoriales promedio .....	43
Tabla 29:	Constante de velocidad de reacción de los atributos sensoriales promedio.	44
Tabla 30:	Resultados de los atributos sensoriales .....	45

Tabla 31:	Resultados de microbiológicos al inicio y final del tiempo de estudio.....	47
Tabla 32:	Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral ..	48
Tabla 33:	Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en la investigación .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Deterioro de la calidad de los alimentos vs tiempo de almacenamiento y valor de vida útil.....	12
Figura 2:	Cambio de indicador de calidad en órdenes de reacción química en función del tiempo de almacenamiento .....	17
Figura 3:	Variación de viscosidad aparente con respecto al tiempo de almacenamiento.....	30
Figura 4:	Variación de viscosidad aparente promedio con respecto al tiempo de almacenamiento de 10 lotes de producción seguidos.....	32
Figura 5:	Variación del atributo color con respecto al tiempo de almacenamiento	36
Figura 6:	Variación del atributo olor con respecto al tiempo de almacenamiento .	37
Figura 7:	Variación del atributo sabor con respecto al tiempo de almacenamiento . .....	39
Figura 8:	Variación del atributo aspecto con respecto al tiempo de almacenamiento .....	41
Figura 9:	Variación de los atributos sensoriales promedio con respecto al tiempo de almacenamiento.....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1:	FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LECHE CONDENSADA PARCIALMENTE DESCREMADA DOYPACK DE 200 G .....	57
ANEXO 2:	DATOS DE VISCOSIDAD APARENTE DURANTE EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE CADA LOTE .....	58

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar la estabilidad de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g mediante pruebas en tiempo real. Se analizó: viscosidad aparente, aceptación sensorial y recuento de mohos y levaduras osmófilas; haciendo uso de la ecuación de cinética química para las dos primeras mediciones. Las muestras de 10 lotes fueron almacenadas a 25°C y 42 %HR, se evaluó la viscosidad aparente y evaluación sensorial a 0, 3, 6 y 9 meses; y análisis microbiológicos a los 0 y 9 meses. Para las dos primeras variables, se determinó la cinética de cambio, obteniéndose el orden de reacción y la constante de velocidad de reacción para lotes individuales y promedio. Para la viscosidad aparente la cinética de reacción de los lotes individuales y promedios fue de Orden Uno de reacción y presentó comportamiento no lineal, con tendencia de cambio a una ecuación exponencial, la velocidad de reacción fue +0.1612, con valores 2801 y 11951 cP, a los 0 y 9 meses, respectivamente; y fue aceptable comercialmente durante todo el periodo de almacenamiento, al cumplir el límite máximo aceptable de 12000 cP. Para los atributos color, olor, sabor y aspecto la cinética de reacción de los lotes individuales y promedios fue de Orden Cero de reacción, con comportamiento lineal, siendo la tendencia de cambio que da forma a una ecuación de línea recta, la constante de velocidad de reacción fue -0.1731, -0.0813, -0.1127 y -0.1127, respectivamente, y a los 9 meses de almacenamiento, se encontraron dentro del mínimo aceptable con ligera desviación sensorial. Microbiológicamente se obtuvo <10 ufc/g, tanto para el inicio y final de almacenamiento, los resultados se hallaron dentro de los valores permisibles de la NTP, los datos del análisis microbiológico fueron usados para validar el buen estado y la inocuidad del producto.

**Palabras claves:** Leche condensada, estabilidad, orden de reacción, constante de reacción

## ABSTRACT

The purpose of this investigation was to evaluate the stability of partially skimmed condensed milk in a 200 g Doypack container through real-time tests. It was analyzed: apparent viscosity, sensory acceptance and count of molds and osmophilic yeasts; making use of the chemical kinetic equation for the first two measurements. Samples from 10 batches were stored at 25°C and 42% RH, apparent viscosity and sensory evaluation were evaluated at 0, 3, 6 and 9 months; and microbiological analyzes at 0 and 9 months. For the first two variables, the kinetics of change were determined, obtaining the reaction order and the reaction rate constant for individual and average batches. For the apparent viscosity, the reaction kinetics of the individual batches and averages was of Order One of reaction and presented non-linear behavior, with a tendency to change to an exponential equation, the reaction speed was +0.1612, with values 2801 and 11951 cP, at 0 and 9 months, respectively; and it was commercially acceptable during the entire storage period, upon meeting the maximum acceptable limit of 12000 cP. For the attributes color, smell, taste and appearance, the reaction kinetics of the individual batches and averages was Zero Order reaction, with linear behavior, with the change trend giving shape to a straight-line equation, the rate constant reaction was -0.1731, -0.0813, -0.1127 and -0.1127, respectively, and after 9 months of storage, they were within the minimum acceptable with slight sensory deviation. Microbiologically <10 cfu/g was obtained, both for the beginning and end of storage, the results were found within the permissible values of the NTP, the microbiological analysis data were used to validate the good condition and safety of the product.

**Keywords:** Condensed milk, stability, reaction order, reaction constant

## I. INTRODUCCIÓN

Cuando un nuevo producto es desarrollado por el área de investigación y desarrollo, se le realiza un estudio de vida útil acelerado y se encarga al área de producción para que inicie su procesamiento. Luego, el área de calidad debe evaluar si está apto para ser liberado al mercado y, de estarlo, encarga al área de distribución para que lo destine a los puntos de venta. Sin embargo, los nuevos productos elaborados en planta suelen tener ciertas diferencias con los productos desarrollados a nivel piloto, pudiendo comportarse distinto durante el almacenamiento y tener un tiempo de duración diferente al estimado mediante pruebas aceleradas.

Las razones por las cuales un producto elaborado en planta de producción a escala industrial se comporta distinto que uno desarrollado a nivel piloto son, el control de parámetros y los grandes volúmenes de producto en la operación. Si la leche condensada azucarada no se elabora o procesa de forma adecuada, puede presentar diversos defectos, como puede ser una viscosidad excesiva, decoloración, cambios químicos y microbiológicos, arenosidad, sedimentación del azúcar y crecimiento de mohos.

En el año 2015, el área de investigación de la empresa desarrolló un nuevo producto: leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g, de nueve meses de vida útil comercial. Este producto empezó a producirse a escala industrial y venderse en el año 2016, y se evidenciaron defectos del producto en almacén y mercados durante el periodo de la vida útil comercial. Consecuentemente, se inició el trabajo de monitoreo de dicho producto en campo y recojo de producto defectuoso. Así mismo se inició la evaluación de la estabilidad del producto en tiempo real durante el periodo de su vida útil comercial.

El objetivo general de la investigación fue evaluar la estabilidad de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g, mediante pruebas en tiempo real, que asegure su vida útil comercial. Los objetivos específicos fueron: 1) Evaluar la estabilidad de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g en relación a su viscosidad

aparente. 2) Evaluar la estabilidad de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g en relación al recuento de mohos y levaduras osmófilas. 3) Evaluar la estabilidad de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g en relación a un puntaje de aceptación sensorial.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. LECHE

La leche es producida por todas las especies de mamíferos para alimentar a sus crías; sin embargo, la leche de cada especie tiene propiedades diferentes. En la Tabla 1, se presenta ejemplos de la composición de la leche de diferentes mamíferos (Chandan, 2006). La leche se compone de agua, carbohidratos, lípidos, sustancias nitrogenadas, minerales, vitaminas, ácidos orgánicos, enzimas y gases. El agua es el componente más abundante y es el medio en el que los otros componentes de la leche (sólidos totales) están disueltos o dispersos; las sales y los azúcares se encuentran en solución, las proteínas, en su mayor parte, en estado coloidal y la materia grasa en forma de emulsión (Miller *et al.*, 2000; Schmidt *et al.*, 1971; Smit, 2003; Vélez-Ruiz, 2017; Webb & Johnson, 1987).

**Tabla 1: Composición en porcentaje de la leche de algunos mamíferos**

Mamífero	Agua (%)	Grasa (%)	Proteínas (%)	Caseína (%)	Suero proteína (%)	Lactosa (%)	Cenizas (%)
Búfala	83.7	6.7	4.5	3.6	0.9	4.5	0.8
Burra	91.5	0.6	1.4	0.7	0.7	6.1	0.4
Cabra	86.8	4.5	2.9	2.5	0.4	4.1	0.8
Camella	86.4	4.5	3.6	2.7	0.9	5.0	0.7
Oveja	80.7	7.3	5.5	4.6	0.9	4.8	1
Vaca	87.8	3.4	3.4	2.8	0.6	4.7	0.7
Yak	82.7	6.5	5.8	----	----	4.6	0.9
Yegua	88.8	1.9	2.5	1.3	1.2	6.2	0.5

FUENTE: Chandan (2006)

De acuerdo a la Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC), la leche es un alimento líquido fluido que posee altas cantidades de nutrientes y una gran cantidad de agua

con valores variables por diferentes factores como son la raza, especie, área geográfica, etc. (CANILEC, 2011). Por consiguiente, sea hace susceptible a la actividad microbiana, por lo cual con el pasar del tiempo se ha empleado métodos que ayuden a prolongar la vida útil, dando como resultado productos con valor agregado como mantequilla, queso, yogurt, leche concentrada, evaporada y leche condensada (Castro, 2011).

## **2.2. LECHE CONDENSADA**

La Norma Técnica Peruana NTP 202.003, define a la leche condensada azucarada como el producto obtenido mediante eliminación parcial del agua de la leche y adición de azúcar, o mediante cualquier otro procedimiento que permita obtener un producto de la misma composición y características (INDECOPI, 2016).

Para Mohameed *et al.* (2006) la leche condensada azucarada se puede describir como leche evaporada concentrada con azúcar agregada, contenido reducido de agua y mayor vida útil. De acuerdo a Secretaria de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), en función a la composición del producto, se le puede denominar: leche condensada, leche condensada descremada, leche condensada parcialmente descremada o leche condensada de elevado contenido graso (SECOFI, 1999).

### **2.2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS, Y SENSORIALES**

#### **a. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS**

Las características distintivas de este producto incluyen alta viscosidad, textura suave, color pardusco y alto contenido de grasas, proteínas y sólidos debido a la leche y la sacarosa (FAO/WHO, 2018; Tamime, 2009).

La composición de la leche condensada está regulada por el Codex Alimentarius y por la legislación de cada país.

- **Requisito químico proximal**

De acuerdo con la NTP 202.003 (INDECOPI, 2016), la leche condensada debe cumplir con la composición presentada en la Tabla 2.

**Tabla 2: Requisitos fisicoquímicos para diferentes leches condensadas**

Requisitos	Leche condensada entera	Leche condensada parcialmente descremada	Leche condensada descremada	Leche condensada de elevado contenido de grasa	Métodos de ensayo
Grasa (g/100 g)	Mín. 8.0	Menor de 8.0 y mayor 1.0	Máx. 1.0	Mín. 16.0	ISO 1737/ IDF013:2008
Sólidos lácteos totales (g/ 100 g)	Mín.28.0	Mín. 24.0	Mín. 24.0	-	FIL-IDF 15B:1991
Sólidos lácteos no grasos (g/ 100 g)	-	-	-	Mín. 14.0	-
Proteína en los sólidos lácteos no grasos (g/100 g)	Mín. 34	Mín. 34	Mín. 34	Mín. 34	NTP 202.136:1998

FUENTE: INDECOPI (2016)

- **Requisitos específicos:**

Para cumplir con la composición de las diferentes leches condensadas, la NTP 202.003 (INDECOPI, 2016) permite ajustar el contenido de la grasa, utilizando leche, leche en polvo, crema, cremas en polvo, y productos a base de grasa de leche; el contenido de sólidos magro de la leche puede ajustarse utilizando leche en polvo descremado o leche descremado en polvo. Otros productos lácteos utilizados como materia prima para el ajuste de proteínas en sólidos no grasos, son el retenido de leche, el permeado y la lactosa (también para la siembra), que se utilizan con la finalidad de no alterar la proporción de proteína de suero/caseína de la leche que se está estandarizando o ajustando.

Los ingredientes permitidos son el agua potable, azúcar y cloruro de sodio. Generalmente se considera que el azúcar es sacarosa, pero se puede utilizar una combinación de sacarosa y otros azúcares a una concentración que está restringido por las buenas prácticas de fabricación a un mínimo para garantizar la conservación de la calidad del producto, y aun máximo por encima del cual puede ocurrir la cristalización del azúcar. Se pueden añadir en

las dosis establecidas los aditivos, como las sales (estabilizadores), lecitina y carragenina, para regular la viscosidad, la formación de crema y la gelificación por envejecimiento (FAO/WHO, 2018).

## b. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Dentro de los requisitos microbiológicos para leche condensada, debe haber ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas; estos requerimientos se detallan en la Tabla 3.

**Tabla 3: Requisitos microbiológicos de la leche condensada**

Requisitos	N	C	m	M	Método de Ensayo
Mohos y levaduras osmófilas (ufc/g)	5	2	10	100	Kim <i>et al.</i> (2001)

FUENTE: INDECOPI (2016) y Kim *et al.* (2001)

## c. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

De acuerdo a la NTP 202.203 (INDECOPI, 2016), el color debe ser de blanco a cremoso, agradable, dulce, libre de olores y sabores extraños a su naturaleza. Sharma *et al.* (2015) señalan que la leche condensada azucarada elaborada correctamente con leche de alta calidad tiene un sabor muy dulce pero agradable que surge de la mezcla de leche calentada y azúcar; tiene una textura suave, cremosa, libre de grumos y aspereza; y el producto recién fabricado es de color amarillo claro.

Nieuwenhuijse (2003), menciona que el aspecto de la leche condensada azucarada es algo vidrioso, con color blanco amarillento. El sabor del producto también cambia por la reacción de Maillard durante el almacenamiento, pero siempre que no sea excesivo, el sabor se considera normal para el producto.

De acuerdo a Telcioglu & Kayacier (2007), existe una estrecha relación entre las propiedades reológicas y sensoriales de un alimento. Sobre este punto, Chandan (2006) menciona que la

viscosidad de los productos lácteos crea la impresión de riqueza para el consumidor y que, desde el punto de vista organoléptico, la viscosidad contribuye a la sensación de satisfacción en la boca y la liberación de sabor.

### **2.2.2. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA LECHE CONDENSADA AZUCARADA**

La leche condensada azucarada se conserva por su alto contenido de sacarosa. La sacarosa añadida es la materia prima principal que le da al producto su actividad de agua bastante baja, de aproximadamente 0.83 - 0.85 (Nieuwenhuijse, 2003).

La leche condensada azucarada, tiene una vida útil prolongada a temperatura ambiente, la conservación se debe principalmente a la supresión microbiana atribuible al aumento de la presión osmótica y la reducción de la actividad de agua. El producto contiene más del 71% de sólidos totales, la mayor parte de los cuales es sacarosa (40 - 45%), da como resultado un aumento considerable de la presión osmótica (23 MPa) y una disminución notable de la actividad de agua (0.83), los cuales inhiben eficazmente el crecimiento de la mayoría de los microorganismos excepto unos cuantos, las levaduras osmofílicas y ciertas bacterias. Por consiguiente, el producto adecuadamente protegido contra la contaminación microbiana posterior al precalentamiento es microbiológicamente estable a temperatura ambiente (Sharma *et al.*, 2015).

### **2.2.3. DEFECTOS Y ALTERACIONES ASOCIADAS A LA LECHE CONDENSADA AZUCARADA**

La leche condensada azucarada puede presentar una serie de defectos, generados por deficiencias en la fabricación y/o almacenamiento.

En la tabla 4 se detalla algunos de estos defectos, así como las probables causas.

**Tabla 4: Defectos de calidad más comunes en leche condensada azucarada**

Defecto	Causas probables
<b>Sabor</b>	
Rancio	Lipólisis causada por enzimas producidas por mohos.
Metálico	Presencia de cobre o hierro en la leche.
<b>Microbiológico</b>	
Botones de molde	Contaminación con <i>Aspergillus repens</i>
Espesamiento bacteriano	Contaminación con especies bacterianas productoras de enzimas similares a la renina.
Hinchazón	Contaminación con levadura osmotolerante <i>Torula lactis Condesi</i>
<b>Fisicoquímico</b>	
Arenosidad	Enfriamiento incontrolado y cristalización de lactosa que conduce a grandes cristales de lactosa y/o cristalización de azúcar, debido a una proporción excesiva de azúcar o almacenamiento a baja temperatura.
Separación de azúcares	Baja viscosidad / adelgazamiento por envejecimiento. Almacenamiento prolongado. Precalentamiento inadecuado.
Engrosamiento (Espesamiento) por edad	Presión de homogenización excesiva. Adición de azúcar antes del precalentamiento. Almacenamiento a mayor temperatura
Color marrón	El almacenamiento a alta temperatura puede provocar el pardeamiento de Maillard.

FUENTE: Sharma *et al.* (2015)

#### **2.2.4. TECNOLOGÍA DE LA LECHE CONDENSADA**

El proceso de fabricación de leche condensada azucarada sigue una serie de operaciones, las cuales se mencionan a continuación.

##### **a. RECEPCIÓN**

Se realiza recepción leche de buena calidad microbiológica y bajo recuento de esporas es la materia prima de partida preferido.

## **b. ESTANDARIZACIÓN**

La leche cruda antes de la estandarización se filtra y clarifica a los niveles de grasa y sólidos no grasos según lo requiere la composición deseada del producto terminado. La estandarización se logra utilizando cualquiera de los ingredientes descritos en el Codex Alimentarius o legislación de cada país, en este nuestro caso, por la Norma Técnica Peruana (NTP).

Adicionalmente, Sharma *et al.* (2015) señalan que la estandarización durante la fabricación de la leche condensada se lleva a cabo en tres etapas, primero tener la proporción deseada de grasa a sólidos no grasos en la leche de partida; segundo, para ajustar la proporción deseada de azúcar a sólidos de la leche (o "proporción de azúcar", es decir la concentración de azúcar en el agua contenida en la leche condensada terminado) antes o durante la concentración al vacío; y finalmente, ajustar el contenido de sólidos totales en el producto terminado, es decir, al final de la concentración e incorporación del azúcar.

## **c. TRATAMIENTO TÉRMICO (PRE CALENTAMIENTO)**

Consiste en tratar con calor la leche (endulzada) antes de que se concentre. Es necesario inactivar las enzimas y destruir muchos microorganismos presentes, como los micrococcos, las levaduras osmofílicas, y esporas de moho (Nieuwenhuijse, 2003). La intensidad del calentamiento afecta considerablemente las propiedades reológicas, como la viscosidad y también el envejecimiento y la gelificación del producto durante el periodo de almacenamiento, por lo que el tratamiento térmico real debe ajustarse a estos factores. El calentamiento UHT se aplica comúnmente alrededor de 130 - 145°C durante 5 segundos (Walstra *et al.*, 2006).

De acuerdo a Sharma *et al.* (2015), el tratamiento térmico mediante la aplicación de alta temperatura durante un corto periodo de tiempo, como el calentamiento UHT (130 - 140°C durante hasta 5 segundos) y 115 - 118°C durante unos segundos o sin retención son más comunes en la práctica industrial. Farkye (2008) señala de forma general, que los tratamientos de bajo calor favorecen a una mayor viscosidad, mientras que los tratamientos de alta calor dan una menor viscosidad en la leche condensada final. El tratamiento térmico en el rango de 90 a 100°C brinda al producto mayor sensibilidad al envejecimiento durante

el almacenamiento, y cuando se realiza calentamiento a 80 - 85°C durante 15 - 25 minutos da la viscosidad inicial deseada con un espesamiento lento por envejecimiento. La viscosidad debe ser suficiente para evitar la separación durante el almacenamiento y el envejecimiento, ya que el producto debe permanecer vertible durante el almacenamiento.

#### **d. HOMOGENIZACIÓN**

Se realiza dependiendo del tipo de composición de leche condensada a elaborar, el mercado y la preferencia de fabricante. Sharma *et al.* (2015) mencionan que en productos de leche condensada azucarada con sólidos totales de 28%, es menos frecuente la separación de grasa o formación de crema durante almacenamiento debido a la alta viscosidad de la fase continua; por lo tanto, generalmente no se requiere homogenización para este producto. Para productos con 24% de sólidos totales en su composición, como son las leches condensadas descremadas y parcialmente descremadas, se recomienda homogenización a baja presión (2 - 7 MPa, 70°C). Este tratamiento evitará la separación de grasas y azúcares durante el almacenamiento del producto.

#### **e. EVAPORACIÓN Y ADICIÓN DE AZÚCAR**

La leche se concentra por evaporación al vacío a temperaturas de hasta 80°C. Por lo general, se concentra en un evaporador de múltiples efectos (etapas sucesivas), energéticamente eficiente, para eliminar la mayor parte del agua; la azúcar se añade en forma de solución de sacarosa tratado térmicamente en la leche evaporada cerca del final de la evaporación o en ultimo efecto del evaporador (Nieuwenhuijse, 2003).

El azúcar se puede añadir en diferentes etapas del proceso de elaboración de la leche condensada, antes o después de del precalentamiento, también puede ser en la leche concentrada cerca del final de evaporación. En todos los casos se disuelve el azúcar en agua precalentada, debe filtrarse y clarificar y agregar a la leche. El azúcar debe estar desprovisto de azúcar invertido para evitar reacciones de Maillard excesivas o decoloración marrón. Asimismo, la temperatura y la etapa de adición de azúcar influyen en la calidad del producto terminado (Sharma *et al.*, 2015). La concentración final de azúcar en la fase acuosa de la leche condensada, conocido como proporción de azúcar o índice de azúcar en el rango de 62.5 - 64.5%. Después de añadir el azúcar, el contenido de grasa y de los sólidos totales del

producto se reajusta a los niveles deseados para cumplir con los estándares mínimos (Farkye, 2008).

#### **f. ENFRIAMIENTO**

La leche concentrada azucarada se debe enfriar hasta aproximadamente 30 - 32°C, esta temperatura proporciona generalmente las condiciones de cristalización deseada. Es la temperatura óptima del producto en la que la lactosa este sobresaturada para que la lactosa de semilla no se disuelve cuando se agrega (Walstra *et al.*, 2006).

#### **g. SIEMBRA Y POSTERIOR ENFRIAMIENTO PARA CRISTALIZACIÓN**

En el concentrado de leche azucarado se inoculan o siembran semillas de cristales de lactosa seco finamente molidos y pasteurizados; bajo intensa agitación vigorosa y enfriamiento rápido para promover una cristalización instantánea y controlada. La cantidad de lactosa añadida equivale a 0.5 kg/1000 kg, y los cristales formados son < 10 µm, quedarán esparcidos en el contenido de la leche condensada sin dar la textura arenosa. Después de la siembra, el producto debe seguir agitando por lo menos una hora y continuar con el enfriamiento hasta los 15 - 18°C para cristalizar la lactosa. El producto se mantiene en el tanque de 12 a 14 horas para que se complete la cristalización (Farkye, 2008).

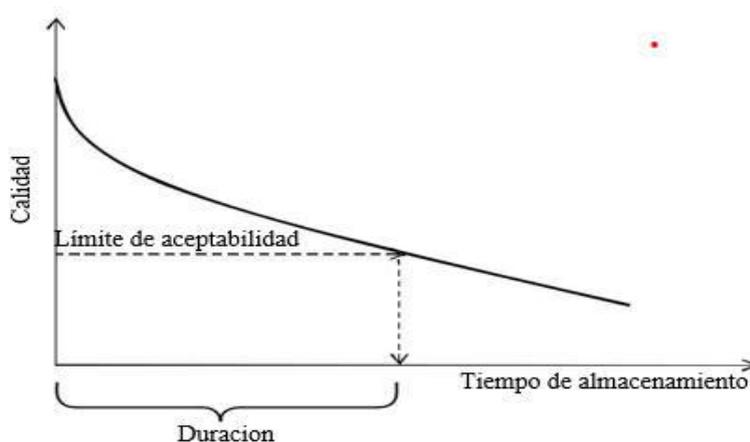
#### **h. ENVASADO**

De acuerdo a Nieuwenhuijse (2003), culminada la cristalización, la leche condensada azucarada se envasa en una máquina llenadora ubicada en una sala o habitación cerrada que tenga aire filtrada para evitar contaminación con esporas de mohos; el producto se llena principalmente en latas de hojalata pre-esterilizadas en llamas, como también, otros tipos de envases flexibles que ofrece suficiente resistencia mecánica y permeabilidad al agua, gases, componentes hidrofóbicos y la luz; estos envases se encuentran hechos de papel de aluminio, laminado de plástico, y cartón revestido de aluminio.

### 2.3. VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS

Nicoli (2012) define a este parámetro como un periodo de tiempo limitado o finito, después de la producción o elaboración y el envasado, durante el cual el producto alimenticio conserva un nivel de calidad (características sensoriales, fisicoquímicas, microbiológicas y funcionales deseadas) en condiciones de almacenamiento bien definidas; este nivel de calidad requerido permite que el producto sea aceptable para el consumo. Labuza (1999) menciona que la vida útil, depende de cuatro factores principales, conocer la formulación, el procesado, el empackado y las condiciones de almacenamiento.

En la figura 1 se presenta que la evaluación de la vida útil requiere necesariamente conocer el deterioro o evolución de la calidad de los alimentos durante el almacenamiento y el nivel de calidad correspondiente al límite de aceptabilidad.



**Figura 1: Deterioro de la calidad de los alimentos vs tiempo de almacenamiento y valor de vida útil**

FUENTE: Nicoli (2012)

#### 2.3.1. PRINCIPALES FORMAS O MECANISMOS DE DETERIORO Y ALTERACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Los mecanismos de alteración de los alimentos se clasifican como eventos de deterioro biológicos, químicos y físicos. Las diferentes maneras en que un alimento se deteriora y altera pueden ser muy complejas, normalmente pueden darse simultáneamente varios mecanismos de deterioro y, en ocasiones, un mecanismo de deterioro puede dar lugar a otro

tipo de deterioro; como consecuencia, se espera que diferentes atributos de calidad de los alimentos cambian simultáneamente o consecutivamente durante el tiempo de almacenamiento. La prevalencia de un fenómeno de deterioro sobre las demás depende de los efectos integrados de las características del producto, las operaciones del proceso, el envasado y las condiciones de almacenamiento. Conocer y comprender estos eventos de deterioro permitirá planificar el procedimiento para determinar la vida útil (Nicoli, 2012).

La Tabla 5 muestra algunos de los principales indicadores de deterioro químico, físico y biológicos, que pueden usarse para monitorear el deterioro de la calidad asociado con un evento de deterioro específico durante el almacenamiento.

**Tabla 5: Naturaleza y tipos de eventos de deterioro con algunos indicadores**

Eventos de deterioro	Tipo de deterioro	Indicador
Químico	Oxidación de grasas y aceites	Valor de peróxido Dienos conjugados (CD) Compuestos de carbonilo volátiles Valor de anisidina Índice de ácido tiobarbitúrico (TBA) Hidrocarburos y productos fluorescentes Color
	Oxidación de pigmentos	Propiedades de la imagen Concentración de compuesto seleccionado Color
	Pardeamiento no enzimático	Absorbancia Propiedades de la imagen Concentración de compuesto seleccionado
	Degradación de Vitaminas	Concentración de compuesto seleccionado
Biológico	Actividad enzimática	Color Propiedades mecánicas Propiedades reológicas Concentración de compuesto seleccionado
	Microbiológico	Recuento microbiano total Recuento definido de microorganismos de deterioro
	Cristalización	Propiedades de la imagen Propiedades calorimétricas

«continuación»

	Pérdida / ganancia de humedad	Contenido de humedad Actividad acuática Análisis de textura
	Retrogradación del almidón	Propiedades mecánicas Propiedades reológicas Propiedades mecánicas
Físico	Cambios de textura	Propiedades calorimétricas Propiedades mecánicas Propiedades reológicas
	Separación de fases	Tamaño de partícula Propiedades visuales Propiedades de la imagen

FUENTE: Nicoli (2012)

### 2.3.2. FACTORES QUE AFECTAN A LA VIDA ÚTIL

Existen múltiples o serie de factores que pueden afectar la duración de la vida útil de un alimento o producto final durante el almacenamiento y distribución, estos factores se pueden clasificar o categorizar como intrínsecos y extrínsecos; Las interacciones de estos factores pueden retardar o acelerar fenómenos de deterioro físicos, químicos y microbiológicos (Kilcast & Subramanian, 2000).

González *et al.* (2008) menciona que los factores intrínsecos son características propios e inherentes a la composición del alimento o producto final, tales como la actividad de agua ( $A_w$ ), pH, acidez, potencial redox, oxígeno disponible, nutrientes, microbiota asociada y uso de preservantes en la formulación del producto.

Los factores extrínsecos son agentes externos que no son propios del alimento o producto final, como la temperatura de conservación, la humedad relativa, exposición a la luz, condiciones de envasado, el procesado del producto, contaminación microbiana y manipulación del alimento por parte del consumidor (González *et al.*, 2008).

### 2.3.3. MEDICIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS

En general cuando los parámetros adecuados que describen y predicen su cinética durante el almacenamiento del indicador crítico que está representado por atributos de químicos, físicos

o sensoriales, el monitoreo del deterioro de los alimentos se puede realizar siguiendo dos estrategias diferentes (Nicoli, 2012).

**a. PRIMERA ESTRATEGIA**

Prueba de vida útil en tiempo real realizadas en condiciones de almacenamiento adecuado que simula la condición del producto en el estante. Las condiciones ambientales durante el almacenamiento (por ejemplo, temperatura, humedad, luz) se mantengan constantes y reproduzcan las que experimenta el producto durante el almacenamiento.

**b. SEGUNDA ESTRATEGIA**

Prueba de vida acelerada realizadas en condiciones ambientales (factor de aceleración seleccionado) capaces de acelerar la pérdida de calidad. La determinación de vida útil se puede realizar mediante paneles sensoriales, mediciones físicas, químicas, microbiológicas y métodos instrumentales (Kilcast & Subramanian, 2000).

**2.3.4. MODELADO DE VIDA ÚTIL BASADO EN ENFOQUE CINÉTICO CLÁSICO**

El método más común para analizar datos experimentales y, medir la tasa de deterioro de la calidad del alimento, es aplicar los principios de la teoría cinética clásica. Esta teoría se desarrolló para las reacciones químicas, pero se ha demostrado que es válida empíricamente para una amplia gama de fenómenos químicos, bioquímicos y físicos complejos que ocurren en los alimentos (Nicoli, 2012).

Heldman & Lund (2007) señalan que la ecuación para describir la cinética de deterioro de alimentos, se define con la ecuación general de la cinética química.

$$\pm \frac{dA}{dt} = kA^n \quad (1)$$

Donde:

A = Factor de calidad, variable medible mediante parámetros químicos, físicos, microbiológicos y sensoriales.

K = Constante de velocidad de reacción.

n = Orden aparente de reacción.

t = Tiempo de almacenamiento

± = Velocidad o tasa de cambio del indicador crítico A con respecto al tiempo. El

signo (+) indica un aumento y el signo (-) una disminución de A.

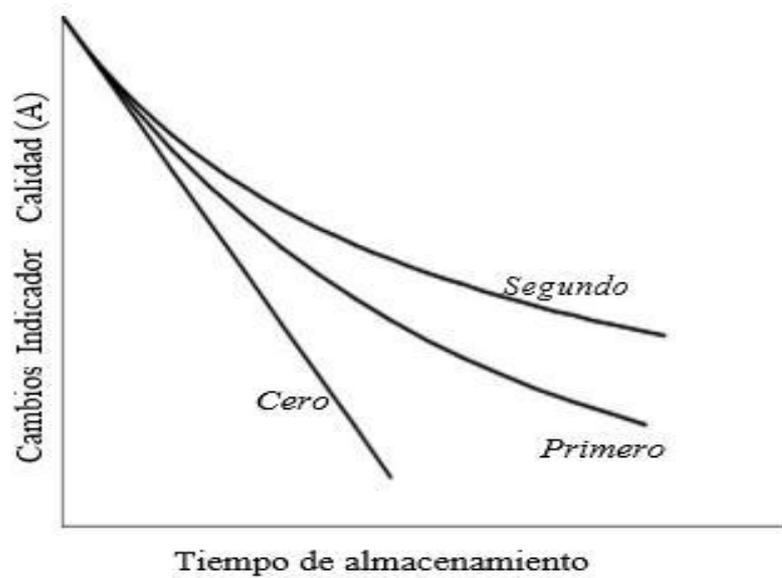
Cuando la ecuación general se integra considerando el rango de tiempo de 0 a t que corresponde a una variación de A de  $A_o$  a  $A_t$ , para obtener las ecuaciones del pseudocero (n=0), primero (n=1), segundo (n=2), o n orden. En la Tabla 6 se presentan las ecuaciones integradas para las reacciones de deterioro a diferentes órdenes de reacción.

**Tabla 6: Ecuaciones cinéticas integradas de orden cero, primero, segundo y n**

Orden de reacción	Ley de tasas integradas
$n = 0$	$A = kt + A_o$
$n = 1$	$\ln A = kt + \ln A_o$
$n = 2$	$1/A = kt + 1/A_o$
$n \neq 1$	$A^{1-n} = (n - 1) kt + A_o^{1-n}$

FUENTE: Nicoli (2012)

De acuerdo a Heldman & Lund (2007), para una ecuación cinética de orden cero (n=0), la velocidad de pérdida o tasa de cambio de un atributo de calidad es constante durante el tiempo de almacenamiento y no depende de la concentración de A. Además, también indican que la pérdida de calidad en muchos casos no sigue una velocidad constante y el valor de n puede tomar desde cero hasta cualquier valor fraccional o entero. Por su parte Nicoli (2012) señala que en la literatura de ciencia de los alimentos, “n” suele variar de cero a dos. En la Figura 2, se visualiza los cambios en el indicador de calidad en función del tiempo de almacenamiento para un evento que tiene el mismo valor inicial pero varía en el orden de reacción.



**Figura 2: Cambio de indicador de calidad en órdenes de reacción química en función del tiempo de almacenamiento**

FUENTE: Nicoli (2012)

### 2.3.5. PRUEBA ACELERADA DE VIDA ÚTIL

Según Nicoli (2012) una prueba de vida útil acelerada generalmente implica someter a los alimentos o producto final a condiciones ambientales (factor adecuado) que aceleran el deterioro de la calidad y luego extrapolando los resultados a las condiciones más suaves que generalmente experimenta el producto. Los requisitos para la aplicación de la prueba acelerada son las siguientes:

- La pérdida o deterioro de calidad varía solo en función del factor de aceleración seleccionado, mientras otras variables ambientales, relacionados con el envasado y la composición se mantienen constantes; la permeabilidad del empaque no cambia cuando cambia el factor de aceleración.
- Está disponible un modelo que describe el deterioro de calidad durante el almacenamiento del alimento o producto final.
- Se conoce un modelo matemático que describe el efecto del factor de aceleración en la cinética de la pérdida de calidad.

**a. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA COMO FACTOR DE ACELERACIÓN**

Entre los factores ambientales como factor de aceleración, la temperatura es la más crítica que afecta la cinética de reacción en los alimentos y, la disponibilidad de un modelo matemático que describe la sensibilidad de la temperatura de las tasas (velocidad de reducción) de pérdida de calidad es la ecuación de Arrhenius (Nicoli, 2012). Es un modelo matemático desarrollado teóricamente sobre la base molecular de reacciones químicas reversibles, pero se ha demostrado que es válido empíricamente para una amplia serie de cambios químicos, físicos y sensoriales en los alimentos (Labuza & Riboh, 1982).

$$k = k_0 e^{-Ea/RT} \quad (2)$$

Donde:

k = Constante de velocidad de reacción

k<sub>0</sub> = Coeficiente o factor pre exponencial

-Ea = Energía de activación (KJ/mol)

R = Constante general de gases (8.314 J/mol °K)

T = Temperatura absoluta (°K)

Al desarrollar la ecuación (2) sacando logaritmo neperiano a ambos lados, se consigue una ecuación (3) de forma lineal.

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{Ea}{R} \left(\frac{1}{T}\right) \quad (3)$$

Heldman & Lund (2007) indican en términos prácticos que los valores de k se obtienen a diferentes temperaturas, y se grafica Ln (k) frente al recíproco de la temperatura absoluta (1/T), se obtiene una línea recta entre estas variables con pendiente - Ea/R. Por consiguiente, la velocidad de reducción de la calidad se determina a tres o más temperaturas diferentes, se puede extrapolar velocidad de reacción a una temperatura deseada.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

El trabajo de seguimiento de estabilidad de la leche condensada parcialmente descremada en presentación Doypack 200 de gramos, se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio Central del área de calidad de la empresa Ricopallan S.A.C.

#### **3.2. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **3.2.1. MATERIA PRIMA**

Se utilizó producto terminado de leche condensada parcialmente descremada en presentación Doypack 200 gramos, producida y envasada en la planta de producción de leche condensada de la empresa Ricopallan S.A.C. Por otro lado, la empresa proporcionó los documentos técnicos por parte del área de Investigación y Desarrollo, y del área de Documentación Técnica. Estos documentos contienen información sobre:

##### **a. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

Postre lácteo listo para consumo. Obtenido mediante la eliminación parcial del agua de la mezcla de leche concentrada y leche en polvo reconstituida con adición de azúcar blanca hasta su saturación. Concentrado por evaporación para conseguir sus atributos sensoriales característicos. Es un producto de larga vida cuya producción responde a las directrices de buena práctica de manufactura. Envasado en envase laminado Doypack.

**b. INGREDIENTES PARA ROTULADO**

Leche entera concentrada, leche descremada concentrada, leche en polvo reconstituida y azúcar blanco. El ingrediente lactosa se considera como coadyuvante de elaboración (no se coloca en el rotulado).

**c. RECOMENDACIÓN DE USO**

Producto de consumo directo. Destinado al público en general.

En envase cerrado no requiere refrigeración, una vez abierto debe conservarse en refrigeración a una temperatura de 2 y 6°C.

**d. OTRAS DENOMINACIONES**

Leche condensada parcialmente descremada azucarada.

**e. REQUISITOS ORGANOLÉPTICOS**

En la Tabla 7 se presentan los requisitos de la descripción sensorial para este producto.

**Tabla 7: Descripción sensorial**

Requisitos	Descripción
Color <sup>(1)</sup>	Crema
Olor	Lácteo
Sabor	Dulce, característico lácteo.
Aspecto	Viscoso <sup>(2)</sup> , de fácil fluidez, suave y homogéneo.

(1): El color se vuelve más oscuro en el tiempo. (2): La viscosidad del producto aumenta en el tiempo

**f. REQUISITOS FISICOQUÍMICOS Y/O FUNCIONALES**

La Tabla 8 detalla las especificaciones fisicoquímicas del producto.

**Tabla 8: Especificaciones fisicoquímicas**

Requisitos	Especificación
Sólidos Totales (%)	Mín. 72.0
Grasa (%)	Mín. 4.0
Proteínas (%)	Mín. 6.8
°Brix (°Bx)	69.5 – 72.0
Viscosidad (cP)	Mín. 2200
Actividad de agua (Aw)	≤ 0.85
Cristales	Máx. Grado 1
Peso neto (g)	Mín. 200

**g. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS**

En la Tabla 9 se presenta la especificación microbiológica para este producto.

**Tabla 9: Especificación microbiológicas**

Requisitos	Especificación
Mohos y levaduras osmófilas (ufc/g)	Menor a 10

**h. INFORMACIÓN NUTRICIONAL**

La información nutricional se presenta a continuación en la Tabla 10.

**Tabla 10: Información nutricional**

Información Nutricional			
Tamaño de porción	39 g (2 cdas)		
Porciones por envase	Aprox. 5		
Cantidades por porción			
Energía: 117 kcal			
	100 g	Porción	%RD*
Grasa total (g)	4	1.6	2%
Grasa saturada (g)	2.5	1	5%
Grasa trans (g)	0	0	0
Colesterol (mg)	12	4.7	2%

«continuación»

Sodio (mg)	<b>113</b>	<b>44</b>	<b>2%</b>
Carbohidratos totales (g)	58.7	22.9	8%
Fibra dietaría (g)	0	0	0%
Azúcares totales (g)	58.7	22.9	25%
Azúcares añadidos (g)	47	18.3	-
Proteínas (g)	6.8	2.7	5%
Calcio		10%	

\*Los porcentajes de requerimiento diario (%RD) indican en cuanto contribuye un nutriente en una porción de alimento para una dieta diaria. Se utiliza 2000kal por día para consejos nutricionales generales. \*Aporte de nutrientes expresados cómo % RD según Codex/FDA/UE

FUENTE FAO/WHO (2018)

#### **i. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**

El producto terminado debe ser almacenado en un lugar limpio, seco y fresco. No requiere de refrigeración. Una vez abierto el envase, debe mantenerse refrigerado entre 2 y 6°C.

#### **j. VIDA ÚTIL**

En envase laminado Doypack: nueve meses en las condiciones anteriormente mencionadas.

#### **k. CARACTERÍSTICAS DEL ROTULADO**

El producto lleva impreso en el envase la fecha de vencimiento (día, mes y año) y el código de envasado. Adicionalmente, debe llevar impreso lo siguiente:

- Nombre del producto
- Contenido neto, en unidades del Sistema Internacional
- Ingredientes
- Información nutricional
- Razón social y dirección de la empresa
- Número de registro sanitario
- País de origen (Fabricación)

- Formas de conservación
- Códigos de barras

## I. CARACTERÍSTICAS DEL ENVASE Y EMBALAJE

Las Especificación técnica del envase Doypack de 200 gramos se detallan en la Tabla 11, y en la Tabla 12 se presentan las características del envase y embalaje.

**Tabla 11: Especificación técnica del envase Doypack 200 g**

Información general		
Material	Laminado impreso PET/ALU/PEBD Cristal, 145.5 g/m <sup>2</sup>	
Aplicación	Envasado de leche condensada	
Impresión	Rotograbado, según arte y patrón aprobado	
Estructura		
Sustrato	Espesor (μ)	Gramaje (g/m <sup>2</sup> )
Poliéster cristal (T°)	12.0	17.0
Tintas	----	2.5
Adhesivo	----	3
Foil de aluminio	8	22
Adhesivo	----	3
Pebd cristal	106	98
Total		145.5

**Tabla 12: Características del envase y embalaje**

Tipo de envase y presentación	Tipo de embalaje	Unidades
Envase Doypack 200 g	Caja de cartón corrugado de primer uso	24

Cada caja lleva diseñado un arte que incluye, además, la marca de producto, el contenido neto de cada unidad y la codificación de fecha de vencimiento.

La ficha técnica es un documento que contiene la descripción de las características del producto o servicio, recoge toda la información necesaria y relevante, indicando todos los parámetros técnicos para su venta y recepción, de forma clara, precisa y específica. Resulta de vital importancia la redacción correcta de las fichas técnicas de los productos, pues debemos relacionar característica con utilidad o beneficio aportado, que cubre las necesidades del cliente (Vélez, 2017).

### **3.2.2. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **a. EQUIPOS**

- Balanza
- Contador de colonias
- Incubadora programada a  $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$
- Viscosímetro Brookfield digital MODEL DV-I +

#### **b. MATERIALES**

- Placas Petri estériles –
- Pipeta automática
- Puntas autoclavables (TIPS 20 – 1300  $\mu\text{l}$ )
- Vasos precipitados de 50 y 500 ml

#### **c. MEDIO DE CULTIVO**

- Agar papa dextrosa modificado, con la incorporación de 60% de sacarosa y 2% de glucosa. La esterilización del medio de cultivo debe ser a  $121^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos.
- Diluyente: Agua fosfato buferada estéril con la incorporación de 40% de glucosa. La esterilización debe ser a  $110^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos.

### 3.2.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

#### a. VISCOSIDAD APARENTE

Se utilizó el viscosímetro rotacional Brookfield + Pro, con el *spindle* 64 (husillo) a 12 rpm y 25°C, se siguieron las indicaciones del manual del equipo (Brookfield Engineering Laboratories, 2015):

- Se colocó el Spindle 64 al viscosímetro.
- Se prendió el viscosímetro y realizó un autozeroed, luego salió el siguiente mensaje “REMOVE SPINDL PRESS ANY KEY”.
- Se seleccionó en pantalla la velocidad de 12 rpm y numero Spindle 64.
- Se colocó 500 ml de leche condensada azucarada en vaso precipitado y se atemperó la muestra a 25°C.
- Se colocó la muestra en el viscosímetro en el centro y hasta la marca que presenta el spindle.
- Se presionó botón “On”, esperar 30 segundos y, se realizó lectura del valor de la viscosidad.
- Se retiró la muestra y limpio el spindle con agua destilada.

#### b. ANÁLISIS SENSORIAL:

La “prueba afectiva” es considerada una prueba de grado de satisfacción o preferencia, la cual intenta cuantificar o medir el grado de gusto o disgusto que experimenta un panelista luego de consumir algún alimento (Anzaldúa-Morales, 1994).

Se realizó la descripción de la evaluación sensorial aplicando método afectivo con escala hedónica de 1 a 5 puntos. A los panelistas se les solicitó indicar el grado de desviación con respecto al requisito organoléptico de cada muestra (Tabla 7), asignando un valor a cada atributo según la categoría reportada en la escala descendente bajo los siguientes atributos: sabor, olor, color y aspecto, se usó un rango de 1 a 5 puntos dentro de una escala hedónica, siendo (1) muy considerable desviación, (2) considerable desviación, (3) notable desviación,

(4) mínima o ligera desviación y (5) conforme. Se empleó un panel de 5 personas entrenados de ambos sexos.

Se cogió muestras de un lote, se retiró la tapa y el *foil* de aluminio. Se colocó contenido del producto leche condensada parcialmente descremada en vasos precipitados de 50ml para los panelistas entrenados. Se realizó evaluación sensorial de los atributos color, olor, sabor y aspecto. Los atributos evaluados se compararon con respecto al requisito organoléptico donde se muestra la descripción sensorial en la Tabla 7. Se registró el puntaje hedónico en la cartilla de evaluación sensorial (Anexo 1).

### **c. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Se utilizó el método de análisis recomendado por la American Public Health Association (Kim *et al.*, 2001), así como los parámetros requeridos por la NTP 202.003 para “Leche y Productos Lácteos. Leche condensada” (INDECOPI, 2016)

Se determinó el recuento de microorganismos osmófilos, donde se utilizó Agar papa dextrosa modificada, mediante la técnica de siembra por incorporación en placa Petri.

Primero, se pesó 10 g de muestra bajo condiciones asépticas en un frasco conteniendo 90 ml del diluyente y se homogenizó el contenido. Después, se pipeteó a la placa Petri rotulada 1 ml de dilución y luego se vertió en la placa 15 a 20 ml de agar preparado y acondicionado y temperado a 45°C. En seguida, se mezcló el inóculo con el medio fundido, inclinando y girando las placas y se dejó solidificar. Finalmente, se cubrió las placas con papel y se colocó en cámara de incubación a una temperatura de  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 5 días. Se realizó el conteo de mohos y levaduras formadas.

### **3.3. PARTE EXPERIMENTAL**

En la Tabla 13 se muestra la planificación del diseño experimental realizado en la presente investigación.

**Tabla 13: Diseño experimental de evaluación de la viscosidad aparente**

Lote	Repetición	Viscosidad aparente (cP)			
		t1=0	t2=3	t3=6	t4=9
		meses	meses	meses	meses
L <sub>1</sub>	r1	r1, t1	r1, t2	r1, t3	r1, t4
	r2	r2, t1	r2, t2	r2, t3	r2, t4
L <sub>2</sub>	r1	r1, t1	r1, t2	r1, t3	r1, t4
	r2	r2, t1	r2, t2	r2, t3	r2, t4
L <sub>3</sub>	r1	r1, t1	r1, t2	r1, t3	r1, t4
	r2	r2, t1	r2, t2	r2, t3	r2, t4
L <sub>4</sub>	r1	r1, t1	r1, t2	r1, t3	r1, t4
	r2	r2, t1	r2, t2	r2, t3	r2, t4
L <sub>5</sub>	r1	r1, t1	r1, t2	r1, t3	r1, t4
	r2	r2, t1	r2, t2	r2, t3	r2, t4
L <sub>6</sub>	r1	r1, t1	r1, t2	r1, t3	r1, t4
	r2	r2, t1	r2, t2	r2, t3	r2, t4
L <sub>7</sub>	r1	r1, t1	r1, t2	r1, t3	r1, t4
	r2	r2, t1	r2, t2	r2, t3	r2, t4
L <sub>8</sub>	r1	r1, t1	r1, t1	r1, t3	r1, t4
	r2	r2, t1	r2, t2	r2, t3	r2, t4
L <sub>9</sub>	r1	r1, t1	r1, t1	r1, t3	r1, t4
	r2	r2, t1	r2, t2	r2, t3	r2, t4
L <sub>10</sub>	r1	r1, t1	r1, t2	r1, t3	r1, t4
	r2	r2, t1	r2, t2	r2, t3	r2, t4

Para este trabajo de investigación, la planificación de la parte experimental se detalla a continuación.

### 3.3.1. EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD APARENTE

Se realizó las mediciones a 25°C. Se evaluaron 10 lotes de envasado seguido de fecha de producción entre 12/03/2017 al 25/03/2017, de acuerdo al diseño experimental mostrado en la Tabla 13.

### 3.3.2. ANÁLISIS SENSORIAL

Se utilizaron de 3 a 5 panelistas entrenados, debidamente reconocidos por la empresa y que son capacitados anualmente. Se evaluó color, olor, sabor y aspecto, haciendo uso de una cartilla preestablecida (Anexo 1) y aprobada por jefatura del área de análisis sensorial de la

empresa. La evaluación se llevó a cabo a los 0, 3, 6 y 9 meses y los resultados se reportaron en forma de puntajes promedio en una escala hedónica del 1 al 5.

### **3.3.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Se realizó el recuento microbiano de mohos y levaduras osmófilas al inicio y al final del tiempo de estudio (0 y 9 meses). Se utilizó el método recomendado por la American Public Health Association (Kim *et al.*, 2001); así como los límites especificados en y la NTP 202.003 para leche, productos lácteos, y leche condensada (INDECOPI, 2016).

### **3.4. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA PARTE EXPERIMENTAL**

- Se retiró las muestras del medio de la línea de envasado. Se retiró 32 unidades por lote para su evaluación, de los cuales se utilizó 4 unidades con repetición para cada tiempo de almacenamiento (t1, t2, t3, t4). En total se separó 320 unidades de los 10 lotes seguidos.
- Las muestras se almacenaron en un ambiente climatizado a 25°C y 42 por ciento de humedad relativa.
- Se realizó las mediciones de viscosidad aparente de 4 unidades de muestras con repetición en cada tiempo de almacenamiento y se reportó en una ficha de seguimiento.
- Se realizó análisis microbiológico al inicio y final de su tiempo de almacenamiento, según lo indicado en ítem 3.3.3.
- Se realizó la evaluación sensorial en cada tiempo de almacenamiento y se reporta en puntaje en escala hedónica del 1 al 5.

### **3.5. PROCESAMIENTOS DE DATOS**

Los datos de viscosidad aparente en el tiempo fueron graficados y se determinó la cinética de cambio, obteniéndose el orden de reacción y la constante de velocidad de reacción correspondiente. Se reportó resultados para cada lote y los valores promedio. Asimismo, se realizó un análisis estadístico para ver si había cambios significativos en la viscosidad aparente de los diferentes lotes, para lo cual se recurrió a un Análisis de Varianza (ANOVA).

Los datos de evaluación sensorial también fueron graficados para determinar su cambio a través del tiempo de almacenamiento, y se obtuvieron el orden de reacción y la constante de velocidad de reacción, para los lotes individuales y los promedios. Los resultados del análisis microbiológico fueron usados para validar el buen estado y la inocuidad de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack de 200 gramos.

### **3.5.1. DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE VELOCIDAD DE REACCIÓN Y ORDEN DE REACCIÓN**

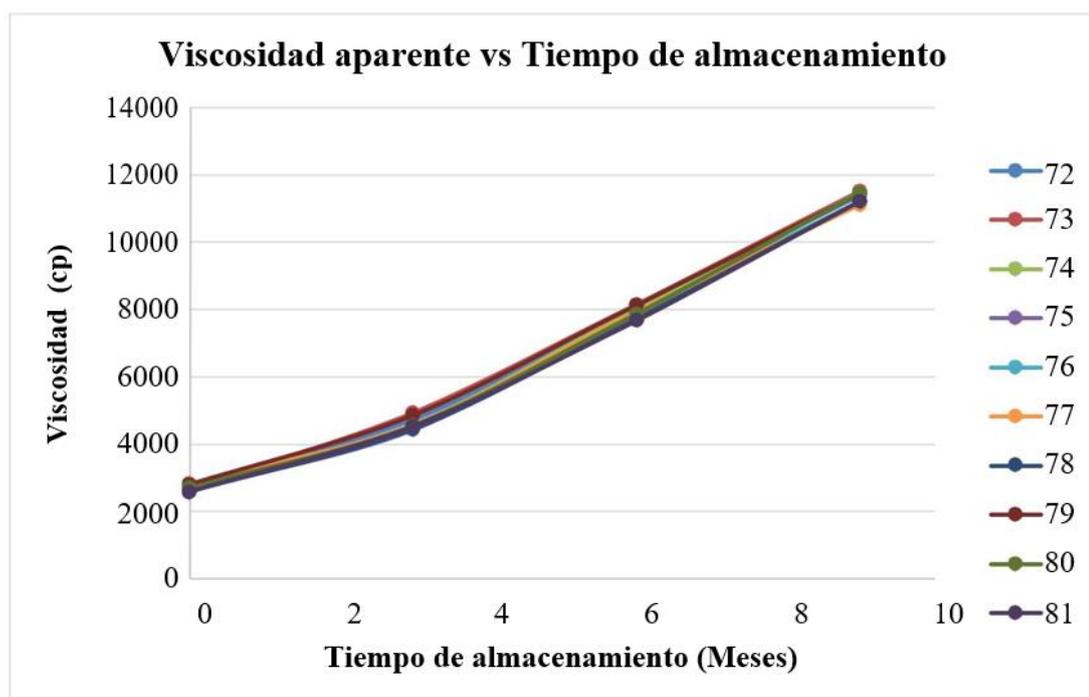
El modelo aplicado se basó en la ecuación general de la cinética química. El análisis matemático se puede resumir en los siguientes pasos (Nicoli, 2012).

- Se determinó el orden de reacción con los datos graficados de la viscosidad y evaluación sensorial en base al criterio de coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Aquel  $R^2$  más cercano a 1 indicaría el orden del atributo.
- Se calculó las constantes de velocidad de reacción experimentales (K) con los datos sensoriales y de viscosidad aparente.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL COMPORTAMIENTO DE LA VISCOSIDAD APARENTE

Se graficaron los datos de viscosidad aparente con respecto al tiempo de almacenamiento. En la Figura 3 se observa incremento de la viscosidad aparente en los 10 lotes de producción seguidos.



**Figura 3: Variación de viscosidad aparente con respecto al tiempo de almacenamiento**

La Tabla 14 muestra los coeficientes de determinación de la viscosidad aparente de los 10 lotes seguidos para el orden cero y orden uno de reacción; por lo tanto, la cinética de reacción de la viscosidad aparente de la leche condensada descremada fue de orden uno por presentar los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) más cercano a uno.

**Tabla 14: Coeficiente de determinación de la viscosidad aparente**

Variable	Lote	R <sup>2</sup>	
		Orden Cero	Orden Uno
Viscosidad aparente	72	0.9852	0.9924
	73	0.9900	0.9892
	74	0.9829	0.9921
	75	0.9830	0.9911
	76	0.9843	0.9922
	77	0.9833	0.9918
	78	0.9832	0.9926
	79	0.9890	0.9898
	80	0.9813	0.9940
	81	0.9844	0.9926

Orden uno: Mayores R<sup>2</sup>.

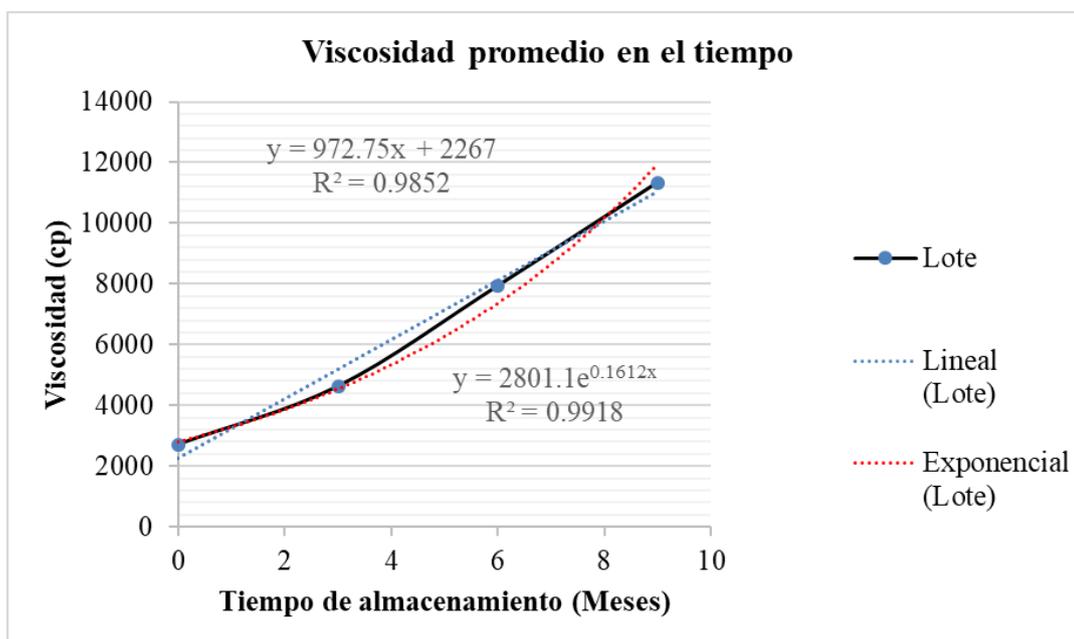
De la Tabla 14 se desprende el comportamiento no lineal de la viscosidad aparente con respecto al tiempo de almacenamiento, siendo la tendencia de cambio que da forma de una ecuación exponencial.

La Tabla 15 muestra la constante de velocidad de reacción (K) de la viscosidad aparente de los 10 lotes de producción seguidos.

**Tabla 15: Constante de velocidad de reacción de la viscosidad aparente**

Variable	Lote	K
		Orden Uno
Viscosidad aparente	72	0.1572
	73	0.1628
	74	0.1625
	75	0.1640
	76	0.1597
	77	0.1554
	78	0.1656
	79	0.1580
	80	0.1630
	81	0.1648

La Figura 4 muestra la tendencia de incremento de la viscosidad aparente promedio en el tiempo de almacenamiento.



**Figura 4: Variación de viscosidad aparente promedio con respecto al tiempo de almacenamiento de 10 lotes de producción seguidos**

En la Figura 3 y Figura 4 se evidencia el aumento de viscosidad aparente durante el tiempo de almacenamiento (ver Anexo 2), tanto en los 10 lotes como en el promedio. Nieuwenhuijse (2003) menciona que, el aumento de viscosidad o espesamiento por almacenamiento prolongado, se debe a que las partículas de proteína en la leche condensada se conectan por hilos de proteína, similares a los de productos lácteos esterilizados que gelifican durante almacenamiento. Samel & Muers (1962) indican que el tamaño y la forma de los racimos de caseína, así como su interacción con sacarosa y/o lactosa, son responsables de la variación de la viscosidad. Sharma *et al.* (2105) señalan que el espesamiento o aumento de viscosidad por envejecimiento, se puede controlar eficazmente practicando las condiciones correctas de precalentamiento, añadiendo azúcar al final de la evaporación de la leche, manteniendo el factor de concentración tolerable (2.5) y adición de sales estabilizantes.

La Tabla 16 muestra los coeficientes de determinación para la viscosidad aparente promedio para el orden cero y orden uno de reacción; por lo tanto, la cinética de reacción de la viscosidad aparente promedio fue de orden uno por presentar los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) más cercano uno.

**Tabla 16: Coeficiente de determinación de la viscosidad aparente promedio**

Viscosidad aparente promedio	R <sup>2</sup>	
	Orden Cero	Orden Uno
Valor	0.9852	0.9918

Orden uno: Mayor R<sup>2</sup>

De la Tabla 16 se desprende el comportamiento no lineal de la viscosidad aparente promedio con respecto al tiempo de almacenamiento, siendo la tendencia de cambio de forma a una ecuación exponencial

La Tabla 17 muestra la constante cinética de reacción de la viscosidad aparente promedio.

**Tabla 17: Constante de velocidad de reacción de la viscosidad aparente promedio**

Viscosidad aparente promedio	K
	Orden uno
Valor	0.1612

Podemos ver que los cambios de viscosidad aparente en el tiempo tanto para los 10 lotes seguidos y promedio reportaron una cinética de reacción de orden uno y constante de velocidad de reacción fue +0.1612. En la evaluación del tiempo de vida de una bebida de cacahuete con sabor a fresa y chocolate esterilizado por UHT. Rustom *et al.* (1996) estudiaron las características sensoriales y la cinética de los cambios; reportando cambios de Orden Uno en pH y viscosidad en las bebidas sabor a chocolate, luminosidad del color en todas las bebidas; además, encontraron que y la constante de velocidad de reacción aumentaba con la temperatura.

#### **4.1.1. DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD APARENTE DENTRO DE LOS LÍMITES DE ACEPTABILIDAD PERMITIDOS**

Los valores de viscosidad aparente determinados a través del tiempo fueron comparados con el valor mínimo aceptable (2200 cP) y el valor máximo aceptable 12000 (cP) de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 gramos, a fin de asegurar que el producto en evaluación se encontraba dentro de los límites permitidos para ser considerado

estable. Se ha observado que a partir de 12000 cP los consumidores detectan un cambio notorio en la viscosidad, que vuelve al producto indeseado pues tiene dificultad para fluir. Por debajo de los 12000 cP, los consumidores habituales no perciben diferencias en la viscosidad o en la capacidad de fluir del producto y, consecuentemente, el producto es aceptado comercialmente.

A partir de la Tabla 16 se determinó el comportamiento no lineal de la viscosidad aparente, siendo la tendencia de cambio de deterioro a una ecuación exponencial.

**Ecuación exponencial:**

$$\mu = 2801.1e^{0.1612t} \quad (4)$$

$\mu$ : Viscosidad aparente (cP)

t: Tiempo de almacenamiento (Meses)

Se calculó la viscosidad aparente para un tiempo de 0 días y 9 meses respectivamente, se reportó los resultados en la Tabla 18. Donde se evidencia el cumplimiento de viscosidad aparente para el mínimo aceptable para el tiempo cero, y para el tiempo de 9 meses también cumple con la viscosidad aparente máximo aceptable. Por lo tanto, el producto leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g es aceptable comercialmente hasta los 9 meses de tiempo de almacenamiento.

**Tabla 18: Resultados de viscosidad aparente**

Tiempo (meses)	Viscosidad aparente (cP)	Viscosidad aparente (cP)
0	2801	Min. 2200
9	11951	Max. 12000

**4.1.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO ANOVA APLICADO A LA VISCOSIDAD APARENTE**

Se aplicó ANOVA para corroborar si existe cambios significativos en la viscosidad aparente en los diferentes lotes durante el almacenamiento. Se planteó la siguiente hipótesis:

- **H<sub>0</sub>**: Las medias de la viscosidad aparente son iguales en los 10 lotes de producción seguido durante almacenamiento.

- **H<sub>a</sub>**: Algunas de las medias de la viscosidad aparente es diferente en los 10 lotes de producción seguido durante almacenamiento.

La Tabla 19 muestra los resultados del análisis de ANOVA, donde se comparó el valor de F con el valor crítico de F<sub>c</sub> a un nivel de significación de 0.05. Donde se evidencia que F es mayor que F<sub>c</sub>, por lo tanto, la hipótesis alterna se acepta, quiere decir que existen cambios significativos en la viscosidad aparente en los diferentes lotes.

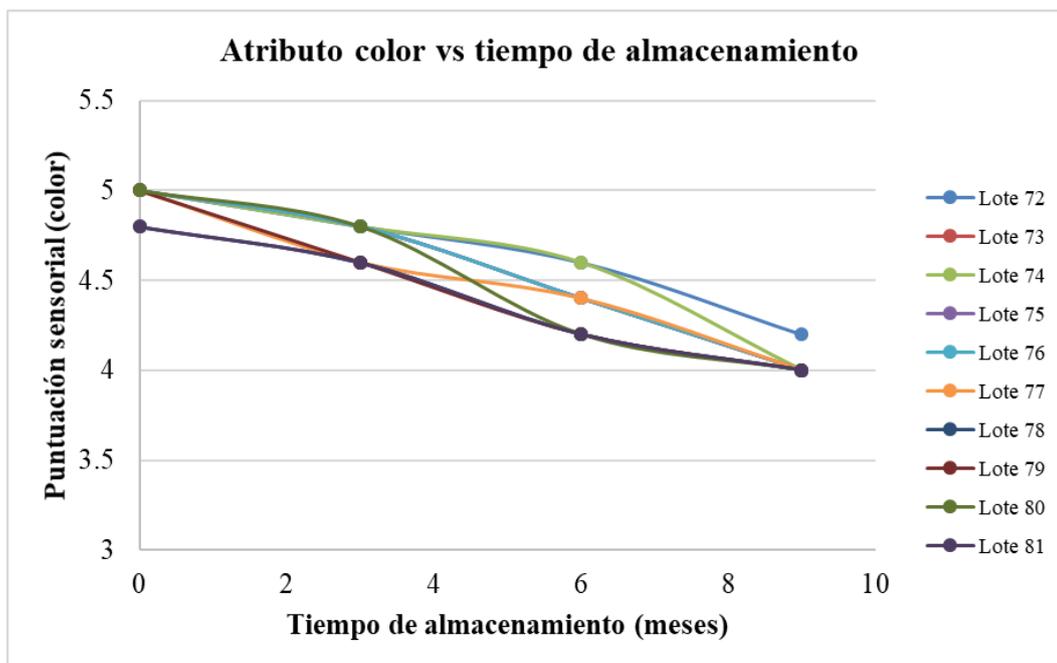
**Tabla 19: Análisis de varianza (ANOVA) de la viscosidad aparente de los diferentes lotes**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F (F <sub>c</sub> )
Entre grupos	981029750	3	327009917	15462.9	9.257E-106	2.72
Dentro de los grupos	1607250	76	21148.026			
Total	982637000	79				

## 4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES

### 4.2.1. DEL ATRIBUTO COLOR

Se graficaron los datos del atributo *color* con respecto al tiempo de almacenamiento. Por ello, en la Figura 5 se observa una tendencia de disminución de la puntuación del atributo color en los 10 lotes de producción seguido.



**Figura 5: Variación del atributo color con respecto al tiempo de almacenamiento**

La Tabla 20 muestra los coeficientes de determinación del atributo color para el orden cero y orden uno de reacción; por lo tanto, la cinética de reacción del atributo color fue de orden cero por presentar los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) más cercano a uno.

**Tabla 20: Coeficiente de determinación del atributo color**

Atributo	Lote	$R^2$	
		Orden Cero	Orden Uno
Color	72	0.9657	0.9559
	73	0.9797	0.9723
	74	0.9143	0.8972
	75	0.953	0.953
	76	0.9797	0.9723
	77	0.9846	0.9831
	78	0.9800	0.9798
	79	0.9797	0.9723
	80	0.9529	0.9530
	81	0.9800	0.9798

Orden cero: Mayor  $R^2$

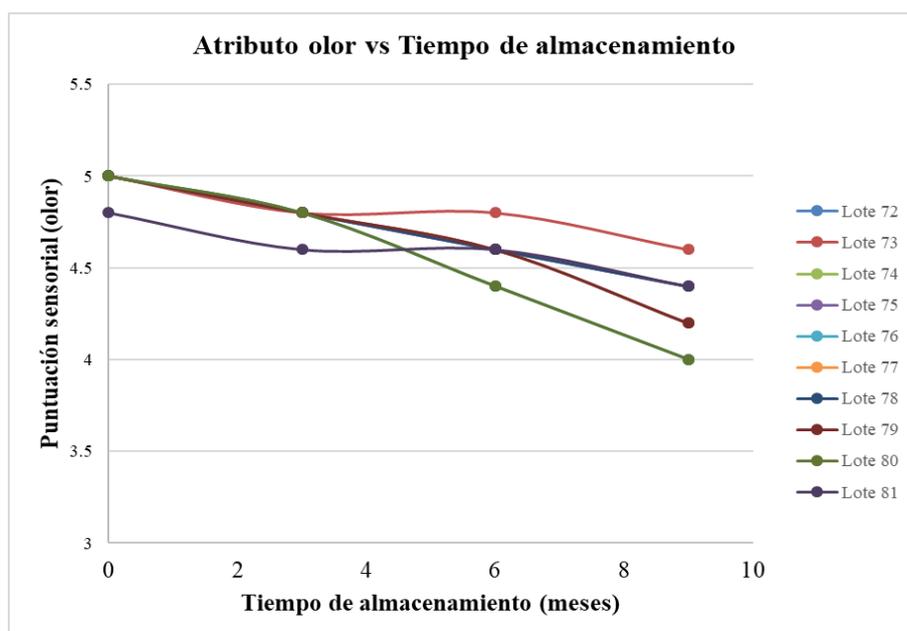
La Tabla 21 presenta la constante de cinética de reacción (K) del atributo color para los 10 lotes de producción seguidos.

**Tabla 21: Constante de velocidad de reacción del atributo color**

Atributo	Lote	K
		Orden Cero
Color	72	-0.0867
	73	-0.1133
	74	-0.1067
	75	-0.1200
	76	-0.1133
	77	-0.1067
	78	-0.9800
	79	-0.0933
	80	-0.1133
	81	-0.1200

#### 4.2.2. DEL ATRIBUTO OLOR

Se graficaron los datos del atributo *olor* con respecto al tiempo de almacenamiento. Por ello, en la Figura 6 se observa una tendencia de disminución de la puntuación del atributo olor en los 10 lotes de producción seguidos.



**Figura 6: Variación del atributo olor con respecto al tiempo de almacenamiento**

La Tabla 22 muestra los coeficientes de determinación del atributo olor para el orden cero y orden uno de reacción; por lo tanto, la cinética de reacción del atributo olor fue de orden cero por presentar los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) más cercano a uno.

**Tabla 22: Coeficiente de determinación del atributo olor**

Atributo	Lote	$R^2$	
		Orden Cero	Orden Uno
Color	72	0.9657	0.9559
	73	0.9000	0.8998
	74	0.9797	0.9723
	75	1.00000	0.9996
	76	0.9797	0.9723
	77	0.9657	0.9559
	78	1.0000	0.9996
	79	0.9657	0.9559
	80	0.9797	0.9723
	81	0.9000	0.8998

Orden cero: Mayor  $R^2$

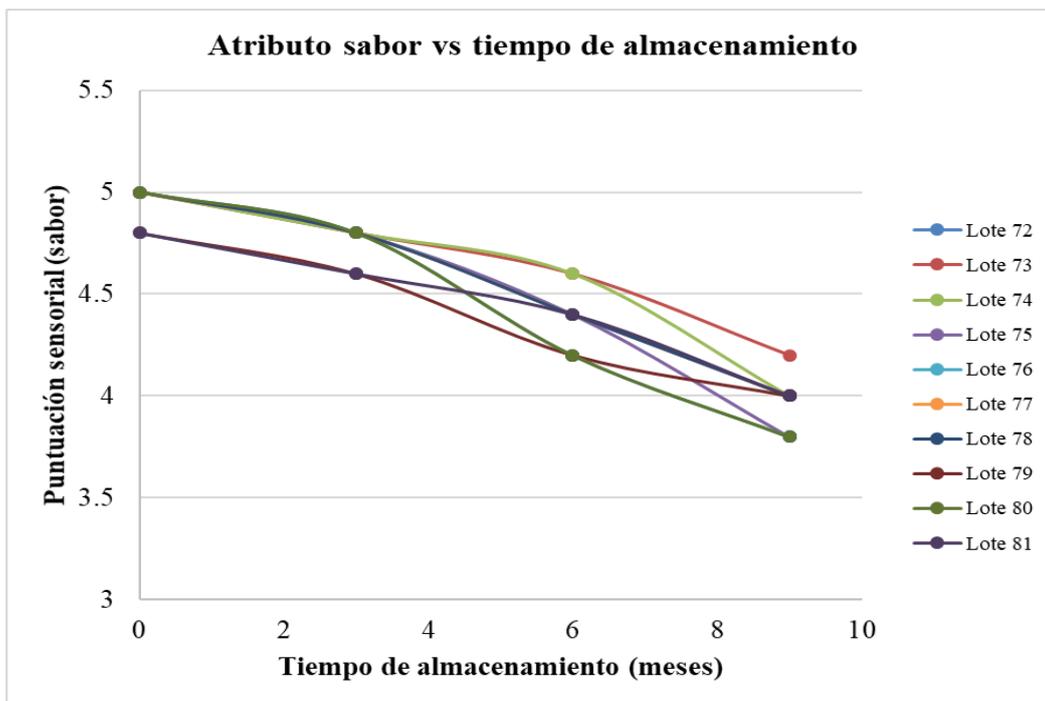
La Tabla 23 presenta la constante de cinética de reacción del atributo olor de los 10 lotes de producción seguidos.

**Tabla 23: Constante de velocidad de reacción del atributo olor**

Atributo	Lote	K
		Orden Cero
Olor	72	-0.0867
	73	-0.0400
	74	-0.1133
	75	-0.0667
	76	-0.1133
	77	-0.0867
	78	-0.0667
	79	-0.0867
	80	-0.1133
	81	-0.0400

### 4.2.3. DEL ATRIBUTO SABOR

Se graficaron los datos del atributo *sabor* con respecto al tiempo de almacenamiento. Por ello en la Figura 7 se aprecia una tendencia de disminución de la puntuación del atributo sabor en los 10 lotes de producción seguidos.



**Figura 7: Variación del atributo sabor con respecto al tiempo de almacenamiento**

La Tabla 24 muestra los coeficientes de determinación del atributo sabor para el orden cero y orden uno de reacción; por lo tanto, la cinética de reacción del atributo sabor fue de orden cero por presentar los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) más cercano a uno.

**Tabla 24: Coeficiente de determinación del atributo sabor**

Atributo	Lote	$R^2$	
		Orden Cero	Orden Uno
Sabor	72	0.9797	0.9723
	73	0.9657	0.9559
	74	0.9143	0.8972
	75	0.9524	0.9366

«continuación»

76	0.9692	0.9647
77	0.9797	0.9723
78	0.9797	0.9723
79	0.9800	0.9798
80	0.9692	0.9647
81	0.9657	0.9554

Orden cero: Mayor R<sup>2</sup>

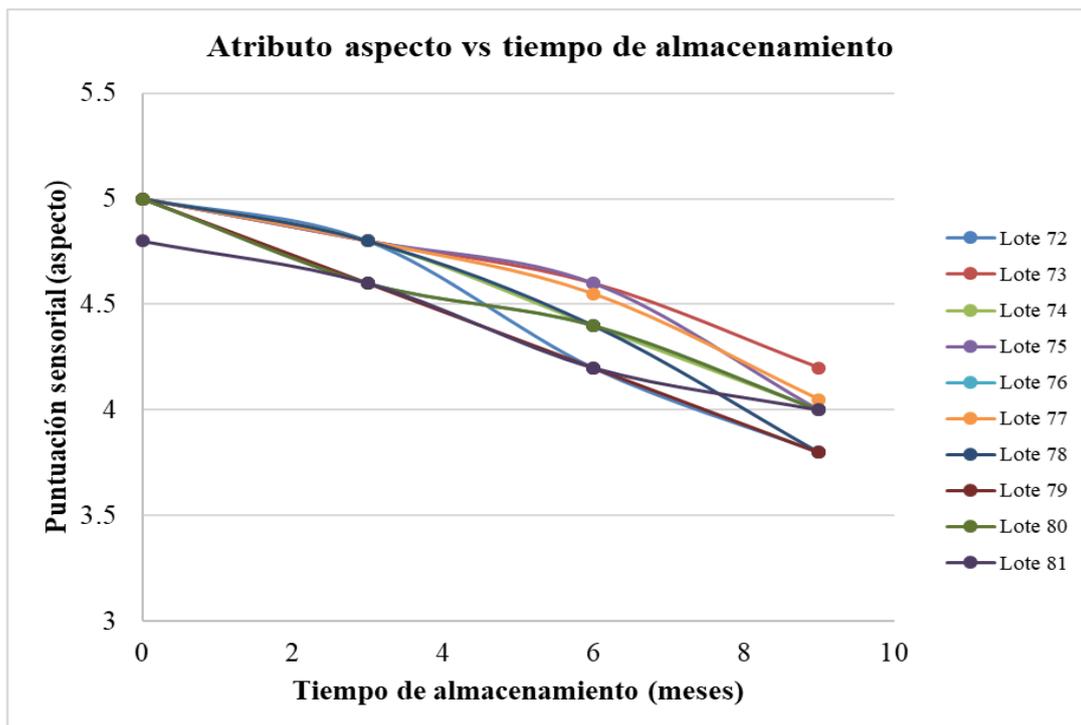
La Tabla 25 muestra la constante de cinética de reacción del atributo sabor de los 10 lotes de producción seguidos.

**Tabla 25: Constante de velocidad de reacción del atributo sabor**

Atributo	Lote	K
		Orden Cero
Sabor	72	-0.1133
	73	-0.0867
	74	-0.1067
	75	-0.1333
	76	-0.1400
	77	-0.1133
	78	-0.1133
	79	-0.0933
	80	-0.1400
	81	-0.8670

#### 4.2.4. DEL ATRIBUTO ASPECTO

Se graficaron los datos del atributo *aspecto* con respecto al tiempo de almacenamiento. En la Figura 8 se observa una tendencia de disminución de la puntuación del atributo aspecto en los 10 lotes de producción seguidos.



**Figura 8: Variación del atributo aspecto con respecto al tiempo de almacenamiento**

La Tabla 26 muestra los coeficientes de determinación del atributo aspecto para el orden cero y orden uno de reacción; por lo tanto, la cinética de reacción del atributo aspecto fue de orden cero por presentar los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) más cercano a uno.

**Tabla 26: Coeficiente de determinación del atributo aspecto**

Atributo	Lote	$R^2$	
		Orden Cero	Orden Uno
Aspecto	72	0.9692	0.9647
	73	0.9657	0.9559
	74	0.9797	0.9723
	75	0.9143	0.8972
	76	0.9846	0.9831
	77	0.9692	0.9583
	78	0.9524	0.9363
	79	1.0000	0.9983
	80	0.9846	0.9831
	81	0.9800	0.9798

Orden cero: Mayor  $R^2$

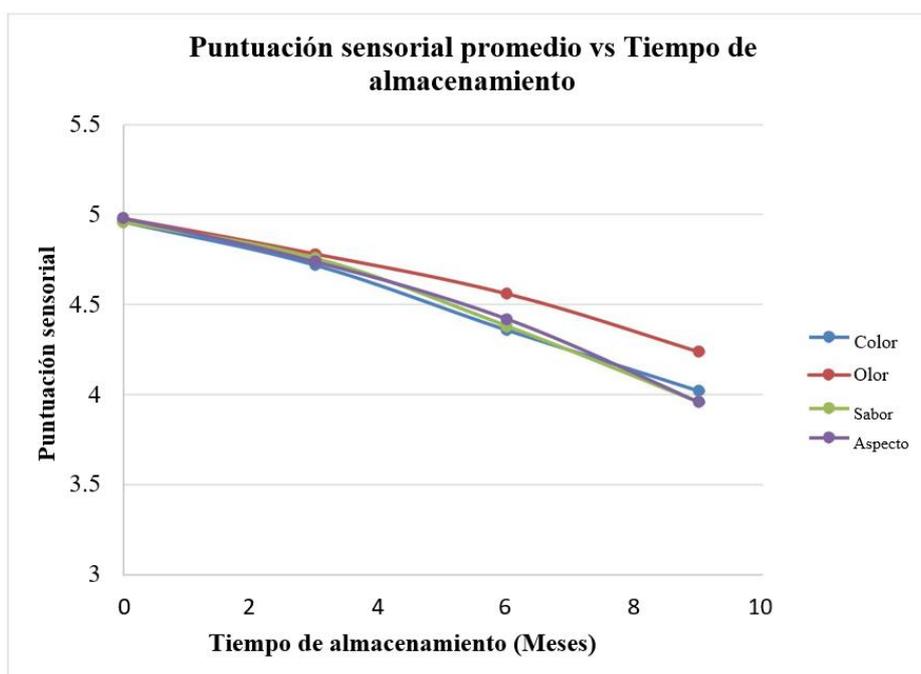
La Tabla 27 muestra la constante de cinética de reacción del atributo sabor de los 10 lotes de producción seguidos.

**Tabla 27: Constante de velocidad de reacción del atributo aspecto**

Atributo	Lote	K
		Orden Cero
Aspecto	72	-0.1400
	73	-0.0867
	74	-0.1133
	75	-0.1067
	76	-0.1067
	77	-0.1050
	78	-0.1333
	79	-0.1333
	80	-0.1067
	81	-0.0933

#### 4.2.5. DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES PROMEDIO

La Figura 9 muestra la tendencia de disminución de los atributos sensoriales promedio en el tiempo de almacenamiento.



**Figura 9: Variación de los atributos sensoriales promedio con respecto al tiempo de almacenamiento**

En las Figuras 5, 6, 7 8 y 9, se evidencia una tendencia de disminución de la puntuación sensorial de los atributos color, olor, sabor, aspecto y de los promedios. Sharma *et al.* (2015) indican que las reacciones inducidas por almacenamiento llevan al pardeamiento de Maillard de la leche condensada, difícil de evitar y contribuyen al cambio de color y sabor. El aumento de la concentración, la temperatura de almacenamiento más alto y el calentamiento más intenso, las reacciones de pardeamiento se visualiza más rápido; el aumento de cantidad de azúcares reductores cuando se sustituye sacarosa por dextrosa, se intensifica el color y el desarrollo del sabor a caramelo.

La Tabla 28 muestra los coeficientes de determinación de los atributos sensoriales promedio para el orden cero y orden uno de reacción; por lo tanto, la cinética de reacción de los atributos sensoriales fue de orden cero por presentar los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) más altos o cercanos a uno.

**Tabla 28: Coeficiente de determinación de los atributos sensoriales promedio**

Atributo	$R^2$	
	Orden Cero	Orden Uno
Color	0.9932	0.9887
Olor	0.9870	0.9810
Sabor	0.9776	0.9690
Aspecto	0.9790	0.9685

Orden cero: Mayor  $R^2$

De la Tabla 28 se desprende el comportamiento lineal de los atributos sensoriales promedio con respecto al tiempo de almacenamiento, siendo la tendencia de cambio de forma de una línea recta o tendencia lineal. Asimismo, de las Tabla 20, 22, 24 y 26, se deduce o deriva el cambio de deterioro de tendencia lineal de los atributos color, olor, sabor y aspecto durante el almacenamiento de los 10 lotes de producción seguidos.

La Tabla 29 muestra la constante de cinética de reacción (K) de los atributos sensoriales promedio de los 10 lotes de producción seguidos.

**Tabla 29: Constante de velocidad de reacción de los atributos sensoriales promedio**

Atributo	K	Intersección
Color	-0.1060	4.99
Olor	-0.0813	4.99
Sabor	-0.1127	5.02
Aspecto	-0.1127	5.03

Podemos ver que los cambios de los atributos sensoriales color, olor, sabor y aspecto y el promedio en el tiempo reportaron cinética de reacción de orden cero y constante de velocidad de reacción de los atributos promedio fue -0.1060, -0.0813, sabor -0.1127 y aspecto -0.1127, respectivamente. En la evaluación del tiempo de vida de una bebida de cacahuete con sabor a fresa y chocolate esterilizado por UHT. Rustom *et al.* (1996) estudiaron las características sensoriales y la cinética de los cambios; reportando cambios de Orden Cero en pH e índice de sedimentación en bebida sabor a fresa, y homogenización en ambas bebidas; además, encontraron que la constante de velocidad de reacción aumentaba con la temperatura. El deterioro de las cualidades sensoriales de las bebidas estaba muy relacionado con el aumento del índice de sedimentación, la disminución del pH y la estabilidad de la emulsión. Garitta *et al.* (2004) reportaron en su investigación de vida útil sensorial de dulce de leche, el sabor del plástico frente al tiempo de almacenamiento siguió la tasa de reacción de orden cero.

#### **4.2.6. DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DENTRO DEL LÍMITE DE ACEPTABILIDAD PERMITIDO**

Los valores calculados de análisis sensorial fueron contrastados con el valor mínimo aceptable, equivalente a 4 puntos, que indica “ligera desviación”.

La Tabla 30 muestra las puntuaciones sensoriales en los atributos color, olor, sabor y aspecto a los 9 meses de tiempo de almacenamiento, se encuentran dentro del mínimo aceptable por encima de los 4 puntos que indica ligera desviación sensorial en el producto leche condensada parcialmente descremada azucarada en envase Doypack 200 g.

**Tabla 30: Resultados de los atributos sensoriales**

Tiempo (Meses)	Color	Olor	Sabor	Aspecto
0	5.0	4.99	5.02	5.03
9	4.3	4.26	4.01	4.02

#### **4.3. COMPARACIÓN DE LA CONSTANTE DE VELOCIDAD DE REACCIÓN DEL TIEMPO ESTIMADO DE VIDA ÚTIL Y DE LA EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD**

Del tiempo de vida estimado a 25°C, donde se aplicó la ecuación de cinética de reacción de orden cero, donde la constante de velocidad de reacción de los atributos color, olor, sabor y aspecto fueron -0.2132, -0.1929, -0.2111 y -0.2154, respectivamente.

En la evaluación de estabilidad de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g a 25°C, la constante de cinética de reacción (K) de los atributos sensoriales promedio color, olor, sabor y aspecto fue -0.1060, -0.0813, -0.1127 y -0.1127, respectivamente. En la Tabla 28, la cinética de reacción de los atributos sensoriales color, olor, sabor y aspecto fue de orden cero por presentar los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) más altos o cercanos a uno. La constante cinética de reacción de la viscosidad aparente promedio fue +0.1612; En la Tabla 16 se desprende el comportamiento no lineal de la viscosidad aparente promedio con respecto al tiempo de almacenamiento, siendo la tendencia de cambio de forma a una ecuación exponencial, donde la cinética de reacción de la viscosidad aparente promedio fue de orden uno por presentar los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) más cercano uno.

Para los atributos sensoriales color, olor, sabor y aspecto, tanto para el método de tiempo estimado de vida útil y para la evaluación de estabilidad durante el almacenamiento, se aplicó ecuación de cinética de orden cero, siendo la tendencia lineal, y para la viscosidad aparente se determinó una ecuación exponencial de cinética de reacción de orden uno (Nicoli, 2012), indica que, la regresión lineal y no lineal se basa en varios supuestos del error experimental que deben satisfacerse para tener inferencias adecuadas.

#### **4.4. COMPARACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL Y DEL LÍMITE DE ACEPTABILIDAD PERMITIDO**

El estudio de tiempo de vida acelerado fue realizado al producto leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 gramos. Aplicando la ecuación cinética de reacción de orden cero, se estimó que el tiempo de vida útil para cada atributo, luego de conservar el producto leche condensada a temperaturas de 20, 25 y 35°C se desprende que el producto leche condensada tiene un tiempo estimado de vida útil de 10.29 meses cuando éste es almacenado a temperatura de 20°C y de 9.28 meses cuando éste es almacenado bajo temperatura de 25°C. La vida útil del producto se estimó empleando como criterio de evaluación el deterioro de los parámetros organolépticos (color, olor, sabor, y aspecto) en un tiempo de 30 días, donde se evaluó los atributos sensoriales a los 0, 7, 14, 21 y 30 días.

En la evaluación de la estabilidad de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g durante su vida útil comercial a 25°C. En la Tabla 30, se muestran los cálculos de las puntuaciones sensoriales de los atributos color, olor, sabor y aspecto a los 9 meses de tiempo de almacenamiento, donde se encuentran dentro del mínimo aceptable por encima de los 4 puntos que indica ligera desviación sensorial. En la Tabla 18, se calculó la viscosidad aparente para un tiempo de 0 días y 9 meses respectivamente; donde se evidencia el cumplimiento de viscosidad aparente para el mínimo aceptable para el tiempo cero, y para el tiempo de 9 meses también cumple con la viscosidad aparente máximo aceptable. Por lo tanto, el producto leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g es aceptable comercialmente hasta los 9 meses de tiempo de almacenamiento.

El producto leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g, almacenado a 25°C. Tiene un tiempo estimado de vida útil de 9.28 meses; y una evaluación de estabilidad durante su vida comercial de 9 meses, donde el límite de aceptabilidad permitido por el consumidor es de 12000 cP de viscosidad aparente y una evaluación sensorial mínimo aceptable de 4 puntos que indica ligera desviación sensorial. Donde la viscosidad aparente a los 9 meses fue 11951 cP, y se encuentra dentro del límite máximo permitido de viscosidad aparente; y las puntuaciones de los atributos sensoriales color, olor, sabor y aspecto fue 4.3, 4.26, 4.01 y 4.02, respectivamente; también se encuentra dentro del mínimo aceptable por encima de 4 puntos, que incida ligera desviación sensorial. Por su parte, Nicoli (2012) menciona que el límite de aceptabilidad permitido tiene un carácter muy

complejo y fluctuante orientado al consumidor y mercado; donde el límite de aceptabilidad permitido debe identificarse para estimar un valor útil dentro del periodo de almacenamiento en el que solo existe un riesgo sostenible de insatisfacción del consumidor, mientras que no existe absolutamente ningún riesgo para la salud del consumidor.

#### 4.5. DETERMINACIÓN DE LOS DATOS MICROBIOLÓGICOS

La Tabla 31 muestra los resultados de mohos y levaduras osmófilas para los 10 lotes de producción seguidos, tanto al inicio y final de almacenamiento. Donde dichos resultados se encuentran dentro de los valores permisibles en la NTP 202.003 (INDECOPI, 2016). Los resultados del análisis microbiológico fueron usados para validar el buen estado y la inocuidad de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack de 200 gramos.

**Tabla 31: Resultados de microbiológicos al inicio y final del tiempo de estudio**

Lote	Tiempo			
	0 meses		9 meses	
	Mohos (ufc/ml)	Levaduras osmófilas (ufc/ml)	Mohos (ufc/ml)	Levaduras osmófilas (ufc/ml)
72	<10	<10	<10	<10
73	<10	<10	<10	<10
74	<10	<10	<10	<10
75	<10	<10	<10	<10
76	<10	<10	<10	<10
77	<10	<10	<10	<10
78	<10	<10	<10	<10
79	<10	<10	<10	<10
80	<10	<10	<10	<10
81	<10	<10	<10	<10

#### 4.6. APLICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional se encuentra enmarcado dentro de las actividades realizadas por el Bachiller en Ciencias – Industrias Alimentarias en la empresa Ricopallan S.A.C., desempeñando el cargo de *Supervisor*. La carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias permite el correcto desenvolvimiento dentro de la empresa, tanto en

conocimientos como en competencias adquiridas.

El suscrito ocupa el cargo de inspector de calidad, realizando labores de supervisión en línea de envasado de productos lácteos (leche UHT, yogurt, queso fresco, mantequilla, leche evaporada y condensada, etc.). Asimismo, se encarga de la evaluación y validación de la estabilidad de los productos antes mencionados, en tiempo real, para corroborar la vida útil comercial. Dentro de las funciones de evaluación y validación de los productos lácteos, se trabajó con más énfasis en la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 g. Se verificaron los puntos críticos de control, tratamiento térmico, el correcto sellado del lado vertical, horizontal y tapa del envase Doypack, dimensiones del arte, registro sanitario, peso, encajonado, apilamiento en pallets, retiro de cajas para construcción de pilotos de muestra representativa de toda la línea de envasado por batch o lote. En el producto terminado se realizó análisis microbiológico de mohos y levaduras osmófilas, análisis fisicoquímico (°Brix, porcentaje de grasa, de sólidos totales y proteína). Se evaluó la estabilidad de los productos en tiempo real, monitoreando aspectos sensoriales, viscosidad aparente y recuento microbiológico. Estas funciones se desempeñaron apropiadamente ya que se ponen en práctica los conocimientos adquiridos durante los años de estudio, tal como se muestra en la Tabla 32.

**Tabla 32: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral**

Curso	Conocimientos adquiridos puestos en la práctica
Análisis de alimentos	Metodologías de análisis de alimentos.
Control de calidad de alimentos	Puntos críticos de control y evaluación sensorial.
Envase y embalaje de alimentos	Envase y vida de anaquel de los alimentos.
Tecnología de los alimentos I	Tratamiento térmico UHT.
Industrias lácteas	Desarrollo derivados lácteos.
Microbiología de alimentos	Determinación y recuento de bacterias, hongos y levaduras.
Fenómenos de transporte	Reología, viscosidad.

Asimismo, en el presente Trabajo de Suficiencia Profesional se puso en práctica la evaluación de la estabilidad de leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack 200 gramos durante su vida útil comercial aplicando conocimientos específicos de análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial, aplicación de tratamientos de conservación, que guardan relación con las asignaturas mostradas en la Tabla 33.

**Tabla 33: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en la investigación**

Curso	Conocimientos adquiridos puesto en la practica
Análisis De Alimentos	Metodologías de análisis de alimentos
Control de Calidad de Alimentos	Evaluación sensorial
Envase y Embalaje de Alimentos	Envase y vida de anaquel de los alimentos
Industrias Lácteas	Desarrollo derivados lácteos
Microbiología de Alimentos	Determinación y recuento de bacterias, hongos y levaduras
Fenómenos de Transporte	Reología, viscosidad

Finalmente, el desarrollo de capacidades y competencias durante la carrera, tales como trabajo en equipo, búsqueda y redacción apropiada de información técnico-científica, comunicación, empatía y responsabilidad en el trabajo, entre otros, permitió un correcto desenvolvimiento del bachiller en el centro laboral, así como en la ejecución exitosa de las labores y actividades encomendadas.

## V. CONCLUSIONES

1. La cinética de reacción de la viscosidad aparente de los lotes individuales y promedios del producto leche condensada parcialmente descremada en envase Doypak 200 g fue de orden uno de reacción.
2. La viscosidad aparente de los lotes individuales y promedios de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypak 200 gramos, presentó comportamiento no lineal. Siendo la tendencia de cambio hacia una ecuación exponencial.
3. La constante de velocidad de reacción es + 0.1612 para la viscosidad aparente.
4. La viscosidad aparente para un tiempo de inicio (0) y final (9 meses) de almacenamiento fue de 2801 y 11951 cP, respectivamente. Leche condensada parcialmente descremada en envase Doypak 200 g es aceptable comercialmente hasta los 9 meses de tiempo de almacenamiento, ya que cumple el límite máximo aceptable de 12000 cP.
5. La cinética de reacción de los atributos color, olor, sabor y aspecto de los lotes individuales y promedios del producto leche condensada parcialmente descremada en envase Doypak 200 g fue de orden cero de reacción.
6. Los atributos color, olor, sabor y aspecto de los lotes individuales y promedios de la leche condensada parcialmente descremada en envase Doypak 200 gramos, presentó comportamiento lineal. Siendo la tendencia de cambio que da forma a una ecuación de línea recta.
7. La constante de velocidad de reacción de los atributos color, olor, sabor y aspecto es - 0.1731, -0.0813, -0.1127 y -0.1127, respectivamente.

8. Las puntuaciones sensoriales de los atributos color, olor, sabor y aspecto, a los 9 meses de tiempo de almacenamiento, se encuentran dentro del mínimo aceptable por encima de los 4 puntos que indica ligera desviación sensorial en el producto leche condensada parcialmente descremada azucarada en envase Doypack 200 g.
  
9. Microbiológicamente la leche condensada parcialmente descremada azucarada en envase Doypack 200 g tuvo un resultado de  $< 10$  ufc/g para mohos y levaduras osmófilas, tanto para el inicio y final de almacenamiento de los 10 lotes de producción seguidos. Estos resultados se encuentran dentro de los valores permisibles en la NTP 202.003.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Evaluar la estabilidad de leche condensada parcialmente descremada en envase hojalata.
- Evaluar la estabilidad de leche condensada parcialmente descremada en envase Doypack a temperatura de 20°C.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Anzaldúa-Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Zaragoza, España: Acribia.
- Brookfield Engineering Laboratories. (2015). Manual No. M/92-021-N0902: Brookfield digital viscometer. Massachusetts, Estados Unidos: Brookfield. Recuperado de [https://manualzz.com/doc/9801571/brookfield\\_operating\\_instructions\\_dv\\_1\\_prime](https://manualzz.com/doc/9801571/brookfield_operating_instructions_dv_1_prime)
- Cámara Nacional de Industriales de la Leche [CANILEC]. (2011). El libro blanco de la leche y los productos lácteos. México: CANILEC. 156 p. Recuperado de [https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro\\_blanco\\_de\\_la\\_leche.pdf](https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf)
- Castro, K. (2011). Tecnología de alimentos. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Chandan, R.C. (2006). Manufacturing yogurt and fermented milks. En R.C. Chandan; C.H. White; A. Kilara; Y.H. Hui (Eds.), Milk Composition, physical and processing characteristics (p. 17-39). Oxford, Inglaterra: Blackwell publishing.
- Farkye, N.Y. & ur-Rehman, S. (2011). Concentrated fluid milk ingredients. En R.C. Chandan; A. Kilara (Eds.), Dairy ingredients for food processing (p. 123-140.). Iowa, Estados Unidos: Wiley-Blackwell.
- Farkye, N.Y. (2008). Evaporated and sweetened condensed milks. En R.C. Chandan; A. Kilara; N.P. Shah (Eds.), Dairy processing & quality assurance (p. 309-318). Nueva Delhi, India: Wiley-Blackwell. Recuperado de [https://mastermilk.com/uploads/biblio/dairy\\_processing\\_and\\_qualit.pdf](https://mastermilk.com/uploads/biblio/dairy_processing_and_qualit.pdf)

- Food and Agriculture Organization/ World Health Organization [FAO/WHO]. (2018). Codex Alimentarius. Codex Stan 282-1971: Norma del Codex para las leches condensadas azucaradas. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperada de <https://www.fao.org/3/i2085s/i2085s.pdf>
- Garitta, L., Hough, G., & Sánchez, R. (2004). Sensory shelf life of dulce de leche. *Journal of dairy science*, 87(6), 1601-1607. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73314-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73314-7)
- González, A.; Me, S.M.; Vélez-Ruiz, J.F. (octubre, 2008). Efecto de la sustitución de sacarosa por otros edulcorantes en las propiedades de leche condensada-azucarada. Trabajo presentado en la Décimo Primera Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos, La Habana, Cuba.
- Hall, C. & Hedrick, T.I. (1971). *Drying of milk and milk products* (2° ed.). Connecticut, Estados Unidos: AVI Publishing Company. 338 p.
- Heldman, D.R. & Lund, D.B. (2007). *Handbook of food engineering* (2° ed.). Londres, Reino Unido: CRC Press.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI]. (23 de marzo de 2016). NTP 202.003: Leche y productos lácteos. Leche condensada. Requisitos. (4° ed.). Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano. 6 p.
- Kilcast, D. & Subramanian, P. (2000). *The stability and shelf life of foods*. Washington DC, Estados Unidos: Woodhead Publishing. 489 p.
- Kim, J.; Enache, E.; Hayman, M. (2001). Halophilic and osmophilic microorganisms. En Y. Salfinger; M.L. Tortorello (Eds.), *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (p. 187-193). Washington, Estados Unidos: American Public Health Association).

- Labuza, T.P. (1999). Shelf-life dating of foods. Connecticut, Estados Unidos: Food & Nutrition Press. p. 36-50.
- Labuza, T.P. & Riboh, D. (1982). Theory and aplicaciones of Arrhenius kinetics to prediction of nutrient losses in foods. *Food Technology*, 36(10): 66-74.
- Miller, G.D.; Jarvis, J.K.; McBean, L.D. (2000). Handbook of dairy foods and nutrition (3<sup>o</sup> ed). Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press. 407 p.
- Mohameed, H. A., Abu-Jdayil, B., & Eassa, A. M. (2006). Flow properties of corn starch–milk–sugar system prepared at 368.15 K. *Journal of food engineering*, 77(4), 958-964. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.08.040>
- Nicoli, M.C. (Ed.). (2012). Shelf-life assessment of food. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Nieuwenhuijse, J.A. (2003). Concentrated milk products-sweetened condensed milk. En H. Roginski; J.W. Fuquay; P.F. Fox (Eds.), *Encyclopedia of dairy sciences* (p. 499-503). Londres, Reino Unido: Elsevier Science.
- Rustom, I.Y.; López-Leiva, M.M.; Nair, B.M. (1996). Bebidas de maní esterilizadas por UHT: cinética de los cambios fisicoquímicos durante el almacenamiento y el modelado de predicción de la vida útil. *Revista de ciencia de los alimentos*, 61(1): 198-203.
- Samel, R. & Muers, M.M. (1962). The age-thickening of sweetened condensed milk: I. Rheological properties. *Journal of Dairy Research*, 1962a, vol. 29, no. 3, p. 249-258. <https://doi.org/10.1017/S0022029900011067>
- Schmidt, D.G.; Buchheim, W.; Koops, J. (1971). An electron-microscopical study of the fat-protein complexes in evaporated milk, using the freeze-etching technique. *Netherlands Dairy Journal*, (25): 200-216.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial [SECOFI]. (1999). Guías empresariales: cajeta y otros dulces de leche. Ed. Ciudad de México: Aconcagua.

- Sharma, P.; Patel, H.A.; Patel, A. (2015). Evaporated and sweetened condensed milks. En R.C. Chandan; A. Kilara; N.P. Shah (Eds.), Dairy processing and quality assurance (p. 310-334.). Nueva Delhi, India: Wiley-Blackwell. Recuperado de [https://mastermilk.com/uploads/biblio/dairy\\_processing\\_and\\_qualit.pdf](https://mastermilk.com/uploads/biblio/dairy_processing_and_qualit.pdf)
- Smit, G. (Ed.) (2003). Dairy Processing: Improving Quality. Florida, Estados Unidos: Woodhead Publishing. 536 p.
- Tamime, A.Y. (Ed.). (2009). Milk processing and quality management. Reino Unido: John Wiley & Sons.
- Telcioglu, A. & Kayacier, A. (2007). The effect of sweeteners and milk type on the rheological properties of reduced calorie salep drink. African journal of Biotechnology, 6(4): 465-469.
- Vélez, C. (2017). Dirección de la actividad empresarial de pequeños negocios o microempresas. España: Editorial E-Learning. 382 p.
- Vélez-Ruiz, J.F. (2017). Apuntes de tecnología de alimentos de origen animal (lácteos). Cholula, Puebla, México: Universidad de las Américas Puebla.
- Walstra, P.; Wouters, J.T.; Geurts, T.J. (2006). Dairy science and technology (2° ed.). Estados Unidos: Taylor & Francis Group.
- Webb, B. & Johnson, A. (1987). Fundamentals of Dairy Science. Colorado, Estados Unidos: AVI Publishing.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LECHE CONDENSADA PARCIALMENTE DESCREMADA DOYPACK DE 200 G

Panelista: \_\_\_\_\_

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

#### Instrucciones:

Frente a usted se presenta una muestra de leche condensada parcialmente descremada. Por favor, observe, pruebe e indique el grado o puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra:

#### Escala hedónica:

Puntaje	Categoría
5	Conforme con las especificaciones sensoriales preestablecidas
4	Mínima o ligera desviación con respecto a las especificaciones sensoriales preestablecidas
3	Notable desviación con respecto a las especificaciones sensoriales preestablecidas
2	Considerable desviación con respecto a las especificaciones sensoriales preestablecidas
1	Muy considerable desviación con respecto a las especificaciones sensoriales preestablecidas
0	No apto para el consumo

Código (Lote)	Calificación del atributo			
	Color	Olor	Sabor	Aspecto

#### Observación:

---

---

**ANEXO 2: DATOS DE VISCOSIDAD APARENTE DURANTE EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE CADA LOTE**

Viscosidad Aparente (cP)					
Lote	Repetición	Tiempo (Meses)			
		0	3	6	9
<b>72</b>	1	2800	4700	8050	11450
	2	2850	4750	8000	11350
<b>73</b>	1	2650	4900	8200	11500
	2	2700	4950	8100	11550
<b>74</b>	1	2700	4600	8000	11500
	2	2750	4550	8050	11450
<b>75</b>	1	2600	4400	7800	11150
	2	2650	4450	7900	11200
<b>76</b>	1	2750	4600	7950	11250
	2	2700	4550	7800	11200
<b>77</b>	1	2800	4550	7900	11100
	2	2850	4600	7950	11150
<b>78</b>	1	2550	4400	7700	11200
	2	2600	4500	7750	11250
<b>79</b>	1	2850	4900	8150	11450
	2	2750	4800	8100	11450
<b>80</b>	1	2650	4500	7850	11450
	2	2750	4600	7900	11500
<b>81</b>	1	2550	4500	7600	11200
	2	2600	4550	7750	11250