

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“DESARROLLO DE UN ENTURBIANTE PARA BEBIDAS CON  
APORTE DE OMEGA 3”**

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

**ALLISON ALEJANDRA SALAZAR ARÉVALO**

**LIMA - PERÚ**

**2022**




---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)**

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	Trabajo de Suficiencia Profesional - Alejandra Salazar Arévalo 17OCT_MI_CORREGIDO_030922.docx (D149670089)
<b>Submitted</b>	2022-11-14 19:58:00
<b>Submitted by</b>	Universidad Nacional Agraria La Molina
<b>Submitter email</b>	marianelainga@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	1%
<b>Analysis address</b>	marianelainga.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / Tesis Caracterización Tecnofuncional goma de sapote- César Rojas Varillas 2022.docx</b> Document Tesis Caracterización Tecnofuncional goma de sapote- César Rojas Varillas 2022.docx (D147909626) Submitted by: ibp@lamolina.edu.pe Receiver: ibp.unalm@analysis.arkund.com		<b>2</b>
<b>SA</b>	<b>TFM FINAL-31-10-22.pdf</b> Document TFM FINAL-31-10-22.pdf (D148198800)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Memoria_TFG_Masot_Alejandro.pdf</b> Document Memoria_TFG_Masot_Alejandro.pdf (D141566638)		<b>1</b>

## Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
"DESARROLLO DE UN ENTURBIANTE PARA BEBIDAS CON APOORTE DE OMEGA 3"  
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**70%**

**MATCHING BLOCK 2/4**

**SA**

Tesis Caracterización Tecnofuncional goma de s ...  
(D147909626)

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS SALAZAR ARÉVALO, ALLISON ALEJANDRA LIMA - PERÚ 2021 La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)

A mi familia, la fuerza que siempre me impulsa a ser mejor AGRADECIMIENTOS

A la empresa por darme las facilidades y permitirme presentar este desarrollo de producto como mi Trabajo de Suficiencia Profesional. A Carola Domínguez por todo su apoyo durante el proceso de desarrollo tanto en la parte experimental como durante la redacción del presente trabajo. Muy agradecida por su orientación, consejo, palabras de apoyo y sobre todo por el conocimiento compartido. A mi asesora Marianela Inga Guevara por todo su apoyo durante el proceso de redacción, gestión y sustentación del presente Trabajo de Suficiencia Profesional. ÍNDICE GENERAL

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“DESARROLLO DE UN ENTURBIANTE PARA BEBIDAS CON  
APORTE DE OMEGA 3”**

Presentado por:

ALLISON ALEJANDRA SALAZAR ARÉVALO

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

---

Mg.Sc. Carlos C.A. Elías Peñafiel

PRESIDENTE

---

Mg.Sc. Diana M. Nolzco Cama

MIEMBRO

---

Dr. Eduardo R. Morales Soriano

MIEMBRO

---

Marianela S. Inga Guevara, PhD.

ASESORA

Lima – Perú

2022

*A mi familia, la fuerza  
que siempre me impulsa a ser mejor*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa por darme las facilidades y permitirme presentar este desarrollo de producto como mi Trabajo de Suficiencia Profesional.

A Carola Domínguez por todo su apoyo durante el proceso de desarrollo tanto en la parte experimental como durante la redacción del presente trabajo. Muy agradecida por su orientación, consejo, palabras de apoyo y sobre todo por el conocimiento compartido.

A mi asesora Marianela Inga Guevara por todo su apoyo durante el proceso de redacción, gestión y sustentación del presente Trabajo de Suficiencia Profesional.

# ÍNDICE GENERAL

## RESUMEN

## ABSTRACT

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3 .....	3
2.1.1. ACEITE DE CHÍA .....	4
2.2. ENTURBIANTE.....	4
2.2.1. PROCESO DE ELABORACIÓN.....	5
2.2.2. INGREDIENTES .....	6
2.2.3. VIDA ÚTIL.....	9
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>10</b>
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN .....	10
3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS .....	10
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.....	11
3.3.1. MATERIALES .....	11
3.3.2. EQUIPOS .....	11
3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	12
3.4.1. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS .....	12
3.4.2. MEDICIÓN DE pH.....	12
3.4.3. SÓLIDOS SOLUBLES.....	12
3.4.4. DENSIDAD .....	12
3.4.5. TURBIDEZ.....	13
3.4.6. SOLUBILIDAD .....	13
3.4.7. TAMAÑO DE PARTÍCULA .....	14
3.4.8. ANÁLISIS SENSORIALES.....	14
3.4.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	15
3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	16
3.5.1. FORMULACIÓN Y DESARROLLO DEL ENTURBIANTE .....	16
3.5.2. APLICACIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ENTURBIANTE.....	19
3.5.3. ESTUDIO DE VIDA ÚTIL .....	20
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
4.1. FORMULACIÓN Y DESARROLLO DEL ENTURBIANTE .....	22

4.2. APLICACIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ENTURBIANTE.....	25
4.3. ESTUDIO DE VIDA ÚTIL .....	26
4.3.1.DEL ENTURBIANTE.....	26
4.3.2.DE LA BEBIDA TIPO PUNCH (APLICACIÓN DEL ENTURBIANTE) .....	31
4.4. APLICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES .....	35
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>VII.BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>40</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número mínimo de respuestas correctas necesarias para concluir que existe diferencia significativa basado en una prueba triangular .....	16
Tabla 2: Resumen de Ingesta Adecuada de ácido $\alpha$ -linolénico, edades de 19 años en adelante .....	19
Tabla 3: Puntuación final de los enturbiantes evaluados con 6% y 10% de aceite de chía aplicados en agua a una dosis de 1g/L.....	22
Tabla 4: Contenido de ácidos grasos omega 3 del enturbiante.....	23
Tabla 5: Descriptores de bebida tipo punch sabor limón con enturbiante de chía .....	25
Tabla 6: Resultados de los parámetros medidos durante el estudio de vida útil del enturbiante .....	27
Tabla 7: Contenido de omega 3 del enturbiante al finalizar su vida útil .....	30
Tabla 8: Resultados de los parámetros evaluados a las bebidas tipo punch (aplicación del enturbiante).....	33
Tabla 9: Resultados de las pruebas triangulares de la bebida tipo punch durante siete semanas .....	34
Tabla 10: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral.....	36
Tabla 11: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desarrollo de un enturbiante para bebidas con aporte de omega 3.....	37



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujo de elaboración del enturbiante de chía .....	17
Figura 2: Enturbiante con aceite de chía .....	22
Figura 3: Bebida tipo punch sabor limón con enturbiante de chía .....	26

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: CARTILLA PARA PRUEBA TRIANGULAR.....	43
ANEXO 2: CARTILLA DE DEGUSTACIÓN TÉCNICA I+D FOOD.....	44
ANEXO 3: FORMATO DE ESTUDIO DE VIDA ÚTIL PARA PRODUCTOS TERMINADOS .....	45

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como principal objetivo desarrollar un enturbiante para bebidas que aporte omega 3, para ello se diseñó un enturbiante con aceite de chía como fuente de omega 3, se aplicó y evaluó sensorialmente en una bebida y se estableció su tiempo de vida útil. Se diseñaron dos enturbiantes con diferente concentración de aceite de chía, se seleccionó uno y se analizó su contenido de omega 3. A partir de los resultados obtenidos se procedió a determinar la dosis de uso del enturbiante y su aplicación en una bebida tipo punch. Se realizó el estudio de vida útil del enturbiante y de la aplicación, mostrando una disminución menor al 10% en el contenido de omega 3. En conclusión, se logró diseñar un enturbiante para bebidas con 6% de aceite de chía como fuente de omega 3 que a una dosis de uso de 3.83 g/L aporta aproximadamente 1.1 g de omega 3 (10% de la Ingesta Adecuada). La aplicación del enturbiante en una bebida tipo punch sabor limón presentó características propias de este tipo de producto. Finalmente, se estableció un tiempo de vida útil de seis meses para el enturbiante.

**Palabras Claves:** Chía, emulsión, estabilidad, evaluación sensorial, desarrollo de producto, vida útil

## **ABSTRACT**

The main objective of the present work was to develop a clouding agent for beverages that provides omega 3. To this end, a clouding agent with chia oil as a source of omega 3 was designed, applied and sensorially evaluated in a beverage and its shelf life was established. Two cloudifiers with different concentrations of chia oil were designed, one was selected and its omega 3 content was analyzed. From the results obtained, we proceeded to determine the dose of use of the clouding agent and its application in a punch type beverage. A study of the shelf life of the clouding agent and the application was carried out, showing a decrease of less than 10% in the omega 3 content. In conclusion, it was possible to design a clouding agent for beverages with 6% chia oil as a source of omega 3, which at a use dose of 3.83 g/L provides approximately 1.1 g of omega 3 (10% of the Adequate Intake). The application of the clouding agent in a lemon-flavored punch beverage presented characteristics typical of this type of product. Finally, a shelf life of six months was established for the clouding agent.

**Keywords:** Chia, emulsion, stability, sensory evaluation, product development, shelf life

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado una creciente demanda por consumir productos con valor agregado, principalmente los que brindan beneficios a la salud. Es por ello, que los consumidores, deseando tener una mayor esperanza de vida, buscan llevar una vida más sana y disminuir en lo posible el riesgo de contraer enfermedades, siendo la alimentación una pieza clave para lograr este objetivo (Murillo & Rodríguez, 2018).

Ante esta tendencia las empresas buscan desarrollar productos saludables y seguros para ofrecer al consumidor; fue así como un cliente líder en el mercado de bebidas solicitó encontrar la manera de incluir omega 3 en sus productos sin afectar sus características sensoriales, de tal manera que proporcione beneficios a la salud del consumidor sin que este perciba cambios en las bebidas que ya consume.

Se sabe que los ácidos grasos esenciales omega 3 y omega 6 son de gran importancia para la salud (Coronado Herrera et al., 2006). Existen diversas investigaciones que demuestran el papel fundamental del omega 3 en la prevención y control de enfermedades cardíacas, además se ha demostrado que tiene propiedades antiinflamatorias, ayuda a la reducción de triglicéridos y colesterol, alivia síntomas de artritis y depresión, es bueno para la salud cognitiva, entre otros beneficios (Ortega Anta et al., 2013). Sin embargo, estos efectos no son posibles si no se consume en el balance adecuado con respecto al omega 6 (Gómez Candela et al., 2011). Aries et al. (2005) mencionan que las dietas occidentales presentan un consumo excesivo de omega 6, abundante en grasas de origen animal y alimentos procesados, por lo que señala es crucial encontrar mecanismos para aumentar la ingesta de omega 3.

Una forma de incorporar a la dieta omega 3 es incluyéndolo en las bebidas, esto es posible mediante el uso de un enturbiante, un ingrediente alimentario que se utiliza para dar apariencia turbia u opaca a una bebida (Stounbjerg et al., 2018). De este modo, se propuso al cliente el desarrollo de un enturbiante que aporte omega 3, de tal manera que, al usarse en reemplazo de uno convencional, la bebida conserve sus características sensoriales y a la vez contribuya con la salud del consumidor mediante la adición de este ácido graso esencial en su dieta, permitiendo así aumentar el consumo de omega 3 en la población peruana.

El objetivo general del presente trabajo fue desarrollar un enturbiante para bebidas que aporte omega 3. Para ello se llevaron a cabo los siguientes objetivos específicos: diseñar un enturbiante con aceite de chía como fuente de omega 3, aplicar y evaluar sensorialmente el enturbiante desarrollado, y establecer el tiempo de vida útil de dicho enturbiante.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3

Son ácidos grasos poliinsaturados que tienen su primer doble enlace en el tercer carbono iniciando desde el terminal metilo, además son conocidos como ácidos grasos esenciales ya que el cuerpo humano no puede sintetizarlos y por lo tanto es necesario incluirlos en nuestra dieta. Los más conocidos son ácido alfa-linolénico (C18:3, n-3) o ALA, ácido eicosapentaenoico (C20:5, n-3) o EPA y el ácido docosahexaenoico (C22:6, n-3) o DHA (Guerrero et al., 2018). La FAO (2012) indica que el ácido linolénico es el ácido graso generador de toda la familia omega 3, mientras que el EPA y DHA son los omega 3 más importantes cuando se trata de nutrición humana.

El ácido linolénico se encuentra en los cloroplastos de las hojas verdes (espinaca, lechuga), también en algunas semillas (oleaginosas, nueces, soya, chía) y en aceites vegetales (aceite de linaza, canola, aceite de palma) (Guerrero et al., 2018). Por otro lado, el EPA y DHA forman parte de las grasas marinas, siendo la caballa, el salmón, la sardina y el arenque fuentes muy ricas de estos ácidos grasos omega 3 (FAO, 2012).

Existe evidencia científica sobre los diferentes beneficios a la salud que trae el consumo de omega 3, principalmente del tipo preventivo. Entre ellos la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer, hipertensión, Alzheimer, esquizofrenia e incluso inflamaciones sistemáticas (Guerrero et al., 2018). Su consumo juega un papel importante durante el desarrollo del feto en el embarazo ya que los omegas 3 forman parte de la estructura del cerebro, del sistema nervioso y la retina. Además, estos ácidos grasos pueden inhibir el efecto inflamatorio causado por el excesivo consumo de omega 6 (Castro-González, 2002; Guerrero et al., 2018).

Existe un creciente interés por incorporar omega 3 en diferentes productos y bebidas debido a que aportan beneficios a la salud. Sin embargo, esto todavía es un reto debido a que estos ácidos grasos poliinsaturados son muy susceptibles a oxidarse, lo que causa problemas en productos con periodos prolongados de almacenamiento. Esta oxidación genera notas rancias que termina por afectar el sabor del producto final, afectando la aceptabilidad del producto que lo contiene. (Piorowski & McClements, 2014). Sin embargo, Guerrero et al. (2018), señala que es posible proteger a estos ácidos grasos de la oxidación utilizando micro encapsulados o emulsiones, ya que de este modo se forman películas alrededor de las gotas de aceite separándolas del medio externo y por tanto protegiéndolas de los factores que promueven su oxidación.

### **2.1.1. ACEITE DE CHÍA**

El aceite de chía contiene la mayor proporción de ácido alfa linolénico entre todas las fuentes naturales conocidas. El aceite de chía está compuesto predominantemente por ácidos grasos insaturados, siendo el alfa linolénico (omega 3) su principal componente que corresponde aproximadamente al 60%, seguido del ácido linoleico (20.3%), el ácido oleico (7.6%), el ácido palmítico (7.2%) y el ácido esteárico (2.98%) (Alcântara et al., 2019; Sosa et al., 2020).

Aunque el perfil de ácidos grasos del aceite de chía es nutricionalmente prometedor, el alto grado de insaturación lo hace muy susceptible a oxidarse. Esta oxidación conduce a la formación de sabores y olores desagradables, reduciendo la vida útil del producto y promoviendo la generación de radicales libres, que pueden tener efectos fisiológicos negativos en el organismo. Por lo tanto, es necesario utilizar tecnologías alternativas para ralentizar este proceso y mantener la estabilidad y propiedades nutricionales del aceite de chía (Alcântara et al., 2019).

## **2.2. ENTURBIANTE**

Los enturbiantes son emulsiones del tipo aceite en agua (Klein et al., 2010), se aplican a las bebidas saborizadas para impartir turbidez y así conseguir una apariencia similar a la de un jugo de frutas (Stounbjerg et al., 2018). Friberg et al. (2003) mencionan que un enturbiante está compuesto por dos fases, una fase oleosa conformada por aceites sin aroma y un agente de peso; y una fase acuosa formada por estabilizantes, un acidulante y un conservante.



Los enturbiantes se producen concentrados y luego son diluidos en una solución azucarada para producir la bebida final. Este producto debe ser estable tanto puro como en la bebida final donde se aplique (Friberg et al., 2003; Stounbjerg et al., 2018). Para mantener cinéticamente estable un enturbiante durante un tiempo razonable se suelen incluir en su composición estabilizantes como emulsificantes, agentes de peso o modificadores de textura (Piorkowski & McClements, 2014).

Es importante mencionar que durante la formulación de un enturbiante se debe considerar que este no afecte el color, sabor, aroma ni cuerpo de la bebida donde se aplique ya que su función es únicamente impartir turbidez (Friberg et al., 2003; Stounbjerg et al., 2018).

### **2.2.1. PROCESO DE ELABORACIÓN**

Stounbjerg et al. (2018) mencionan que convertir dos fases inmiscibles entre sí en una dispersión coloidal no es algo que sucede de forma espontánea, requiere el aporte de energía. Es natural que cuando el agua y el aceite entran en contacto se cree una fuerza motriz que produzca la separación de fases, sin embargo, la generación de una barrera energética lo suficientemente alta retrasará el proceso, atrapando la emulsión en un estado cinéticamente estable durante un tiempo.

La emulsificación es un proceso dinámico en el que las gotas se rompen, chocan y fusionan constantemente. Para ayudar en este proceso se usan emulsionantes, estos tienen dos funciones principales: promover la disrupción de las gotas de aceite e impedir la reagrupación inmediata de las mismas (Stounbjerg et al., 2018).

Existen diferentes métodos de procesamiento para generar emulsiones., sin embargo, la homogeneización por válvula de alta presión es el método convencional para preparar emulsiones para bebidas. Antes de la homogeneización, las dos fases se preparan por separado, diluyendo los ingredientes en la matriz respectiva (aceite o agua) hasta su completa disolución. Posterior a esto, se lleva a cabo una etapa de premezclado para convertir las dos fases en una, originando lo que se conoce como emulsión cruda; realizar esta mezcla previa aumentará la eficacia de la homogeneización posterior. Finalmente, la emulsión cruda se bombea a alta velocidad en un homogeneizador a través de una válvula estrecha donde la

turbulencia y la cavitación rompen las gotas de aceite (Stounbjerg et al., 2018). Suele pasarse la emulsión por el homogeneizador más de una vez para disminuir el tamaño de las partículas de aceite y obtener una emulsión más estable, sin embargo, tampoco se debe exagerar con el número de pasadas porque mientras más pequeñas sean las partículas, menor poder enturbiante tendrá el producto. Lo ideal es que el tamaño de las partículas de aceite sea menor a 1 micra para poder obtener una emulsión estable y también de buena turbidez (Brennan, 2006).

### **2.2.2. INGREDIENTES**

Un enturbiante está conformado por dos fases: una fase acuosa y una fase oleosa. Los ingredientes que componen el enturbiantes se deben disolver previamente en la matriz afín.

#### **a. FASE OLEOSA**

##### **- ACEITE**

Las gotas de aceite de los enturbiantes están compuestas principalmente por aceites no aromáticos, como los aceites de triacilglicerol o los aceites terpénicos. Los aceites de triacilglicerol suelen proceder de fuentes naturales, como los aceites vegetales, de maíz, de canola y de girasol; mientras que los aceites de terpeno suelen aislarse mediante la destilación de aceites aromáticos naturales (Piorkowski & McClements, 2014).

El objetivo principal de estos aceites es producir gotas que dispersen fuertemente la luz para dar al producto el aspecto turbio deseado. Es importante mencionar que si bien estos aceites no contribuyen directamente con el sabor de las bebidas en que se aplican, pueden llegar a afectar negativamente el perfil de sabor si son susceptibles de degradación química, como sucede por ejemplo cuando los lípidos insaturados se oxidan y producen sabores rancios (Piorkowski & McClements, 2014).

## - **AGENTES DE PESO**

Son aditivos incorporados a la fase oleosa de la emulsión con el fin de aumentar su densidad y aproximarla lo más posible a la densidad de las bebidas acuosas en que se aplican (Shachman, 2004).

Las densidades de los aceites son considerablemente menores que las del agua y las soluciones acuosas de azúcar. Por esta razón, las gotas de aceite tienden a desplazarse hacia arriba durante el almacenamiento, lo que provoca la formación de un anillo visible de gotas de grasa en la superficie del producto. Este defecto es un indicador de que la emulsión está perdiendo estabilidad. Sin embargo, la estabilidad de una emulsión frente a la separación gravitacional puede mejorarse usando un agente de peso, asegurando que la densidad de las gotas de aceite sea similar a la de la fase acuosa circundante (Piorkowski & McClements, 2014).

Los agentes de peso presentan densidades mayores que el agua, los de uso más común son la goma éster y el acetato isobutirato de sacarosa (SAIB), con densidades de 1.08 g/ml y 1.15 g/ml, respectivamente (Shachman, 2004).

## - **ANTIOXIDANTES**

Los antioxidantes lipofílicos pueden incorporarse a la fase oleosa de las emulsiones con la finalidad de inhibir la oxidación de sustancias químicamente lábiles, como los aceites omega 3 o los carotenoides, prolongando así la vida útil del producto final (Boon et al., 2010).

Piorkowski & McClements (2014) mencionan que algunos de los antioxidantes lipofílicos más utilizados en la industria alimentaria son los alfa tocoferoles, el palmitato de ascorbilo, el BHT, el BHA y los extractos de romero. Estas cinco moléculas actúan eliminando radicales libres y cada una de ellas tiene la capacidad de absorber dos radicales libres antes de quedar inactiva. La adición de estos antioxidantes suele aumentar la fase de retardo de la reacción de oxidación.

## **b. FASE ACUOSA**

### **- AGUA**

Es el mayor componente en una emulsión para bebidas. En la mayoría de casos, el contenido de agua en este tipo de productos está entre 60-70%. La calidad de agua utilizada en la producción de un enturbiantes no debe ser menor a la que se utiliza para elaborar las bebidas (Friberg et al., 2003).

### **- ESTABILIZANTES**

Los estabilizantes son necesarios para prevenir la floculación o coalescencia de las emulsiones para bebidas. Estos estabilizantes son hidrocoloides que a través de mecanismos como viscosidad e interacción hidrostática, dispersan las gotas de aceite en la fase acuosa y evitan que se aglomeren (Shachman, 2004).

El estabilizante más usado para este tipo de emulsiones es la goma arábica. Esta goma es añadida a la fase acuosa de la emulsión y luego del proceso de homogeneización, empieza a cumplir su rol estabilizante formando una fina película que envuelve las gotas de aceite previniendo que ocurra floculación y coalescencia al mantener las gotas de aceite sin contacto unas de otras. Además, esta película que forma la goma arábica alrededor de las gotas de aceite, aumenta la densidad de las mismas, reduciendo la posibilidad de que ocurra cremado o formación de anillo. Por último, la goma arábica aumenta la viscosidad de la fase acuosa del enturbiantes, reduciendo la velocidad con que las gotas de aceite migran hacia la superficie en las bebidas (Friberg et al., 2003; Shachman, 2004).

### **- ACIDULANTES**

Los ácidos cumplen un papel importante en las emulsiones para bebidas pues controlan el pH evitando el crecimiento microbiano. Es así que las emulsiones deben tener un pH menor a 4.5 para evitar el crecimiento de la mayoría de bacterias y patógenos.

El acidulante más utilizado en emulsiones para bebidas es el ácido cítrico ya que la mayoría de bebidas que usan enturbiantes y emulsiones son de sabores cítricos y es este ácido el que predomina en dichas frutas (Friberg et al., 2003).

## - **CONSERVANTES**

El benzoato de sodio es el conservante que se usa con más frecuencia en las emulsiones para bebidas. La acción conservante del benzoato de sodio es más efectiva cuando el pH del enturbiante está por debajo de 4.5 (Friberg et al., 2003).

### **2.2.3. VIDA ÚTIL**

Un enturbiante es un sistema termodinámicamente desfavorable ya que tiende a romperse con el tiempo debido a una serie de mecanismos fisicoquímicos que incluyen separación gravitacionales (cremación y sedimentación), la agregación de gotas de aceite (floculación y coalescencia) y crecimiento de gotas de aceite (maduración de Ostwald) (Piorkowski & McClements, 2014).

Por esta razón, el tiempo que un enturbiante se mantenga estable será lo que limite su tiempo de vida útil. Dentro de la industria de bebidas se espera que tenga por lo menos seis meses de vida útil tanto como producto concentrado como aplicado en la bebida final (Friberg et al., 2003).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

El presente trabajo se realizó en una empresa comercializadora de aditivos e ingredientes para la industria alimentaria, ubicada en el distrito de Lurín, departamento de Lima. Las instalaciones de la empresa que se utilizaron fueron los laboratorios de investigación y desarrollo, el laboratorio de control de calidad, la sala de evaluación sensorial y el área de enturbiantes de la planta de producción.

Este trabajo tuvo una duración de 6 meses, desde la formulación del proyecto, la búsqueda de proveedores, la adquisición de materia prima, el desarrollo del enturbiante y las evaluaciones correspondientes, hasta la obtención de los resultados. El periodo comprendido fue desde diciembre de 2018 hasta mayo de 2019.

#### **3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS**

- Aceite de chía (Bio Omegas)
- Ácido ascórbico (Anhui Tiger Biotech Co. Ltd.)
- Ácido cítrico (RZBC Co. Ltd.)
- Agua (DiPremium)
- Azúcar blanca refinada (Ingenio Risaralda S.A.)
- Benzoato de sodio (Emerald Performance Materials)
- BHA (Treatt)
- BHT (Camlin Fine Chemicals Ltd.)
- Citrato de sodio (Jungbunzlauer)
- Colorante amarillo 5 (Colorquímica)
- Esencia limón (Quimtia)
- Goma éster (Virginia Dare Extract Co. Inc.)

- Goma arábica (Adiplus)

### **3.3. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.3.1. MATERIALES**

- Hojas bond
- Impresora
- Lapiceros
- Laptop
- Plumón indeleble
- Vasos de precipitado de 10 ml, 100 ml, 250 ml y 1 L
- Pipetas pasteur
- Probetas de 10 ml
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Cucharitas
- Vasos descartables de 3 onzas
- Botellas PET de 250 ml
- Envases de polietileno de alta densidad de 1 L y 100 ml
- Jarras de acero inoxidable de 3 L
- Calculadora
- Tabla estadística

#### **3.3.2. EQUIPOS**

- Agitador de Varillas y Varilla de agitación a hélice (VELP Cientific Inc., ES, Estados Unidos)
- Agitador magnético y magneto (IKA, RH basic KT/C)
- Balanza analítica (Mettler Toledo, PB403-S/FACT, Suiza)
- Balanza analítica (Mettler Toledo, AB204-S/FACT, Suiza)
- Cámara de clima constante (Mettmert, HPP110eco, Alemania)
- Homogeneizador (Simes, 452 AP, Argentina)
- Microscopio (Nikon, Eclipse E200 MV R, China)

- Potenciómetro (Mettler Toledo, SevenExcellence)
- Refractómetro (Index Instrumets Ltd., GPR 12-70, Inglaterra)
- Turbidímetro (HACH, 2100P, Alemania)

### **3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS**

#### **3.4.1. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS**

Se realizó siguiendo el método oficial de la AOAC 996.06 (AOAC, 2016) para la determinación de las grasas totales, saturadas e insaturadas en los alimentos mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID). El procedimiento implica la extracción hidrolítica, la metilación y el análisis por GC-FID de los ésteres metílicos de ácidos grasos resultantes. De este modo se logró conocer la composición de ácidos grasos del enturbiantes y por lo tanto su contenido de omega 3.

#### **3.4.2. MEDICIÓN DE pH**

Se midió el pH directamente de la muestra (enturbiantes y bebida) utilizando un potenciómetro según lo indicado en la ISO 1842:1991 (ISO, 1991) para determinación de pH. Esta medición se llevó a cabo durante todo el estudio de vida útil.

#### **3.4.3. SÓLIDOS SOLUBLES**

Se midieron los sólidos solubles de la bebida utilizando un refractómetro con corrección de temperatura a 20°C tal como indica el método ISO 2173 (ISO, 2003) para determinación de sólidos solubles por método refractométrico.

Se llevó a cabo durante todo el estudio de vida útil de la bebida.

#### **3.4.4. DENSIDAD**

Siguiendo el método de la probeta indicado por Osorio (2009), se midió la densidad del enturbiantes con ayuda de una probeta de 10 ml y una balanza analítica de cuatro decimales.



Se procedió a pesar la probeta vacía y seca, se anotó su peso ( $W_0$ ). Luego se llenó la probeta con enturbiante hasta alcanzar los 10 ml ( $v$ ) y se llevó a pesar a la balanza, se anotó este peso ( $W_t$ ). Se procedió a calcular la densidad utilizando la siguiente fórmula:

$$\rho \text{ (g/ml)} = \frac{\text{masa (g)}}{\text{volumen (ml)}} = \frac{W_t - W_0}{v}$$

#### **3.4.5. TURBIDEZ**

Este análisis se llevó a cabo siguiendo lo indicado en el Protocolo de Análisis para Enturbiantes y Emulsiones del Área de Control de Calidad de la empresa (procedimiento interno). Para cada etapa del estudio de vida útil del enturbiante se prepararon tres muestras para medirlas en el turbidímetro. La preparación de muestra consistió en pesar 0.015 gramos de enturbiante y completarlo con agua destilada hasta llegar a los 100 gramos, esta medida debe ser exacta, por ello se trabajó con una balanza de cuatro decimales. Se trabajó por triplicado, es decir se prepararon tres muestras, se midió su turbidez y se reportó el valor promedio. Los resultados fueron expresados en NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

#### **3.4.6. SOLUBILIDAD**

Siguiendo el Protocolo de Análisis para Enturbiantes y Emulsiones del Área de Control de Calidad de la empresa (procedimiento interno), se evaluó si la solubilidad del enturbiante se mantiene en el tiempo. En este caso se buscó confirmar si el enturbiante sigue siendo hidrosoluble, es decir si puede usarse aún en bebidas. El ejercicio consiste en pesar 1 gramo de enturbiante en 100 ml de agua, agitarlo por dos minutos y confirmar si se llega a disolver por completo, dejando el agua con una apariencia turbia, propiedad característica de este producto. Se considera que el enturbiante ya no es soluble cuando se observan micelas de aceite o material precipitado en el fondo del recipiente.

Se evaluó a lo largo de todo el estudio de vida útil del enturbiante.

### **3.4.7. TAMAÑO DE PARTÍCULA**

Para observar el tamaño de partícula del enturbiante se utilizó un microscopio. La preparación de la muestra se realizó según lo indicado en el Protocolo de Análisis para Enturbiantes y Emulsiones del Área de Control de Calidad de la empresa (procedimiento interno). Para preparar la muestra se pesó en un vaso de precipitado de 10 ml: 1 gramo de enturbiante más 5 gramos de agua destilada, luego se mezcló hasta disolver. Con ayuda de una pipeta pasteur se coloca una gota de esta solución sobre un portaobjetos y luego se coloca sobre la muestra un cubreobjetos, este cubreobjetos esparcirá la muestra sobre la superficie del portaobjetos. Por último, poner una gota de aceite de inmersión sobre el cubreobjetos, colocar la muestra en el microscopio y usando el objetivo de 100X enfocar la imagen hasta observar las partículas de la emulsión. Se considera que la emulsión está conforme si más del 90% de las partículas observadas tienen tamaños menores a 1 micra (esto se verifica con la regla micrométrica que tiene el microscopio).

### **3.4.8. ANÁLISIS SENSORIALES**

#### **a. APARIENCIA**

Se evaluó en el enturbiante y en la bebida durante cada etapa del estudio de vida útil. Se describieron atributos del producto como color. Además, se observó si había presencia de material precipitado en el fondo del envase y/o formación de anillo en la superficie.

#### **b. OLOR Y SABOR**

Estas evaluaciones se llevaron a cabo en cada etapa del estudio de vida útil tanto del enturbiante como de la bebida.

Para la evaluación del enturbiante primero fue necesario aplicarlo en agua en una dosis de 1 g/L. Se evaluó primero el olor, para ello se llenaron 2/3 de un vaso de 3 onzas con el producto preparado y se olió directamente, luego se anotaron los descriptores (por ejemplo: cítrico, dulce, oxidado, etc.). Inmediatamente después, se procedió a evaluar el sabor del producto y anotar nuevamente los descriptores correspondientes.

Para el caso de la bebida se llenaron 2/3 de un vaso de 3 onzas con la bebida tipo punch. Se procedió a evaluarlo del mismo modo que el enturbiante: primero el olor y luego el sabor, indicando los descriptores.

### **c. PRUEBA TRIANGULAR**

Se llevaron a cabo pruebas triangulares durante el estudio de vida útil de la bebida con enturbiante aplicado (bebida tipo punch sabor limón). El propósito de esta prueba fue determinar en qué momento se empieza a percibir diferencia significativa entre una bebida fresca (patrón) y una bebida envejecida, es decir identificar el punto en que los sabores del enturbiante de chíá se intensifican o se oxida, distorsionando el perfil característico de la bebida, afectando su sabor. Esta evaluación es determinante para decidir hasta qué punto se continúa con el estudio de vida útil del producto y para establecer su tiempo de vida en anaquel.

Durante esta prueba, el patrón se conservó en refrigeración mientras las otras bebidas envejecían en cámara a 40°C y 70% HR. Llegado el momento de la evaluación tanto el patrón como la muestra envejecida se llevaron a la misma temperatura (entre 20-22°C), se sirvieron en vasos de 3 onzas hasta 3/4 de su capacidad, se codificaron y se colocaron en una bandeja junto con la cartilla de evaluación (Anexo 1) para ser evaluadas por los panelistas en la sala de evaluación sensorial.

### **3.4.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Todas las pruebas triangulares realizadas se trabajaron con 24 panelistas, con un  $\alpha = 0.05$  y siguiendo la metodología indicada en la ISO 4120 de la International Organization for Standardization (2004). Para la interpretación de resultados se utilizó la Tabla 1 que contiene valores que siguen una distribución binomial. En esta tabla se observa que considerando un  $\alpha = 0.05$  y  $n=24$  se necesitan por lo menos 13 aciertos para considerar que existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas.

**Tabla 1: Número mínimo de respuestas correctas necesarias para concluir que existe diferencia significativa basado en una prueba triangular**

<b><i>n</i></b>	<b><math>\alpha</math></b>					<b><i>n</i></b>	<b><math>\alpha</math></b>				
	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001		0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
<b>6</b>	4	5	5	6	-	27	12	13	14	16	18
<b>7</b>	4	5	5	6	7	28	12	14	15	16	18
<b>8</b>	5	5	6	7	8	29	13	14	15	17	19
<b>9</b>	5	6	6	7	8	30	13	14	15	17	19
<b>10</b>	6	6	7	8	9	31	14	15	16	18	20
<b>11</b>	6	7	7	8	10	32	14	15	16	18	20
<b>12</b>	6	7	8	9	10	33	14	15	17	18	21
<b>13</b>	7	8	8	9	11	34	15	16	17	19	21
<b>14</b>	7	8	9	10	11	35	15	16	17	19	22
<b>15</b>	8	8	9	10	12	36	15	17	18	20	22
<b>16</b>	8	9	9	11	12	42	18	19	20	22	25
<b>17</b>	8	9	10	11	13	48	20	21	22	25	27
<b>18</b>	9	10	10	12	13	54	22	23	25	27	30
<b>19</b>	9	10	11	12	14	60	24	26	27	30	33
<b>20</b>	9	10	11	13	14	66	26	28	29	32	35
<b>21</b>	10	11	12	13	15	72	28	30	32	34	38
<b>22</b>	10	11	12	14	15	78	30	32	34	37	40
<b>23</b>	11	12	12	14	16	84	33	35	36	39	43
<b>24</b>	11	12	13	15	16	90	35	37	38	42	45
<b>25</b>	11	12	13	15	17	96	37	39	41	44	48
<b>26</b>	12	13	14	15	17	102	39	41	43	46	50

Nota: Los valores dados en esta tabla son el mínimo número de respuestas correctas necesarias a un determinado valor de  $\alpha$  (columnas) para el número correspondiente de panelistas  $n$  (filas). Rechazar la asunción de “no existe diferencia significativa” si el número de respuestas correctas es mayor o igual al valor mostrado en la Tabla 1.

FUENTE: Adaptado de International Organization for Standardization (2004)

### **3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

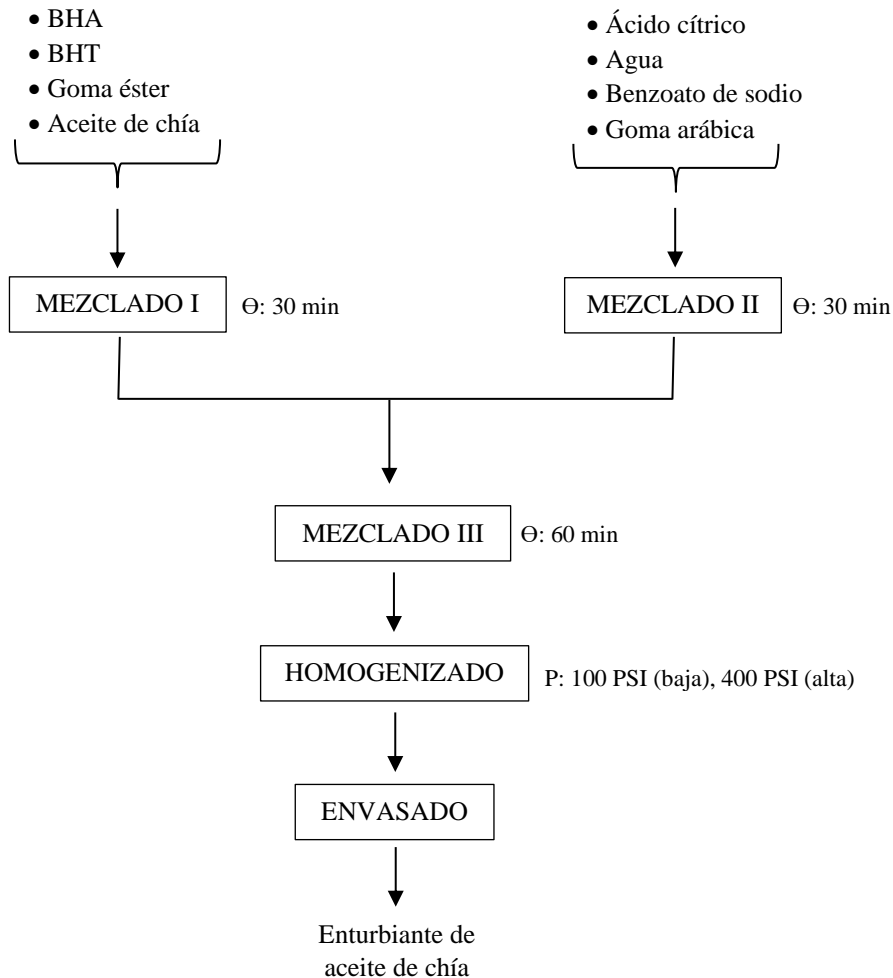
#### **3.5.1. FORMULACIÓN Y DESARROLLO DEL ENTURBIANTE**

##### **a. ELABORACIÓN DEL ENTURBIANTE**

Tomando de referencia lo mencionado por Mirhosseini et al. (2009) quienes indican que generalmente el contenido de aceite de un enturbiantes está entre 6 – 10% (p/p), se formularon dos alternativas de enturbiantes utilizando aceite de chía, uno con 6% de aceite de chía y otro con 10%.

Los ingredientes utilizados para elaborar los enturbiantes fueron: aceite de chía, ácido cítrico, agua, benzoato de sodio, BHA, BHT, ésteres de glicerol de colofonia de madera y goma arábica.

En la Figura 1 se observa el proceso de elaboración de los enturbiantes, el cual se describe a continuación:



**Figura 1: Flujo de elaboración del enturbiante de chía**

- Mezclado I: En un vaso de precipitado se pesó el aceite de chía. Luego se añadieron el BHT y BHA. Esta mezcla se llevó al agitador magnético a velocidad media. En otro vaso de precipitado se pesó la goma éster para luego incorporarla al vaso de precipitado que ya estaba mezclando los demás ingredientes. Se dejó mezclar por 30 minutos.

- Mezclado II: En una jarra de acero inoxidable se pesó el agua y se llevó a mezclar al agitador de varillas (agitador vertical) utilizando la varilla de hélice a velocidad 5. En un vaso de precipitado a parte se pesaron los sólidos (benzoato de sodio, ácido cítrico y goma arábiga) y se mezclaron manualmente con ayuda de una cuchara. Poco a poco se fue incorporando esta mezcla de sólidos al agua para que se vayan disolviendo con ayuda del agitador. Una vez agregado el total de sólidos se dejó mezclando por 30 minutos.
- Mezclado III: Transcurridos los 30 minutos del Mezclado I y Mezclado II, se agregó la Mezcla I a la jarra que contenía la Mezcla II. Se dejó agitando en el mezclador de varillas por 60 minutos más a velocidad 6.
- Homogenizado: Transcurridos los 60 minutos de mezclado se procedió a homogenizar el producto. Para ello se utilizó un homogeneizador Simes modelo 452 AP configurado a una presión baja de 100 PSI y una presión alta de 400 PSI. Se realizaron 3 pasadas en el homogeneizador (hasta que el tamaño observado en microscopio del 90% de las micelas de aceite fueran menor a 1 micra).
- Envasado: Se envasan los enturbiantes en envases de polietileno de alta densidad.

#### **b. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL ENTURBIANTE**

Obtenidos los enturbiantes, se aplicaron en agua a una dosis de 1 g/L, con la finalidad de conocer cuánto sabor aportan y si es factible su uso en bebidas. Para ello, cuatro panelistas expertos del área de Investigación y Desarrollo de la empresa evaluaron el atributo “sabor” de ambos enturbiantes aplicados en agua colocando una puntuación de 1 al que consideraron de sabor más suave (más neutro) y de 2 al de sabor más fuerte. El enturbiante que obtuvo la menor puntuación fue la propuesta con menor impacto de sabor y con el cual se pasó a la siguiente etapa del desarrollo.

#### **c. CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE OMEGA 3**

Se le cuantificó el contenido de omega 3 del enturbiante seleccionado y con este valor se procedió a calcular la dosis sugerida de uso. Para este cálculo se tomó en cuenta la Ingesta Adecuada (IA) de omega 3 indicada por el Instituto de Medicina de las Academias

Nacionales (2005) (ver Tabla 2). Se planteó aportar el 10% de la IA señalada y se consideró una porción de 350 ml de bebida.

**Tabla 2: Resumen de Ingesta Adecuada de ácido  $\alpha$ -linolénico, edades de 19 años en adelante**

	<b>Edad</b>	<b>Ingesta Adecuada (IA)</b>
<b>IA para hombres</b>	19 - 30 años	1.6 g/día de Ácido $\alpha$ -linolénico
	31 – 50 años	1.6 g/día de Ácido $\alpha$ -linolénico
	51 – 70 años	1.6 g/día de Ácido $\alpha$ -linolénico
	> 70 años	1.6 g/día de Ácido $\alpha$ -linolénico
<b>IA para mujeres</b>	19 - 30 años	1.1 g/día de Ácido $\alpha$ -linolénico
	31 – 50 años	1.1 g/día de Ácido $\alpha$ -linolénico
	51 – 70 años	1.1 g/día de Ácido $\alpha$ -linolénico
	> 70 años	1.1 g/día de Ácido $\alpha$ -linolénico

FUENTE: Instituto de Medicina de las Academias Nacionales (2005)

### 3.5.2. APLICACIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ENTURBIANTE

Calculada la dosis de uso del enturbiantes se procedió a aplicarlo en un producto. En este caso se preparó una bebida tipo punch sabor limón. Esta etapa se realizó con la finalidad de evaluar si la dosis de uso calculada del enturbiantes es realmente viable en cuanto a características sensoriales, es decir si el enturbiantes al tener aceite de chía en su composición no afecta el perfil característico del producto final.

Esta bebida tuvo como ingredientes: azúcar, benzoato de sodio, ácido cítrico, ácido ascórbico, citrato de sodio, color amarillo 5, agua, enturbiantes de chía y esencia limón.

La bebida se evaluó considerando los atributos: apariencia, olor, sabor y textura (Anexo 2). Participaron de la evaluación los cuatro integrantes del equipo de investigación y desarrollo de la empresa.

### **3.5.3. ESTUDIO DE VIDA ÚTIL**

Una vez se confirmó que la dosis de uso del enturbiante es sensorialmente aceptable se procedió a realizar el estudio de vida de este. En este caso se llevó a cabo mediante condiciones de envejecimiento acelerado en una cámara climatizada a 40°C y 70% de humedad relativa. Billot & Wells (1981), utilizaron las mismas condiciones y llegaron a la conclusión de que una semana dentro de cámara (40°C y 70% HR) es equivalente a un mes en tiempo real (21°C y 70% HR), información corroborada por la empresa en pruebas internas realizadas tanto en tiempo real como en tiempo acelerado en enturbiantes desarrollados anteriormente (datos protegidos por la empresa). De este modo, se hicieron dos estudios, uno con el enturbiante puro y otro con la aplicación realizada en la etapa anterior; en ambos casos se llevaron a cabo pruebas sensoriales y ensayos fisicoquímicos cada semana durante el tiempo que duró el estudio. La prueba finalizó cuando las características del enturbiante o de la aplicación se encontraron notoriamente diferenciadas de las características iniciales del producto (muestras frescas), pudiendo presentarse desfase, sedimento, alteración del sabor o aroma de tal modo que no sea característico de este tipo de producto. El tiempo que el producto mantuvo sus características fue el tiempo que se consideró como su tiempo de vida útil.

Para ambos estudios de vida útil se utilizó el Formato de Estudio de Vida Útil de la empresa (Anexo 3).

#### **a. DEL ENTURBIANTE**

Cada semana se evaluó si el enturbiante seleccionado se encontraba conforme tanto en características sensoriales: color, olor, sabor (característico, sin notas oxidadas), apariencia: sin formación de anillo ni sedimento; como en características fisicoquímicas: tamaño de partícula, solubilidad, turbidez, densidad y pH.

Al finalizar el estudio de vida útil del enturbiante se determinó su contenido de omega 3 para conocer cuánto disminuyó en el tiempo.



**b. DE LA BEBIDA TIPO PUNCH (APLICACIÓN DEL ENTURBIANTE)**

Cada semana se evaluó la bebida tipo punch con el enturbiantes aplicado en la dosis recomendada. En este caso se realizaron pruebas triangulares con la bebida envejecida y bebida patrón (fresca) con ayuda de un panel sensorial conformado por 24 personas. El objetivo de esta evaluación fue determinar en qué tiempo del estudio de vida útil la bebida presenta diferencias sensoriales significativas con respecto al patrón, ya sea por oxidación, intensificación de notas de chía, entre otros.

Asimismo, cada semana se evaluaron las características fisicoquímicas pH y °Brix de la bebida. Del mismo modo, la apariencia de la bebida en búsqueda de formación de anillo o presencia de precipitado; también sabor y olor de la bebida en búsqueda de notas intensificadas o signos de oxidación.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

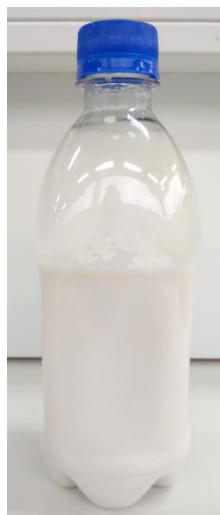
### 4.1. FORMULACIÓN Y DESARROLLO DEL ENTURBIANTE

Los resultados de la evaluación realizada por los expertos del área de Investigación y Desarrollo de la empresa a los enturbiantes desarrollados se muestran en la Tabla 3. El enturbiante con 6% de aceite de chía fue el que obtuvo la menor puntuación (4), esto significa que fue considerado por los evaluadores como el enturbiante que aporta menos sabor y por tanto fue la alternativa con la que se pasó a la siguiente etapa del desarrollo.

**Tabla 3: Puntuación final de los enturbiantes evaluados con 6% y 10% de aceite de chía aplicados en agua a una dosis de 1g/L**

	Enturbiante con 6% de aceite de chía	Enturbiante con 10% de aceite de chía
Puntuación final	4	8

Ambos enturbiantes presentaron las siguientes características: líquidos de apariencia densa, color blanco cremoso y olor ligeramente cítrico. En la Figura 2 se observa el enturbiante seleccionado.



**Figura 2: Enturbiante con 6% de aceite de chía**

La evaluación del sabor fue clave en esta etapa ya que como mencionan Piorkowski & McClements (2014) la principal función de un enturbiante es dar apariencia turbia a las bebidas mas no aportar sabor, es por ello que para su elaboración suelen usarse aceites vegetales de sabor neutro. De este modo, la evaluación realizada por los especialistas tuvo como objetivo identificar al enturbiante con menor aporte de sabor.

Los resultados del análisis cromatográfico para conocer el perfil de ácidos grasos de la muestra de enturbiante con aceite de chía al 6% indicaron un contenido de ácidos grasos omega 3 de 8.26 g/100 g de enturbiante, el detalle se muestra en la Tabla 4. También se reportó un contenido de grasa total de 13.46 g/100 g de producto.

**Tabla 4: Contenido de ácidos grasos omega 3 del enturbiante**

<b>Omega 3</b>	<b>g/100 g de enturbiante</b>	<b>%</b>
<b>Ác. Linolénico (C18:3 (ω 3))</b>	8.204	99.220
<b>Ác. Cis-11, 14, 17 -Eicosatrienoico (C20:3 (ω 3))</b>	< 0.004	0.0484
<b>Ác. Cis-5, 8, 11, 14, 17 – Eicosapentaenoico (C20:5 (ω 3) EPA)</b>	< 0.014	0.1695
<b>Ác. Cis-4, 7, 10, 13, 16, 19 – Docosahexaenoico (C22:6 (ω 3) DHA)</b>	< 0.038	0.4600
<b>Total</b>	8.26	100

En la Tabla 4 se observa que el omega 3 mayoritario en el enturbiante es el ácido linolénico. Esto coincide con lo mencionado por Valenzuela B. et al. (2014) y FAO (2012) de que algunos aceites provenientes de semillas presentan un contenido alto de ácido linolénico (ALA), el ácido graso omega 3 precursor del EPA y DHA. Además, Valenzuela B. et al. (2014) señalan que el aprovechamiento de estos aceites vegetales debidamente estabilizados y acompañados de antioxidantes, podrían ser una buena alternativa para aportar omega 3 a la dieta.

Para determinar la dosis de uso del enturbiante se decidió trabajar considerando el contenido de ácido linolénico como el contenido total de omega 3, debido a que las cantidades de los demás ácidos grasos eran menores al 0.5% del total de omega 3 del enturbiante (ver Tabla 4).

Así, considerando un contenido de omega 3 de 8.2 g/100 g de enturbiantes, se procedió a calcular la dosis de uso. Para ello se tomó en cuenta la información de la Tabla 2 donde se observa que la Ingesta Adecuada de omega 3 para mujeres de 19 años en adelante es de 1.1 g/día de ácido  $\alpha$ -linolénico y para hombres de 19 años en adelante es de 1.6 g/día.

Habiéndose planteado cubrir el 10% de la Ingesta Adecuada y considerando una porción como 350 ml de bebida, los cálculos fueron los siguientes:

- Para mujeres (a partir de 19 años):

IA: 1.1 g/día de ácido  $\alpha$ -linolénico

10% del IA: 0.11 g/día de ácido  $\alpha$ -linolénico

Entonces:

100 g emulsión ----- 8.2 g omega 3

X g de emulsión ----- 0.11 g omega 3

$$X = 1.34 \text{ g de emulsión/porción}$$

- Para hombres (a partir de 19 años):

IA: 1.6 g/día de ácido  $\alpha$ -linolénico

10% del IA: 0.16 g/día de ácido  $\alpha$ -linolénico

Entonces:

100 g emulsión ----- 8.2 g omega 3

X g de emulsión ----- 0.16 g omega 3

$$X = 1.95 \text{ g de emulsión/porción}$$

De este modo la ingesta recomendada se encontraría en el rango de:

$$1.34 - 1.95 \text{ g de emulsión/porción}$$

Considerando una porción de 350 ml de bebida, tendríamos:

- Para mujeres (a partir de 19 años):

350 ml de bebida ----- 1.34 g de emulsión

1000 ml de bebida ----- X g de emulsión

$$X = 3.83 \text{ g de emulsión/L de bebida}$$

- Para hombres (a partir de 19 años):

350 ml de bebida ----- 1.95 g de emulsión

1000 ml de bebida ----- X g de emulsión

$$X = 5.57 \text{ g de emulsión/L de bebida}$$

Tomando en cuenta que la dosis habitual de uso de un enturbiante en bebidas es de 1 g/L (Brennan, 2006), se decidió trabajar con la menor de las dosis obtenidas: 3.83 g de emulsión/L de bebida.

#### 4.2. APLICACIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ENTURBIANTE

Se logró aplicar el enturbiante con éxito en la formulación de una bebida tipo punch sabor limón. Los panelistas que evaluaron la bebida la describieron como una bebida propia de su tipo, tanto en apariencia como en textura, sabor y olor. El consolidado de comentarios de los panelistas puede verse en la Tabla 5. Asimismo, la bebida evaluada se muestra en la Figura 3.

**Tabla 5: Descriptores de bebida tipo punch sabor limón con enturbiante de chía**

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Apariencia</b>	Bebida de aspecto turbio color amarillo verdoso claro, recuerda a limonada.
<b>Olor</b>	Limón dulce, maduro. No se perciben olores ajenos al producto.
<b>Sabor</b>	Limón dulce, maduro. Agradable. No se perciben sabores extraños.
<b>Textura</b>	Bebida fluida, de paso limpio al tomarla.
<b>Comentarios</b>	Bebida agradable, de sabor definido, presenta todas las características de una bebida tipo punch.



**Figura 3: Bebida tipo punch sabor limón con enturbiante de chía**

### **4.3. ESTUDIO DE VIDA ÚTIL**

#### **4.3.1. DEL ENTURBIANTE**

Se monitorearon los cambios que tuvieron las características del enturbiante durante siete semanas. Los resultados obtenidos durante cada semana se muestran en la Tabla 6.

Como se observa en la Tabla 6, durante las siete semanas que duró el estudio, el enturbiante mantuvo la apariencia de un líquido denso color blanco cremoso característico de este tipo de productos según lo reportan Stounbjerg et al. (2018). Asimismo, durante este periodo, se estuvo observando si ocurría formación de anillo en la parte superior del enturbiante o de sedimento en el fondo del envase. Stounbjerg et al. (2018) mencionan que la formación de anillo sucede cuando las partículas de aceite del enturbiante se separan y flotan a la superficie, formando un anillo blanco cremoso en el cuello de la botella. Además, Friberg et al. (2003) indican que este fenómeno puede ser considerado la separación de la emulsión en dos partes: una con predominio de la fase oleosa y otra con predominio de la fase acuosa, ambas en comparación con el enturbiante original. Otro fenómeno menos común que puede presentarse es la sedimentación, esta ocurre cuando un agente de peso se usa en exceso o está sobresaturado en la fase oleosa. De ser así, el agente de peso se separará gradualmente y precipitará, formando sedimento en el fondo del envase. Además, cuando la goma o almidón usado en la preparación del enturbiante no han sido purificados adecuadamente, estas impurezas precipitan y forman también sedimentos (Friberg et al., 2003). De este modo

**Tabla 6: Resultados de los parámetros medidos durante el estudio de vida útil del enturbiante**

	Número de semana en cámara							
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>
<b>Apariencia</b>	Líquido denso color blanco cremoso	Líquido denso color blanco cremoso. No anillo ni sedimento	Líquido denso color blanco cremoso. No anillo ni sedimento	Líquido denso color blanco cremoso. No anillo ni sedimento	Líquido denso color blanco cremoso. No anillo ni sedimento	Líquido denso color blanco cremoso. No anillo ni sedimento	Líquido denso color blanco cremoso. No anillo ni sedimento	Líquido denso color blanco cremoso. No hay formación de anillo ni sedimento
<b>Sabor y olor</b>	Ligeramente cítrico	Ligeramente cítrico	Ligeramente cítrico	Conforme, no hay oxidación	Cítrico, notas chía sutiles	Cítrico, notas chía ligeramente acentuadas	Cítrico, notas chía más acentuadas pero tolerable	Cítrico, notas chía se acentuaron más
<b>pH</b>	3.58	3.60	3.61	3.59	3.63	3.60	3.58	3.60
<b>Densidad (g/ml)</b>	1.077	1.078	1.076	1.078	1.077	1.077	1.075	1.077
<b>Turbidez (NTU)</b>	64.3±0.7	61,7±0.4	57.8±0.3	56.4±0.5	56.9±0.1	55.3±0.6	56.3±0.6	56.1±0.6
<b>Solubilidad</b>	Soluble en agua	Soluble en agua	Soluble en agua	Soluble en agua	Soluble en agua	Soluble en agua	Soluble en agua	Soluble en agua
<b>Tamaño de partícula</b>	90% < 1 micra	90% < 1 micra	90% < 1 micra	90% < 1 micra	90% < 1 micra	90% < 1 micra	90% < 1 micra	90% < 1 micra

Leyenda: S<sub>0</sub>: Parámetros iniciales del producto. Tiempo cero.

S<sub>1-7</sub>: Indica el número de semana que el enturbiante tiene en cámara. Cada semana equivale a un mes en tiempo real.

De este modo y considerando todo lo mencionado, se puede afirmar que el enturbiante desarrollado se mantuvo estable durante las siete semanas de estudio.

Para evaluar el olor y sabor del enturbiante en el tiempo, se aplicó en agua al 1%. En la Tabla 6 puede observarse que durante las primeras tres semanas del estudio se percibió un olor ligeramente cítrico y un sabor neutro, característicos de este tipo de productos. Sin embargo, a partir de la semana cuatro, empiezan a percibirse notas de chía que con el pasar de las semanas se va intensificando. Stounbjerg et al. (2018) mencionan que la función de un enturbiante es dar turbidez a la bebida sin aportar sabor. Es por esta razón que para su elaboración suelen usarse aceites vegetales neutros (Friberg et al., 2003). De este modo no resulta conveniente que este producto empiece a presentar notas de chía con el paso del tiempo, sin embargo, es posible que estas puedan cubrirse en la bebida final con ayuda de un saborizante.

El pH es un análisis que el área de control de calidad realiza para todo enturbiante producido y comercializado por la empresa. Si un enturbiante presenta un valor de pH en el rango de 3.5-3.9 es considerado conforme. Friberg et al. (2003) mencionan que es importante mantener el pH de un enturbiante por debajo de 4.5 para evitar el crecimiento de microorganismos y que por lo general se utiliza ácido cítrico para lograrlo. En la Tabla 6 se puede observar que los valores de pH del enturbiante desarrollado están entre 3.58-3.63 encontrándose dentro del rango de este tipo de productos comercializados por la empresa y cumpliendo con tener un pH menor a 4.5.

La densidad del enturbiante durante las siete semanas del estudio presentó valores entre 1.075-1.078 g/ml. Shachman (2004) menciona la importancia de que la densidad del enturbiante sea similar a la de las bebidas en que se va a aplicar. Señala que las bebidas que tienen entre 10 a 13 °Brix presentan una densidad aproximada de 1.04 g/ml. Que un enturbiante tenga un valor de densidad cercano al de la bebida en que se aplica minimiza la posibilidad de que ocurra el cremado (formación de anillo) y por tanto resulta en una bebida más estable (Piorkowski & McClements, 2014). Para lograr una densidad similar a las de las bebidas se utilizan agentes de peso, en el caso del producto desarrollado se usaron ésteres de glicerol que tienen una densidad promedio de 1.08 g/ml (Friberg et al., 2003). De este modo, los valores de densidad que presentó el enturbiante durante el periodo de estudio son un



indicador de que tanto este ingrediente como las bebidas en que se use resultarán ser productos estables.

El análisis de turbidez del enturbiante se llevó a cabo según lo indicado en el Protocolo de Análisis para Enturbiantes y Emulsiones del Área de Control de Calidad de la empresa (procedimiento interno). En la Tabla 6 se puede observar que los valores de turbidez obtenidos están en el rango de 55.3-64.3 NTU. Un enturbiante convencional de los producidos por la empresa están entre 44-58 NTU. Linke & Drusch (2018) indican que el ojo humano percibe diferencia significativa en la turbidez de un producto recién cuando la diferencia es de 50 NTU a más. Por esta razón se puede concluir que no existiría problema en reemplazar el uso del enturbiante convencional por el recién desarrollado.

La solubilidad de un enturbiante en agua es una evaluación clave ya que este producto se aplica en bebidas. Por esta razón, desde el momento en que se aplica en agua y se observan micelas de aceite o producto precipitado, puede considerarse que el producto se está desfasando y ya no es apto para su uso (Shachman, 2004). En la Tabla 6 puede observarse que en el caso del enturbiante desarrollado, este fue soluble en agua durante las siete semanas que duró el estudio, demostrando ser un producto estable.

En el caso del tamaño de partícula de la emulsión este se observó con ayuda de un microscopio. Brennan (2006) menciona que es importante que el tamaño de partícula se mantenga uniforme ya que así se pueden producir emulsiones estables con un tamaño de partícula promedio menor a 1 micra. Además, Shachman (2004) afirma que una emulsión para bebidas estable y que brinde buena turbidez debería tener más del 80% de sus partículas con un diámetro entre 0.4 a 0.6  $\mu\text{m}$ . Señala que no debe haber muchas partículas con diámetros mayores a 1  $\mu\text{m}$  o menores a 0.3  $\mu\text{m}$ . Así, tal como se observa en la Tabla 6, el enturbiante desarrollado cumple con este requerimiento pues en todos los casos el 90% de partículas presentaron un tamaño menor a 1  $\mu\text{m}$  dando como resultado un enturbiante estable durante las siete semanas del estudio.

Debido a que con el paso del tiempo las notas de chía en el enturbiante se fueron potenciando, se decidió cortar el estudio de vida útil del producto a las siete semanas. Shachman (2004) menciona que un enturbiante es un sistema inestable por naturaleza, pues hay una constante lucha de las fases dos fases que lo conforman por separarse y solo es cuestión de tiempo para

que ocurra. Asimismo, Stounbjerg et al. (2018) indica que el tiempo de vida útil promedio de un enturbiante es de seis meses. Considerando lo anterior, que el producto desarrollado llegue estable a los siete meses es señal de haber logrado un producto de buena calidad.

Transcurridas siete semanas en cámara (equivalente a siete meses), se envió a analizar una muestra del enturbiante a un laboratorio externo para conocer su contenido de omega 3 al final de su tiempo de vida útil. En la Tabla 7 se muestran los resultados.

**Tabla 7: Contenido de omega 3 del enturbiante al finalizar su vida útil**

<b>Omega 3</b>	<b>g/100 g de enturbiante</b>
<b>Ác. Linolénico (C18:3 (ω 3))</b>	7.423
<b>Ác. Cis-11, 14, 17 -Eicosatrienoico (C20:3 (ω 3))</b>	< 0.002
<b>Ác. Cis-5, 8, 11, 14, 17 – Eicosapentaenoico (C20:5 (ω 3) EPA)</b>	< 0.006
<b>Ác. Cis-4, 7, 10, 13, 16, 19 – Docosaheptaenoico (C22:7 (ω 3) DHA)</b>	< 0.017
<b>Total</b>	7.448

Los resultados muestran una disminución del contenido de omega 3 del enturbiante, sin embargo, esta pérdida representa menos del 10% del contenido inicial de omega 3. Guerrero et al. (2018) mencionan que los aceites esenciales omega 3 son moléculas susceptibles a la oxidación iniciada por oxígeno, luz y temperatura. Al oxidarse forman productos de degradación (como cetonas y aldehídos) que presentan aromas y sabores desagradables que terminan afectando la aceptabilidad del producto final. Asimismo, Piorkowski & McClements (2014) indican que la oxidación de ácidos grasos omega 3 en emulsiones envuelve una serie de reacciones químicas que resultan en la producción de notas rancias, y que el control de la oxidación de los lípidos suele requerir una combinación de diferentes enfoques para lograr una estabilidad adecuada a largo plazo, incluido el control de la calidad inicial de los ingredientes, la eliminación/desactivación de los pro oxidantes (como el oxígeno o los metales de transición), la adición de antioxidantes y la ingeniería interfacial.

Guerrero et al. (2018) señalan que la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 se puede retrasar o inhibir encapsulando el aceite utilizando emulsiones. Para el caso del

enturbiantes, las micelas del aceite de chía que contiene el omega 3 se encapsularon con la goma arábica, ya que esta goma forma una película alrededor de las gotas de aceite de la emulsión. Esta encapsulación separa las partículas de aceite del medio externo, protegiéndolas y haciendo posible que los componentes sensibles que posee resistan condiciones de procesamiento, empaque y vida en anaquel cuando son aplicados incluso en la bebida final.

Piorkowski & McClements (2014) mencionan que se pueden incorporar antioxidantes liposolubles a la fase oleosa de la emulsión para así inhibir la oxidación de sustancias químicamente lábiles encapsuladas como el omega 3. En el caso del enturbiante desarrollado se usaron como antioxidantes BHA y BHT los que pudieron haber retardado la oxidación de gran parte del omega 3 ya que solo se perdió menos del 10% en las siete semanas que duró el estudio.

#### **4.3.2. DE LA BEBIDA TIPO PUNCH (APLICACIÓN DEL ENTURBIANTE)**

En la Tabla 8 se pueden observar las características iniciales de la bebida ( $S_0$ ) y su evolución durante las siete semanas que duró el estudio.

La apariencia de la bebida durante todo el estudio se mantuvo constante siendo un líquido turbio de color amarillo verdoso claro. Durante el tiempo que duró la prueba se observó la bebida en búsqueda de formación de anillo o presencia de sedimento. Friberg et al., (2003) indican que no sólo es antiestético que la bebida presente un anillo en el cuello de la botella, sino que también indica la ruptura de la emulsión. Además, los autores señalan que, si se observara presencia de precipitado en la aplicación, esto significaría que se usó una dosis excesiva de agentes de peso o que la goma utilizada no fue lo suficientemente pura. Sin embargo, para el caso de la bebida tipo punch preparada no se observó formación de anillo ni presencia de sedimento durante las siete semanas de prueba, significando que el producto se mantuvo estable.

Durante la formulación de bebidas se acostumbra medir principalmente dos parámetros: pH y °Brix, con la finalidad de caracterizar las bebidas que se van desarrollando. Shachman (2004) comenta que las bebidas tipo punch son bebidas ácidas que tienen un pH alrededor

de 3 pues presentan sabores de frutas ácidas como limón y otros cítricos. De este modo el rango de pH de la aplicación preparada se encuentra dentro de lo normal con un rango de pH entre 3.20-3.23. Para endulzar la bebida se utilizó solo azúcar, en la Tabla 8 observa que los °Brix de la bebida se mantuvieron casi constantes durante las siete semanas con valores entre 11.3 y 11.5 °Brix. Si bien no se midió densidad de las bebidas, Friberg et al. (2003) mencionan que bebidas entre 10-12 °Brix presentan densidades en un rango de 1.038-1.046 g/ml por lo cual la densidad del enturbiante desarrollado sería muy similar, dando como resultado una bebida estable y retardando la formación de anillo y/o sedimento en el producto final.

Además de las pruebas triangulares que se realizaron cada semana con el panel sensorial, se evaluó durante cada etapa del estudio de vida útil el sabor y olor de la aplicación con el fin de determinar si en algún momento estas características se ven distorsionadas. Si bien durante las siete semanas que se evaluó la bebida no se detectaron notas rancias ni oxidadas, el estudio de vida útil se detuvo en esta etapa debido a que se empezaron a percibir notas terrosas que recordaban a chía y que cambiaban ligeramente el perfil de la bebida original, aplanando de manera leve las notas cítricas características del producto. Esta decisión de finalizar el estudio de vida útil es respaldada por Stounbjerg et al. (2018) quienes indican que un enturbiante no debe afectar el sabor del producto pues su única función es dar turbidez a la bebida.

**Tabla 8: Resultados de los parámetros evaluados a las bebidas tipo punch (aplicación del enturbiante)**

	Número de semana en cámara								
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	
<b>Apariencia</b>	Bebida turbia color amarillo verdoso claro. Sin presencia de anillo ni sedimento	Bebida turbia color amarillo verdoso claro. Sin presencia de anillo ni sedimento	Bebida turbia color amarillo verdoso claro. Sin presencia de anillo ni sedimento	Bebida turbia color amarillo verdoso claro. Sin presencia de anillo ni sedimento	Bebida turbia color amarillo verdoso claro. Sin presencia de anillo ni sedimento	Bebida turbia color amarillo verdoso claro. Sin presencia de anillo ni sedimento	Bebida turbia color amarillo verdoso claro. Sin presencia de anillo ni sedimento	Bebida turbia color amarillo verdoso claro. Sin presencia de anillo ni sedimento	Bebida turbia color amarillo verdoso claro. Sin presencia de anillo ni sedimento
<b>Sabor y olor</b>	Cítrico, limón. No oxidado	Cítrico, limón. No oxidado	Cítrico, limón. No oxidado	Cítrico, limón. No oxidado	Cítrico, limón. No oxidado	Cítrico, limón. No oxidado	Cítrico, limón, se percibe una ligera nota terrosa que recuerda a chía. No oxidado	Cítrico y limón. Las notas terrosas se han intensificado, pero no opaca a las notas cítricas. No oxidado	
<b>pH</b>	3.23	3.23	3.21	3.23	3.20	3.22	3.21	3.23	
<b>°Brix</b>	11.5	11.5	11.4	11.5	11.3	11.5	11.4	11.4	

Leyenda: S<sub>0</sub>: Parámetros iniciales del producto. Tiempo cero.

S<sub>1-7</sub>: Indica el número de semana que el enturbiante tiene en cámara. Cada semana equivale a un mes en tiempo real.

En paralelo al estudio de vida útil de la bebida con el enturbiante aplicado, se realizaron pruebas triangulares cada semana con la bebida envejecida y un patrón. Los panelistas evaluaron durante siete semanas consecutivas la bebida tipo punch. En la Tabla 9 se observan los resultados obtenidos durante cada semana considerando un  $\alpha=0.05$  y  $n=24$ .

**Tabla 9: Resultados de las pruebas triangulares de la bebida tipo punch durante siete semanas**

Nro. semana	Nro. aciertos	Nro. de no aciertos	Conclusión
1	3	21	No existe diferencia significativa
2	3	21	No existe diferencia significativa
3	4	20	No existe diferencia significativa
4	3	21	No existe diferencia significativa
5	7	17	No existe diferencia significativa
6	10	14	No existe diferencia significativa
7	13	11	Existe diferencia significativa

Para esta prueba se considera que existe diferencia significativa entre las muestras evaluadas cuando hay 13 aciertos o más (Tabla 1). En este caso en la semana siete del estudio (equivalente a siete meses) fue cuando se encontraron diferencias significativas entre la muestra envejecida y el patrón, llevando a concluir con el estudio de vida útil pues el producto ya no presentaba las mismas características que el patrón. Según Piorkowski & McClements (2014) el final de la vida útil de un producto se puede definir como el tiempo en que el producto se vuelve inaceptable para el consumidor, esto dependerá de una serie de factores físicos y químicos que pueden producir alteraciones en el producto. Por ejemplo, un producto puede volverse inaceptable cuando un anillo de gotas de aceite se forma en la superficie de la botella, cuando se percibe un sabor oxidado en la bebida o cuando el color del producto cambia. Por esta razón, es responsabilidad del fabricante establecer los criterios que se tomarán en cuenta para definir el tiempo de vida de un producto destinado al consumidor.

Stounbjerg et al. (2018) mencionan que en la industria de bebidas se espera que la vida útil, tanto del enturbiante como de la bebida donde se use, sea de por lo menos seis meses. Además, señalan que un enturbiante no debe afectar el sabor, aroma ni color del producto en

que se aplica. Considerando los resultados de las Tablas 6, 8 y 9, tanto en el enturbiante como en la aplicación, se observa que el sabor de la chía empieza a percibirse en las semanas seis y siete. Si bien es cierto que el sabor limón usado en la bebida logra cubrir las notas de chía que van apareciendo, según los resultados de la evaluación sensorial el consumidor ya percibe diferencias significativas a las siete semanas, por lo cual se decidió que el tiempo de vida útil del enturbiante sería de seis meses para no afectar el perfil del producto final donde pudiera usarse este ingrediente. Es así como se consiguió el desarrollo de un enturbiante que aporta omega 3 y tiene un tiempo de vida útil de seis meses al igual que el enturbiante convencional que comercializa actualmente la empresa, esto significa que se obtuvo un producto con características que le permitirán competir con productos similares del mercado.

#### **4.4. 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 Quimtia S.A., desempeñando el cargo de Ingeniero de Aplicaciones, que tiene como función principal la formulación y desarrollo de nuevos productos. La formación recibida durante la carrera de Industrias Alimentarias hizo posible el correcto desenvolvimiento dentro de las actividades de empresa para poder realizar las funciones designadas aplicando los conocimientos y competencias adquiridas a lo largo de los años de estudio.

La formulación y desarrollo de nuevos productos implica la evaluación y selección de los ingredientes y aditivos adecuados para la creación del prototipo. Para esto debe considerarse la normativa vigente, además de contemplar aspectos como, evaluaciones sensoriales, análisis fisicoquímicos, costeo de fórmulas, escalamiento del proceso a un nivel industrial, estudios de vida útil para asegurar la calidad del producto a lo largo de su vida en anaquel e incluso la creación de documentación correspondiente al producto como fichas técnicas, información nutricional y hojas de seguridad. Realizar todas estas funciones fue posible gracias a la formación recibida a lo largo de toda la carrera, tal como se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral**

<b>Curso</b>	<b>Conocimientos adquiridos puestos en práctica</b>
Tecnología de alimentos I	Conservación y procesamiento de alimentos
Tecnología de alimentos III	Aditivos e ingredientes alimentarios
Química de Alimentos	Propiedades de los alimentos
Análisis de Alimentos	Técnicas de análisis en alimentos
Fisicoquímica de Alimentos	Propiedades fisicoquímicas de los alimentos
Alimentación y Nutrición Humana	Tabla nutricional. Efectos del procesamiento en las propiedades nutritivas del alimento
Evaluación Sensorial de Alimentos	Pruebas de evaluación sensorial
Introducción a la Ciencia de Alimentos Funcionales	Conocimiento de alimentos con propiedades funcionales. Compuestos bioactivos.

Asimismo, para realizar el presente Trabajo de Suficiencia Profesional se puso en práctica el desarrollo de productos al desarrollar un enturbiantes para bebidas con aporte de omega 3. Para lo cual se aplicaron conocimientos específicos de aditivos e ingredientes alimentarios, propiedades fisicoquímicas y de análisis de alimentos. Así como también evaluación sensorial, métodos de conservación y estudios de vida útil. Todos estos relacionados con asignaturas de la carrera como puede verse en la Tabla 11.



**Tabla 11: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desarrollo de un enturbiante para bebidas con aporte de omega 3**

<b>Curso</b>	<b>Conocimientos adquiridos puestos en práctica</b>
Introducción a la Ciencia de Alimentos Funcionales	Selección de una materia prima con propiedades beneficiosas para la salud (omega 3)
Análisis de Alimentos	Selección de análisis para evaluar los cambios en el producto desarrollado durante su vida útil
Química de Alimentos	Conocimiento de los cambios físicos, químicos y sensoriales que puede sufrir mi producto durante su procesamiento y almacenamiento
Fisicoquímica de Alimentos	Emulsiones
Tecnología de alimentos III	Aditivos: colorantes, esencias, hidrocoloides
Envases y Embalajes de alimentos	Vida útil
Evaluación Sensorial de Alimentos	Pruebas triangulares
Gestión de la Calidad	Normativa alimentaria nacional e internacional
Problemas Especiales en Ciencia y Tecnología de Alimentos	Consolidación y aplicación del conocimiento adquirido para proponer soluciones, en este caso para plantear el desarrollo del producto

Finalmente, a lo largo de la carrera se desarrollaron capacidades y competencias como el trabajo en equipo, la búsqueda de información científica, la redacción de informes y documentos de carácter técnico-científico, la capacidad de tomar decisiones, la comunicación interdisciplinaria, la ética profesional y la responsabilidad en el trabajo, permitiendo un adecuado desempeño laboral tanto en el ámbito profesional como humano dentro de la empresa.

## V. CONCLUSIONES

1. Se logró desarrollar un enturbiante para bebidas que a una dosis de 3.83 g/L aporta aproximadamente 1.1 g de omega 3 (10% de la Ingesta Adecuada).
2. Se diseñaron dos enturbiantes con diferentes concentraciones de aceite de chía como fuente de omega 3, uno al 6% y otro al 10%.
3. Se aplicó el enturbiante con 6% de omega 3 en una bebida tipo punch sabor limón y tras evaluarse sensorialmente se obtuvo una bebida de aspecto turbio color amarillo verdoso claro, con olor y sabor a limón dulce.
4. De acuerdo con los resultados sensoriales obtenidos durante el estudio de vida útil acelerado, se estableció un tiempo de vida útil de 6 meses para el enturbiante con 6% de omega 3 en su composición.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar los estudios de vida útil en tiempo real para verificar los resultados obtenidos en el presente estudio.
- Aplicar el enturbiante en diferentes tipos de bebidas (bebidas listas para tomar, bebidas gasificadas, bebidas alcohólicas, etc.) para evaluar su interacción en distintas matrices y conocer su versatilidad.
- Evaluar diferentes condiciones de almacenamiento (temperatura, luz y tipo de envase) para ver si es posible prolongar el tiempo de vida del producto.

## VII. BIBLIOGRAFÍA


- Alcântara, M. A., Lima, A. E. A. de, Braga, A. L. M., Tonon, R. V., Galdeano, M. C., Mattos, M. da C., Brígida, A. I. S., Rosenhaim, R., Santos, N. A. dos, & Cordeiro, A. M. T. de M. (2019). Influence of the emulsion homogenization method on the stability of chia oil microencapsulated by spray drying. *Powder Technology*, 354, 877–885. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.06.026>
- AOAC (2016). *Official Method 996.06 Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods. Hydrolytic Extraction Gas Chromatographic Method.*
- Aries, D., Capdevila, N., & Segundo, M. J. (2005). Ácidos Grasos Esenciales. *Offarm*, 24(4), 96–102. <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-acidos-grasos-esenciales-13073447%0A>
- Billot, M., & Wells, F. V. (1981). *Perfumery technology: art, science, industry* (2da edición).
- Boon, C. S., McClements, D. J., Weiss, J., & Decker, E. A. (2010). Factors influencing the chemical stability of carotenoids in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(6), 515–532. <https://doi.org/10.1080/10408390802565889>
- Brennan, C. S. (2006). Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices. In *International Journal of Food Science and Technology* (Vol. 41, Issue 6). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01115.x>
- Castro-González, M. I. (2002). Ácidos grasos omega 3: Beneficios y fuentes. *Interciencia*, 27(3), 128–136.
- Coronado Herrera, M., Vega y León, S., Gutiérrez Tolentino, R., García Fernández, B., & Díaz Gonzáles, G. (2006). LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 Y OMEGA-6: NUTRICIÓN, BIOQUÍMICA Y SALUD. *Population (English Edition)*, 25(3), 72–79.
- FAO. (2012). Grasas y ácidos grasos en nutrición humana Consulta de expertos. In *Estudio FAO alimentación y nutrición*. <https://doi.org/978-92-5-3067336>

- Alcântara, M. A., Lima, A. E. A. de, Braga, A. L. M., Tonon, R. V., Galdeano, M. C., Mattos, M. da C., Brígida, A. I. S., Rosenhaim, R., Santos, N. A. dos, & Cordeiro, A. M. T. de M. (2019). Influence of the emulsion homogenization method on the stability of chia oil microencapsulated by spray drying. *Powder Technology*, 354, 877–885. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.06.026>
- Aries, D., Capdevila, N., & Segundo, M. J. (2005). Ácidos Grasos Esenciales. *Offarm*, 24(4), 96–102. <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-acidos-grasos-esenciales-13073447%0A>
- Billot, M., & Wells, F. V. (1981). *Perfumery technology : art, science, industry* (2da edició).
- Boon, C. S., McClements, D. J., Weiss, J., & Decker, E. A. (2010). Factors influencing the chemical stability of carotenoids in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(6), 515–532. <https://doi.org/10.1080/10408390802565889>
- Brennan, C. S. (2006). Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices. In *International Journal of Food Science and Technology* (Vol. 41, Issue 6). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01115.x>
- Castro-González, M. I. (2002). Ácidos grasos omega 3: Beneficios y fuentes. *Interciencia*, 27(3), 128–136.
- Coronado Herrera, M., Vega y León, S., Gutiérrez Tolentino, R., García Fernández, B., & Díaz Gonzáles, G. (2006). LOS ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 Y OMEGA-6: NUTRICIÓN, BIOQUÍMICA Y SALUD. *Population (English Edition)*, 25(3), 72–79.
- FAO. (2012). Grasas y ácidos grasos en nutrición humana Consulta de expertos. In *Estudio FAO alimentación y nutrición*. <https://doi.org/978-92-5-3067336>
- Friberg, S., Larsson, K., & Sjoblom, J. (2003). Food Emulsions. In *World* (4th ed., Vol. 3, Issue February 2004). CRC Press.
- Gómez Candela, C., Bermejo López, L. M., & Loria Kohen, V. (2011). Importancia del equilibrio del índice omega-6/omega-3 en el mantenimiento de un buen estado de salud. recomendaciones nutricionales. *Nutricion Hospitalaria*, 26(2), 323–329. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.2.5117>
- Guerrero, I., Rosmini, M., & Armenta, R. (2018). *Utilización de Pescados y Mariscos Tecnologías e Innovación* (Editorial Académica Española (ed.); Primera ed). Editorial Académica Española.
- Instituto de Medicina de las Academias Nacionales. (2005). Dietary Reference Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. In *Social Sciences*. The National Academies Press.

- International Organization for Standardization. (2004). *ISO 4120 Sensory analysis - Methodology - Triangle test* (2nd Editio).
- Klein, M., Aserin, A., Svitov, I., & Garti, N. (2010). Enhanced stabilization of cloudy emulsions with gum Arabic and whey protein isolate. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 77(1), 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2010.01.008>
- Linke, C., & Drusch, S. (2018). Re-Designing Clouds to Increase Turbidity in Beverage Emulsions. *Food Biophysics*, 13(1), 91–101. <https://doi.org/10.1007/s11483-018-9515-x>
- Mirhosseini, H., Tan, C. P., Hamid, N. S. A., Yusof, S., & Chern, B. H. (2009). Characterization of the influence of main emulsion components on the physicochemical properties of orange beverage emulsion using response surface methodology. *Food Hydrocolloids*, 23(2), 271–280. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.02.007>
- Murillo, A., & Rodríguez, D. (2018). *Alimentación Saludable, la gran tendencia del consumo actual*. 106.
- Ortega Anta, R. M., González Rodríguez, L. G., Cruz, T. K. V., Perea Sánchez, J. M., Vizquete, A. A., & López Sobaler, A. M. (2013). Fuentes alimentarias y adecuación de la ingesta de ácidos grasos omega-3 y omega-6 en una muestra representativa de adultos españoles. *Nutricion Hospitalaria*, 28(6), 2236–2245. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.6.6905>
- Piorkowski, D. T., & McClements, D. J. (2014). Beverage emulsions: Recent developments in formulation, production, and applications. *Food Hydrocolloids*, 42, 5–41. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.07.009>
- Shachman, M. (2004). The Soft Drinks Companion. In *The Soft Drinks Companion* (1st Editio). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203492123>
- Sosa, M. D., Magallanes, L. M., Grosso, N. R., Pramparo, M. del C., & Gayol, M. F. (2020). Optimisation of omega-3 concentration and sensory analysis of chia oil. *Industrial Crops and Products*, 154(May). <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112635>
- Stounbjerg, L., Vestergaard, C., Andreasen, B., & Ipsen, R. (2018). Beverage clouding agents: Review of principles and current manufacturing. *Food Reviews International*, 34(7), 613–638. <https://doi.org/10.1080/87559129.2017.1373286>
- Valenzuela B., A., Valenzuela B., A., & Valenzuela B., R. (2014). Ácidos grasos omega-3 en la nutrición ¿cómo aportarlos? *Revista Chilena de Nutricion*, 41(2), 205–211. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182014000200012>

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: CARTILLA PARA PRUEBA TRIANGULAR

	INVESTIGACION & DESARROLLO	Código	F-FP-PE-ID-P-005-001
		Versión	01
Título: PRUEBA TRIANGULAR		Aprobado por	CDM
		Fecha de aprobación	11 de Enero 2016

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

**PRODUCTO: BEBIDA SABOR LIMÓN**

**INSTRUCCIONES:**  
Ante usted se presentan tres muestras, por favor evalúe las muestras y marque con un aspa "X" la muestra que es diferente (dos de ellas son iguales y una es diferente).

598	654	823
-----	-----	-----

Indique el grado de **DIFERENCIA** entre las muestras escogidas y el diferente (marque con una "X" donde considere).

Leve \_\_\_\_\_  
Moderado \_\_\_\_\_  
Extremo \_\_\_\_\_

**Comentarios:**  
598: \_\_\_\_\_  
654: \_\_\_\_\_  
823: \_\_\_\_\_

¡Muchas Gracias!

## ANEXO 2: CARTILLA DE DEGUSTACIÓN TÉCNICA I+D FOOD

<i>Logo</i>	Degustación Técnica I+D Food			Panelistas: Personal I+D Food
Atributos Productos	<i>Apariencia</i>	<i>Olor</i>	<i>Sabor</i>	<i>Textura</i>
Conclusiones:				



### ANEXO 3: FORMATO DE ESTUDIO DE VIDA ÚTIL PARA PRODUCTOS TERMINADOS

<i>Logo</i>	<b>FORMATO DE INVESTIGACION &amp; DESARROLLO</b>	Código	F-FP-PE-ID-P-003-001
		Versión	01
<b>Título: ESTUDIO DE VIDA UTIL DE PRODUCTO TERMINADO</b>		Aprobado por	CDM
		Fecha de aprobación	11 de Enero de 2016
		Página	1 de 2

NOMBRE DEL PRODUCTO		CODIGO	
LOTE	FECHA DE PRODUCCION	RESPONSABLE	

#### I.-DATOS DE ENTRADA

VIDA UTIL TEORICO		FUENTE	
-------------------	--	--------	--

#### II.-CARACTERISTICAS INICIALES DEL PRODUCTO

Descripción:
Ensayos Sensoriales:
Ensayos Físico- Químicos:
Otros:

#### III.-PROGRAMACION DEL ESTUDIO DE VIDA UTIL

FECHA DE INICIO		FECHA DE CULMINACION		DURACION DEL ESTUDIO		ETAPAS DEL ESTUDIO	
-----------------	--	----------------------	--	----------------------	--	--------------------	--

#### IV.-CONDICIONES DE ESTUDIO

<b>V.-ETAPAS</b>					
Fecha:	N° Etapa:	Fecha:	N° Etapa:	Fecha:	N° Etapa:
Descripción:		Descripción:		Descripción:	
Ensayos Sensoriales:		Ensayos Sensoriales:		Ensayos Sensoriales:	
Ensayos Físicoquímicos:		Ensayos Físicoquímicos		Ensayos Físicoquímicos:	
Otros:		Otros:		Otros:	
Responsable:		Responsable:		Responsable:	

