



**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción**

**Título del Trabajo:**

Desarrollo y estudio del tiempo de vida útil de una bebida hidratante a base de  
esencia de mango

**Previo la obtención del Título de:**

Magíster en Gestión de Procesos y Seguridad de los Alimentos

**Presentado por:**

Jorge Luis Castro Peñafiel

Joselyne Gabriela Pérez González

**Guayaquil - Ecuador**

**Año: 2025**

## Dedicatoria

---

El presente proyecto se lo dedico:

A mis padres, José y Mercedes, por estar siempre presentes con su apoyo constante y palabras oportunas en cada paso de este camino, incluso en los momentos más inciertos. Gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mi hermana Pamela y mis sobrinos Bruno y Andrés, por su cariño, consejos y palabras de aliento que me acompañaron en los momentos de mayor esfuerzo.

A mi esposo Kevin, por impulsarme a seguir, tu amor y respaldo en los días buenos y difíciles me ayudó a concluir esta meta con gratitud.

A mi hijo Ezequiel, que no está en mis brazos, pero estará siempre en mi corazón. Este logro también es para ti.

Joselyne Gabriela Pérez González

## **Dedicatoria**

---

Este trabajo está dedicado a Dios, mi esposa, mis dos hijas, mis padres, mis hermanas, mis profesores, mi tutora, ya que es una muestra del sacrificio hecho a lo largo de mi tiempo de estudio.

Jorge Luis Castro Peñafiel

## Agradecimientos

---

Deseo expresar un enorme agradecimiento a Dios por ser mi guía, cuidarme y brindarme sabiduría para no darme por vencida.

A todos mis amigos que me acompañaron en esta etapa, brindándome su tiempo, amistad y apoyo en cada paso de mi formación.

A mi tutora Msc. Diana Coello por su paciencia y constancia durante el desarrollo de este proyecto.

A mi compañero de tesis Jorge, por su dedicación en sacar adelante este proyecto.

Joselyne Gabriela Pérez González

## Agradecimientos

---

Agradezco a Dios, por ser mi fuente motivacional, mi inspiración y mi mejor amigo en tiempos difíciles.

A mi esposa, Daniella, mis hijas Charlotte y Claire, por su amor incondicional y apoyo durante todo el proceso de este trabajo.

A mis padres, Jorge y Maura, mis hermanas, Adriana y Viviana. Gracias por estar siempre presentes en cada paso que he dado a lo largo de toda mi vida.

A mis profesores, que aportaron durante todo este tiempo en la maestría, sus conocimientos.

A mi tutora, Msc. Diana Coello, por impartirnos sus conocimientos y su gran ayuda durante este proyecto.

A mi compañera Joselyne, por aportar a esta tesis para culminar con éxito.

Jorge Luis Castro Peñafiel

## **Declaración Expresa**

Nosotros Joselyne Gabriela Pérez González, Jorge Luis Castro Peñafiel acordamos y reconocemos que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. El o los estudiantes deberán procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso. En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autores/es que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 16 de junio de 2025

---

Jorge Luis Castro Peñafiel

---

Joselyne Gabriela Pérez González

## **Evaluadores**

---

**PhD. Patricio Javier Cáceres Costales**

Vocal

---

**MSc. Diana Sofía Coello Montoya**

Tutora de proyecto

## Resumen

El presente proyecto tuvo como objetivo desarrollar y evaluar el tiempo de vida útil de una bebida hidratante elaborada a base de esencia de mango, determinando su perfil nutricional, características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, con el fin de garantizar un producto seguro y de calidad para el consumidor. La investigación se justifica en la necesidad de generar alternativas naturales de hidratación que cumplan con los estándares establecidos por la normativa vigente.

Para el desarrollo del estudio, se elaboró una formulación de bebida a base de esencia de mango y se sometió a diferentes análisis fisicoquímicos, microbiológicos y de estabilidad durante el tiempo de almacenamiento. Además, se cuantificó los niveles de minerales ideales para una correcta hidratación mediante ensayos realizados por un laboratorio certificado, vinculando los resultados con lo establecido en normas técnicas.

Los resultados mostraron que la bebida mantuvo sus características dentro de parámetros aceptables durante 150 días, alcanzando valores de sodio y potasio en porción de 240 mL, 18.12 meq/L y 3.2 meq/L, respectivamente. Finalmente, se concluye que el producto cumple con las condiciones de una bebida hidratante y representa una opción viable para el mercado actual.

**Palabras claves:** Vida útil, bebida hidratante, minerales, mango.

### **Abstract**

The objective of this project is to develop and evaluate the shelf life of a hydrating beverage made from mango essence, determining its nutritional profile and physicochemical, microbiological, and sensory characteristics to guarantee a safe, high-quality product for consumers. The research is justified by the need to generate natural hydration alternatives that comply with the standards established by current regulations.

For the study, a mango essence-based beverage formulation was developed and subjected to various physicochemical, microbiological, and stability analyses during storage. In addition, the ideal mineral levels for proper hydration were quantified through tests conducted by a certified laboratory, linking the results to technical standards.

The results showed that the beverage maintained its characteristics within acceptable parameters for 150 days, reaching sodium and potassium values in a 240 mL serving. Finally, it was concluded that the product meets the conditions of a hydrating beverage and represents a viable option for the current market.

**Keywords:** Shelf life, hydrating drink, minerals, mango.

## Índice General

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Resumen</i> .....                                                                     | I   |
| <i>Abstract</i> .....                                                                    | II  |
| <i>Abreviaturas</i> .....                                                                | VI  |
| <i>Simbología</i> .....                                                                  | VII |
| <i>Capítulo 1</i> .....                                                                  | 1   |
| 1.1    Introducción .....                                                                | 1   |
| 1.2    Descripción del Problema .....                                                    | 2   |
| 1.3    Justificación del Problema .....                                                  | 4   |
| 1.4    Objetivos .....                                                                   | 5   |
| 1.4.1    Objetivo general .....                                                          | 5   |
| 1.4.2    Objetivos específicos .....                                                     | 5   |
| 1.5    Marco Teórico .....                                                               | 5   |
| 1.5.1    Bebidas hidratantes y sus componentes funcionales .....                         | 5   |
| 1.5.2    Esencia de mango .....                                                          | 6   |
| 1.5.3    Propiedades fisicoquímicas de la bebida hidratante .....                        | 8   |
| 1.5.3.1    Grados Brix .....                                                             | 8   |
| 1.5.3.2    pH .....                                                                      | 8   |
| 1.5.4    Desarrollo del proceso productivo de la bebida hidratante .....                 | 9   |
| 1.5.5    Estudio de vida útil acelerado .....                                            | 10  |
| 1.5.6    Microbiología de bebida hidratante .....                                        | 13  |
| <i>Capítulo 2</i> .....                                                                  | 15  |
| 2.1    Metodología .....                                                                 | 15  |
| 2.1.1    Ensayos preliminares de formulación .....                                       | 15  |
| 2.1.1.1    Determinación de la formulación óptima .....                                  | 16  |
| 2.1.1.2    Composición nutricional de la formulación final .....                         | 17  |
| 2.1.2    Proceso de elaboración de la bebida hidratante a base de esencia de mango ..... | 18  |

|            |                                                                       |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.3      | <i>Diseño experimental</i> .....                                      | 21 |
| 2.1.3.1    | Variable independiente .....                                          | 22 |
| 2.1.3.2    | Variables dependientes .....                                          | 23 |
| 2.1.3.3    | Tamaño de muestra y réplicas para análisis .....                      | 23 |
| 2.1.4      | <i>Estudio de estabilidad y vida útil</i> .....                       | 23 |
| 2.1.4.1    | Condiciones de almacenamiento .....                                   | 23 |
| 2.1.4.2    | Análisis fisicoquímico .....                                          | 24 |
| 2.1.4.3    | Análisis microbiológico .....                                         | 24 |
| 2.1.4.4    | Análisis sensorial .....                                              | 25 |
| 2.1.4.5    | Selección de panelistas .....                                         | 25 |
| 2.1.4.6    | Métodos de evaluación .....                                           | 25 |
| 2.1.4.7    | Estimación de la vida útil mediante pruebas aceleradas .....          | 26 |
| 2.1.5      | <i>Análisis estadístico</i> .....                                     | 27 |
| 2.1.6      | <i>Análisis de costos</i> .....                                       | 27 |
| Capítulo 3 | .....                                                                 | 29 |
| 3.1        | Formulación y caracterización inicial de la bebida hidratante .....   | 29 |
| 3.1.1      | <i>Determinación de la formulación óptima</i> .....                   | 29 |
| 3.1.2      | <i>Caracterización fisicoquímica y nutricional inicial</i> .....      | 32 |
| 3.2        | Estudio de estabilidad .....                                          | 33 |
| 3.2.1      | <i>Estabilidad fisicoquímica</i> .....                                | 33 |
| 3.2.2      | <i>Estabilidad sensorial</i> .....                                    | 34 |
| 3.2.3      | <i>Estabilidad microbiológica</i> .....                               | 36 |
| 3.3        | Estimación de tiempo de vida útil máximo .....                        | 37 |
| 3.3.1      | <i>Estabilidad acelerada de propiedades fisicoquímica</i> .....       | 37 |
| 3.3.1.1    | pH .....                                                              | 37 |
| 3.3.1.2    | Brix .....                                                            | 37 |
| 3.3.2      | <i>Estabilidad acelerada de las características sensoriales</i> ..... | 38 |

|              |                                                                           |    |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.3        | <i>Estabilidad acelerada de las características microbiológicas</i> ..... | 40 |
| 3.4          | Análisis de costos .....                                                  | 41 |
| 3.4.1        | <i>Materias primas</i> .....                                              | 41 |
| 3.4.2        | <i>Materiales de empaque</i> .....                                        | 43 |
| 3.4.3        | <i>Mano de obra</i> .....                                                 | 43 |
| 3.4.4        | <i>Energía</i> .....                                                      | 44 |
| 3.4.5        | <i>Costo total por litro</i> .....                                        | 45 |
| 3.4.6        | <i>Precio de venta vs utilidad</i> .....                                  | 46 |
| Capítulo 4   | .....                                                                     | 48 |
| 4.1          | Conclusiones .....                                                        | 48 |
| 4.2          | Recomendaciones .....                                                     | 49 |
| Bibliografía | .....                                                                     | 50 |
| Apéndice     | .....                                                                     | 57 |
| Apéndice A   | .....                                                                     | 57 |
| Apéndice B   | .....                                                                     | 58 |

## Abreviaturas

|      |                                         |
|------|-----------------------------------------|
| PIB  | Producto interno bruto                  |
| NTC  | Norma Técnica Colombiana                |
| SOP  | Procedimiento Operacional Estandarizado |
| pH   | Potencial de hidrogeno                  |
| PCC  | Punto Crítico de Control                |
| BPM  | Buenas Prácticas de Manufactura         |
| CIP  | Cleaning in Place                       |
| Tq   | Tanque de almacenamiento                |
| UFC  | Unidades Formadoras de Colonias         |
| NMP  | Número Más Probable                     |
| L    | Litros                                  |
| mL   | mililitros                              |
| kW   | Kilovatio                               |
| UV   | Ultravioleta                            |
| RTCA | Reglamento Técnico Centroamericano      |
| UI   | Unidad internacional                    |
| KJ   | Kilo Julio                              |

## Simbología

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| $\pm$  | Más menos                    |
| Log    | Logaritmo                    |
| Ln     | Logaritmo natural            |
| K      | Constante de degradación     |
| A      | Factor de frecuencia         |
| Ea     | Energía de activación        |
| R      | Constante de los gases       |
| T      | Temperatura en Kelvin        |
| C0     | Concentración inicial        |
| Ct     | Concentración en el tiempo   |
| %v/v   | Porcentaje volumen – volumen |
| %p/p   | Porcentaje peso – peso       |
| USD    | dólar estadounidense         |
| $\leq$ | Menor o igual a              |

## Índice de Figuras

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de bebida hidratante en botella PET..... | 20 |
| Figura 2. Calificación de prueba organoléptica a lo largo del tiempo.....                       | 35 |
| Figura 3. Calificación de prueba organoléptica a lo largo del tiempo (45°C).....                | 39 |
| Figura 4. Distribución porcentual del costo por litro.....                                      | 45 |

## Índice de Tablas

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Cantidad de ingredientes considerados para cada formulación.....                            | 16 |
| Tabla 2. Rango de valores de minerales por la NTC 3837.....                                          | 18 |
| Tabla 3. Parámetros físicoquímicos del jarabe simple.....                                            | 18 |
| Tabla 4. Parámetros físicoquímicos del jarabe terminado.....                                         | 19 |
| Tabla 5. Especificaciones de parámetros de control en proceso.....                                   | 21 |
| Tabla 6. Tiempos de exposición a 45 °C y su equivalencia en tiempo real por simulación.....          | 22 |
| Tabla 7. Especificaciones técnicas de la bebida hidratante.....                                      | 29 |
| Tabla 8. Promedios por criterios de las diferentes formulaciones.....                                | 31 |
| Tabla 9. Especificaciones iniciales de la formulación 222.....                                       | 32 |
| Tabla 10. Porcentajes reportados de cada mineral por el laboratorio.....                             | 32 |
| Tabla 11. Valores de pH y brix a lo largo del tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente.....   | 33 |
| Tabla 12. Valores organolépticos a lo largo del tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente..... | 34 |
| Tabla 13. Valores de parámetros microbiológicos en distintas etapas de tiempo.....                   | 36 |
| Tabla 14. Valores de vida útil máximo respecto a especificaciones.....                               | 38 |
| Tabla 15. Resultados organolépticos a lo largo del tiempo de almacenamiento a 45 °C.....             | 39 |

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 16. <i>Valores de parámetros microbiológicos en distintas etapas de tiempo condiciones aceleradas</i> ..... | 40 |
| Tabla 17. <i>Valores de insumos con precio y total para la producción del jarabe simple</i> .....                 | 41 |
| Tabla 18. <i>Valores de insumos con precio y total para la producción del jarabe terminado</i> ...                | 42 |
| Tabla 19. <i>Valores de insumos con precio y total para la producción del producto terminado</i> ..               | 43 |
| Tabla 20. <i>Costo unitario y total Material de empaque</i> .....                                                 | 43 |
| Tabla 21. <i>Costo total de mano de obra</i> .....                                                                | 44 |
| Tabla 22. <i>Consumo energético y costo mensual aproximado de la línea de producción</i> .....                    | 44 |
| Tabla 23. <i>Resumen conglomerado de costos por litros (USD)</i> .....                                            | 45 |

# Capítulo 1

## 1.1 Introducción

El mercado de las bebidas hidratantes es un sector que está en constante evolución y desarrollo dentro de la industria alimentaria, esto por su gran relevancia con la hidratación y aporte de minerales que ayudan al cuerpo humano (Sánchez, 2024). Las bebidas hidratantes se componen principalmente de carbohidratos y sales minerales para ayudar al organismo a recuperar esos componentes que se pierden por el sudor y esfuerzo físico (Zhingre Correa, 2017). Por tal motivo, se genera un interés por introducir ingredientes naturales que aporten propiedades funcionales a dichas bebidas hidratantes (Granato, y otros, 2020).

En este contexto, el mango emerge como una opción ideal al ser considerado como uno de los frutos con un alto valor nutricional, posee cantidades significativas de vitaminas, minerales, fibra, antioxidantes y carbohidratos que son capaces de brindar energía al organismo humano (Manthey & Perkins-Veazie, 2009).

Sin embargo, el principal desafío al incorporar estos ingredientes naturales es garantizar que los beneficios perduren por más tiempo. Es fundamental asegurar la estabilidad de la bebida para así mantener sus características sensoriales (sabor, color, aroma) y nutricionales (minerales) a lo largo del tiempo, sin que se alteren de forma negativa.

El presente trabajo consiste en la evaluación de una bebida hidratante a base de esencia de mango, enfocándose en su estabilidad, atractivo para el consumidor, perfil nutricional y control microbiológico, para determinar su viabilidad en el mercado. El objetivo es desarrollar una bebida que mantenga su sabor y olor estables durante un periodo prologando de almacenamiento, asegurando que sus características sensoriales sean aceptadas por los consumidores; además, debe cumplir con un perfil nutricional equilibrado que aporte

beneficios sin exceder los niveles de azúcares o calorías, así como garantizar la ausencia de peligros microbiológicos.

## **1.2 Descripción del Problema**

En el Ecuador, el sector de las bebidas aporta a la economía nacional, tanto en producción como en generación de plazas de trabajo. La industria de las bebidas es una de las más dinámicas del país, en el 2015 representó el 39% del PIB de la industria, mientras que, en el 2024 aportó 1.118 millones de dólares a la economía y representa el 3.6% de la producción de la industria manufacturera en Ecuador, según datos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas (ANFAB) (Serrano, 2024). Sin embargo, la estabilidad y calidad de estos productos a lo largo del tiempo representan un desafío constante para la industria.

Durante la fabricación de bebidas, muchos microorganismos están involucrados, y algunos son la razón para causar su deterioro. El crecimiento microbiano puede alcanzar elevados niveles que llegan a estropear las bebidas (Querol & Fleet, 2006). Estos microorganismos aprovechan los nutrientes en la bebida para desarrollarse, lo cual afecta la calidad del producto final, provocando variación en la acidez, cambios en la apariencia, olores y sabores no característicos y la presencia del micelio de hongos, los cuales son indeseables para los consumidores (Ramos Guerrero, 2015). Este deterioro conduce a importantes pérdidas económicas debido al rechazo del producto por parte de los consumidores, devoluciones y daños a la imagen de la marca, sin mencionar el riesgo potencial para la salud si el consumo ocurre en estados avanzados de descomposición, las sustancias químicas pueden provocar intoxicaciones agudas o enfermedades de larga duración (OMS, 2024). Estas pérdidas podrían mitigarse mediante la realización de estudios de vida útil confiables que establezcan periodos de caducidad basados en evidencia científica.

La vida útil se define como el periodo en el cual un producto alimenticio permanecerá estable y conservará sus características sensoriales, químicas, físicas, microbiológicas, nutricionales y funcionales deseadas durante el almacenamiento en las condiciones recomendada (SGS, 2025). Las pruebas de vida útil son fundamentales para garantizar la seguridad e integridad de las bebidas hidratantes, estos productos deben cumplir estándares de calidad y deben mantenerse seguros para el consumidor, ya que le representan un riesgo potencial; por ello, se deben elaborar productos con las medidas para mitigar estos riesgos y prevenir la contaminación (Team, 2025).

La innovación en el desarrollo de productos adquiere relevancia como una estrategia para ofrecer alternativas seguras, nutritivas y atractivas para el consumidor. Este proceso implica la generación de productos orientadas a satisfacer las exigencias del mercado en aspectos como la estética, la calidad y la inocuidad. Por lo tanto, resulta esencial fomentar el uso de ingredientes naturales, como el mango en nuevas formulaciones (Buñay Moyolema, 2018). Esta fruta representa una fuente importante de minerales como el magnesio, potasio, fósforo y sodio (Sánchez Rangel, 2014).

No obstante, existe una preocupación adicional relacionada con la carencia específica de evidencia científica respecto a los análisis sobre la vida útil de bebidas hidratantes elaborados con esencias de mango. Esta carencia de información genera incertidumbre respecto a su comportamiento físico, químico, microbiológico y sensorial durante el almacenamiento, lo que representa una barrera para su desarrollo comercial a escala industrial y puede comprometer la seguridad del consumidor si el producto no se mantiene en condiciones adecuadas durante su vida útil. Por lo tanto, se hace imperativo determinar de manera rigurosa el tiempo de vida útil de este tipo de bebidas para garantizar su éxito en el mercado y su inocuidad.

### 1.3 Justificación del Problema

El creciente interés de los consumidores por buscar opciones más saludables ha generado que exista una demanda en bebidas naturales, que, además de hidratar, aporten beneficios tanto nutricionales como sensoriales. Se estima que al menos el 76% de la población consume bebidas naturales (Terán A., 2016).

El desarrollo de una bebida hidratante a base de la esencia de mango representa una alternativa atractiva por su sabor y las propiedades organolépticas que esta fruta aporta al producto. Sin embargo, el principal desafío en el desarrollo de un nuevo producto es garantizar su estabilidad a lo largo del tiempo.

Esta investigación permitirá establecer un tiempo de vida útil confiable para el producto a desarrollar, además de aportar información valiosa para el diseño de estrategias de conservación y la contribución hacia el desarrollo de productos innovadores dentro del sector de alimentos y bebidas, aprovechando frutas tropicales como el mango. También, al priorizar el uso de ingredientes naturales y prescindir de aditivos químicos, esta investigación se alinea con la meta 3.9 del objetivo de desarrollo sostenible 3, que busca garantizar una vida sana y promover el bienestar para todas las edades, reduciendo las enfermedades y muertes causadas por productos químicos peligrosos (Pan American Health Organization, 2025).

Resolver este desafío permitirá ofrecer una alternativa segura y competitiva frente a las bebidas artificiales, mediante el desarrollo de un producto basado en ingredientes naturales. De esta manera se busca reducir el uso de aditivos artificiales en alimentos procesados que pueden incrementar el riesgo de enfermedades y amenazar la salud del consumidor (Petersen, 2025).

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 *Objetivo general*

Determinar el tiempo de vida útil de una bebida hidratante formulada a base esencia de mango, evaluando su estabilidad fisicoquímica, microbiológica, sensorial y nutricional para garantizar su aceptación en el mercado y su seguridad para los consumidores.

### 1.4.2 *Objetivos específicos*

Formular una bebida hidratante a base de esencia de mango, garantizando la composición necesaria de los ingredientes que aseguren propiedades funcionales de hidratación.

Estudiar la estabilidad de las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida hidratante a base de esencia de mango bajo diferentes condiciones de almacenamiento para establecer su tiempo de vida útil.

Determinar el perfil nutricional de la bebida hidratante a base de mango, cuantificando los niveles de los minerales presentes, asegurando que cumpla con los estándares de calidad.

## 1.5 Marco Teórico

### 1.5.1 *Bebidas hidratantes y sus componentes funcionales*

Las bebidas hidratantes son formulaciones líquidas diseñadas para reponer las pérdidas de líquidos y electrolitos del organismo, especialmente en situaciones de deshidratación leve o moderada como sudoración, actividad física o trastornos gastrointestinales (García, 2019).

Aunque en Ecuador no se cuenta con una normativa específica que regule este tipo de bebidas, se recurre a normativas internacionales como la Norma Técnica Colombiana NTC 3837, donde menciona que una bebida hidratante debe aportar agua, electrolitos, y carbohidratos de fácil absorción que ayuden a mantener el rendimiento físico (ICONTEC, 2023).

En términos de composición, estas bebidas incorporan ingredientes funcionales que parte por el agua como base principal, la cual actúa como vehículo de hidratación permitiendo la reposición de líquidos perdidos y favoreciendo el transporte de nutrientes (García, 2019).

Los electrolitos, como sodio, potasio, calcio y magnesio son sales minerales que se disuelven en agua y se disocian en iones regulando funciones vitales como la presión osmótica, la transmisión nerviosa, la contracción muscular y el equilibrio de los fluidos intra y extracelulares, favoreciendo una recuperación más rápida del organismo tras la pérdida de líquidos y minerales (Bisbal, 2024) (Díaz, Newman, Pena, & Bello, 2010).

Los carbohidratos simples, como la glucosa o la sacarosa, además de mejorar la palatabilidad del producto, proporcionan energía de rápida absorción que ayuda a mantener el rendimiento físico (Ruiz & García, 2022). Y, por último, los compuestos sensoriales, como saborizantes, colorantes, aromatizantes naturales o artificiales, o extractos vegetales, que favorecen la aceptación del producto por parte del consumidor, especialmente en bebidas funcionales, donde la percepción sensorial tiene un fuerte impacto (Hossain, et al., 2025).

La incorporación de estos ingredientes no es aleatoria, sino que responde a criterios funcionales: el agua permite la rehidratación; los electrolitos favorecen la recuperación del balance hídrico; los azúcares actúan como sustrato energético inmediato; y los saborizantes aumentan la aceptación del consumidor.

### ***1.5.2 Esencia de mango***

Por normativas como el Codex Alimentarius y el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA), una esencia se define como una preparación líquida de origen natural o artificial, compuesta principalmente por sustancias aromatizantes, disueltas en un medio líquido, cuya función es otorgar o reforzar el olor y sabor de un producto alimenticio (FAO/OMS, 2008) (RTCA, 2012). Según (EFSA, 2021), para su uso en bebidas, una esencia debe cumplir con parámetros específicos:

- Pureza del compuesto activo: hace referencia a la concentración y autenticidad del compuesto aromático principal, libre de contaminantes o residuos no deseados.
- Estabilidad en medio acuoso: indica la capacidad de la esencia de mantener su estructura química sin degradarse al ser mezclada con agua, evitando fenómenos de oxidación o separación de fases.
- Solubilidad adecuada: es fundamental para lograr una distribución homogénea en el producto, evitando la formación de sedimentos o turbidez.
- Seguridad toxicológica: garantiza que los compuestos presentes en la esencia estén dentro de los límites permitidos de ingesta diaria, basados en evaluaciones toxicológicas internacionales.

La esencia de mango es un extracto líquido concentrado obtenido a partir de la fruta *Mangifera indica*, que conserva compuestos aromáticos volátiles como el  $\beta$ -myrceno, limoneno y linalool, los cuales son responsables del aroma característico del mango (Mostafa, Wang, Zeng, & Jin, 2022). Asimismo, contiene componentes bioactivos solubles, como polifenoles y vitamina C, haciendo de la esencia de mango un ingrediente funcional y diferenciador en el diseño de bebidas saludables tanto por su aporte sensorial (aroma y sabor) como por su funcionalidad nutricional (Maldonado-Celis, et al., 2019).

El mango es también una fuente destacada de compuestos antioxidantes como carotenoides ( $\beta$ -caroteno) y flavonoides, los cuales actúan neutralizando radicales libres generados en el metabolismo celular, ayudando a prevenir procesos de oxidación celular, inflamación sistémica y envejecimiento prematuro. Además, contiene minerales esenciales como el potasio, que participa en la regulación de la presión osmótica, transmisión nerviosa y contracción muscular, propiedades alineadas con los objetivos funcionales de una bebida hidratante (Ajila, Aalami, Leelavathi, & Rao, 2010).

Estudios recientes indican que el uso de extractos de frutas tropicales como el mango en bebidas hidratantes ha demostrado mejorar significativamente la aceptabilidad sensorial, valor nutricional y el perfil antioxidante del producto final (Kumari, Tripathi, Nandan, Tripathi, & Agarwal, 2025). Por tanto, la inclusión de la esencia de mango puede mejorar la estabilidad del producto al reducir el riesgo de oxidación del color y sabor durante el almacenamiento; ofrece un valor nutricional y funcional al consumidor, al contribuir en la protección celular y recuperación fisiológica post-esfuerzo, y aporta un aroma y sabor característico diferenciando al producto por su perfil tropical y atractivo para el consumidor.

### ***1.5.3 Propiedades fisicoquímicas de la bebida hidratante***

Debido a que la bebida hidratante es un producto perecible, es necesario conocer su estabilidad, entendida como la capacidad del producto para mantener sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas durante el periodo de almacenamiento previsto. De esta manera garantizar al consumidor un producto además de nutricional, de buena calidad (Morales & Chóez Alcívar, ESPOL, 2011). Por ello, se deben evaluar distintos parámetros que permiten establecer su vida útil, tales como:

**1.5.3.1 Grados Brix.** La medición del grado Brix determina el contenido de sacarosa pura en las muestras. La unidad Brix se utiliza para medir el contenido de azúcar en sustancias como los refrescos, los zumos de naranja y los concentrados. El grado Brix se representa mediante la ecuación 1.1 (METTLER TOLEDO, 2025).

$$1 \text{ grado } ^\circ\text{Brix} = \frac{1 \text{ g de sacarosa}}{100 \text{ g de solución}} \quad (1.1)$$

**1.5.3.2 pH.** Las siglas de pH son el potencial de hidrógeno que expresa la concentración de iones de hidrógeno en una disolución. En la industria alimentaria es indispensable garantizar que los alimentos y bebidas estén dentro de la escala

correcta para su clase, donde su consumo sea seguro, sin riesgos de contaminantes. Según estudios técnicos, las bebidas hidratantes deben presentar un pH en el rango de 3.0 a 4.5, lo que favorece la acción de los conservantes y reduce el riesgo de proliferación microbiana (Díaz, Newman, Pena, & Bello, 2010) (Pochetca Colombia, 2024). Un acidulante comúnmente utilizado en las bebidas hidratantes es el ácido cítrico, este incrementa la eficacia de los conservantes antimicrobianos, realza el sabor y controla el pH (Pochetca Colombia, 2024).

#### ***1.5.4 Desarrollo del proceso productivo de la bebida hidratante***

La elaboración de una bebida hidratante requiere un flujo de operaciones que garanticen la calidad fisicoquímica, organoléptica y microbiológica del producto final, desde la recepción de insumos hasta la entrega del producto terminado al almacén de distribución.

Este proceso integral de producción inicia con la recepción de insumos, tanto para la formulación de jarabe simple y jarabe terminado, como la recepción de material de empaque. Las cantidades de los insumos son pedidos de acuerdo con lo planificado para producir (Manfredi & Vignali, 2015).

La primera etapa de formulación comprende la elaboración del jarabe simple, donde se mezcla agua tratada con azúcar, ácido fosfórico, carbón activado y tierra diatomea, esta mezcla se agita por un tiempo aproximado de 30 minutos para luego pasar por un tratamiento térmico a  $85 \pm 5$  °C, seguido de una filtración por placas para remover las partículas de carbón activado y tierra diatomea, para luego disminuir su temperatura hasta los  $30 \pm 5$  °C. El jarabe simple debe alcanzar un °Brix de 60–62 y un pH entre 5–6 y Color Incusa  $\leq 45$  UI (Mudoga, Yucel, & Kincal, 2008).

Posteriormente se desarrolla el jarabe terminado, adicionando al jarabe simple ingredientes como esencias, emulsiones y aditivos siguiendo el procedimiento establecido para

la elaboración denominado SOP (Procedimiento Operacional Estandarizado). Esta mezcla es nuevamente agitada y controlada bajo parámetros de °Brix, pH y evaluación sensorial, según el sabor específico (Piorkowski & McClements, 2014).

El jarabe terminado es enviado hacia la línea de producción para continuar con la etapa de dosificación donde mediante el sistema Flomix, el jarabe terminado se mezcla con agua en proporciones específicas en base a la información detallada en el SOP según el sabor específico. Una vez dosificada, el producto final pasa por pasteurización, a una temperatura de 85 °C, para asegurar la reducción de carga microbiana (Tetra Pak, 2025).

Inmediatamente, se realiza el llenado en botellas PET, mediante el mecanismo que posee la taza de llenado. La posición de la boquilla en relación con la altura de la botella controla el nivel de llenado. El rango de control para el contenido neto está basado en el formato y no deben de exceder el  $\pm 1\%$  en mililitros de su presentación original, por ejemplo, en 475ml  $\pm 4.75$ ml. El proceso continúa con el capsulado donde las tapas mediante una estrella son transferidas al cabezal roscador que al girar coloca la tapa en la botella produciendo el torque de ajuste para el capsulado que debe estar entre 7 – 15 pulg. Lbs (Ilhan, Turan, Gibson, & Klooster, 2021).

Las botellas son ingresadas al túnel de enfriamiento el cual tiene como objetivo reducir la temperatura de la botella para que se genere un vacío y así conservar el producto. La temperatura de salida del túnel no puede excederse de 45 °C. Luego, la botella es etiquetada, codificada y empacada.

### ***1.5.5 Estudio de vida útil acelerado***

El estudio de vida útil acelerado es una metodología ampliamente utilizada en la industria alimentaria para estimar la fecha de caducidad de un producto en menor tiempo. La técnica consiste en simular las condiciones de almacenamiento real mediante entornos

controlados como temperaturas elevadas, lo que incrementa la velocidad de las reacciones de degradación química, fisicoquímica o microbiológica (Ntzimani, et al., 2025).

Los modelos matemáticos de vida útil acelerado aplicados a bebidas hidratantes permiten describir y predecir el comportamiento de ciertos parámetros como la degradación sensorial o el crecimiento microbiano a lo largo del tiempo. Estos modelos se dividen en modelos primarios y modelos secundarios. Los modelos primarios describen como varía una propiedad en el tiempo, mientras que los modelos secundarios explican la variación de la velocidad de deterioro en función de la temperatura (Ramírez Barrera, 2011).

El modelo de Weibull es un modelo primario que se suele emplear en el estudio de vida útil de bebidas hidratantes para describir procesos de degradación no lineales y asimétricos. En un estudio realizado por (Ramírez-Sucre, 2020), se aplicó este modelo para predecir la pérdida de vitamina C y actividad antioxidante en una bebida hidratante a base de frutas tropicales. Su ecuación general (1.2) permite estimar el tiempo de vida útil con base en los parámetros de rapidez ( $b$ ) y forma de deterioro ( $n$ ) dependientes de la temperatura ( $T$ ) (Boekel, 2008).

$$\frac{C(t)}{C_0} = e^{-b(T)t^{n(T)}} \quad (1.2)$$

Otro enfoque primario es el uso de modelos cinéticos clásicos de orden 0 y orden 1. El modelo de orden cero asume una degradación lineal en el tiempo, mediante las ecuaciones (1.3) y (1.4).

$$\text{Formación: } C = C_0 + kt \quad (1.3)$$

$$\text{Degradación: } C = C_0 - kt \quad (1.4)$$

Mientras que el modelo de orden 1 se usa cuando la velocidad de degradación es proporcional a la concentración del compuesto, mediante las ecuaciones (1.5) y (1.6).

$$\text{Formación: } \log \frac{C}{C_0} = kt \quad (1.5)$$

$$\text{Degradación: } \log \frac{C}{C_0} = -kt \quad (1.6)$$

En el estudio de (Ruiz, Roux, Courtois, & Bonazzi, 2018), se aplicaron modelos de orden 0 y orden 1 para analizar la degradación del ácido ascórbico y la evolución del pH en una bebida funcional elaborada a base de fruta tropical. El modelo de orden 1 mostró mejor ajuste para la degradación del ácido ascórbico, confirmando que la pérdida del compuesto era proporcional a su concentración inicial, mientras que el modelo de orden 0 fue útil para describir el descenso lineal del pH con el tiempo. Estos modelos permitieron calcular las constantes cinéticas y proyectar la vida útil bajo condiciones de almacenamiento real y acelerado.

En los modelos secundarios, el más empleado es el modelo de Arrhenius, el cual relaciona la velocidad de deterioro ( $k$ ) con la temperatura absoluta mediante la ecuación (1.7).

$$\ln(k) = \ln(A) - \frac{E_a}{RT} \quad (1.7)$$

Al graficar  $\ln(k)$  frente a  $\frac{1}{T}$ , se obtiene una pendiente para predecir la vida útil bajo distintas condiciones térmicas. Este modelo ha sido aplicado en bebidas hidratantes para predecir la degradación del color y pérdida de acidez durante almacenamiento acelerado, como se evidencia en el estudio de (Choosuk, Meesuk, Renumarn, Phungamngoen, & Jakkranuhwat, 2022) donde se determinó la energía de activación ( $E_a$ ) asociada a cambios de pH y °Brix en función de la temperatura. Una forma simplificada del modelo de Arrhenius es el modelo  $Q_{10}$  (1.8), que estima cuánto se incrementa la velocidad de deterioro por cada 10 °C de aumento de temperatura, ideal cuando se requiere una estimación rápida sin necesidad de conocer  $E_a$ .

$$\ln Q_{10} = \frac{E_A}{R} \left[ \frac{10}{T(T+10)} \right] \quad (1.8)$$

Otro modelo secundario alternativo es el modelo log-logístico que permite relacionar la constante de velocidad de deterioro  $k(T)$  con la temperatura, incorporando parámetros de curvatura ( $c$ ) y temperatura crítica ( $T_c$ ) como se expresa en la ecuación (1.9).

$$k(T) = \log(1 + \exp[c(T - T_c)]) \quad (1.9)$$

Este último modelo según (Lago et al., 2021) ha sido aplicado en bebidas hidratantes con ingredientes naturales, para estudiar la liberación controlada de compuestos o la pérdida progresiva de atributos sensoriales.

El uso combinado de estos modelos permite prever alteraciones en el perfil sensorial y riesgos de proliferación microbiana. Además, permite no solo optimizar los tiempos de evaluación, sino también proyectar la vida útil de la bebida hidratante y validar la estabilidad global del producto bajo condiciones críticas, asegurando su calidad durante el almacenamiento y distribución.

#### **1.5.6 Microbiología de bebida hidratante**

El análisis microbiológico es un aspecto importante para la evaluación de la inocuidad y tiempo de vida útil de las bebidas hidratantes. El desarrollo de microorganismos durante el tiempo de vida en anaquel puede producir cambios en las características organolépticas, así como también comprometer la inocuidad de las bebidas; representando un riesgo potencial para el consumidor.

El crecimiento de microorganismos depende de múltiples factores, entre ellos el pH, temperatura de almacenamiento, temperatura de proceso, nivel de oxígeno en el envase y la higiene del proceso (James M. Jay, 2020). Dentro de los grupos de microorganismos que afectan este tipo de bebidas encontramos a las levaduras, mohos, bacterias ácido – lácticas y en menor frecuencia bacterias patógenas. Las levaduras provocan fermentaciones no deseadas, generando turbidez, olor y sabor desagradables. Los mohos, requieren oxígeno para colonizar por lo que si el envase no está bien sellado se generarán alteraciones visuales como manchas superficiales. Las bacterias ácido – lácticas, como *Lactobacillus* spp. y *Leuconostoc* spp., pueden acidificar el producto alterando su sabor y pH. Aunque en menor grado, también existe riesgo de contaminación de bacterias patógenas como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. o *Staphylococcus aureus*, ya que pueden colonizar en la bebida si existió una deficiente

higienización de equipos o materias primas (Delgado, 2017) (INEN, 2013). Por ello, la implementación de medidas de control microbiológico es esencial para garantizar la estabilidad del producto durante toda su vida útil.

Para evaluar la calidad microbiológica del producto, se emplean métodos como el recuento de microorganismos mediante filtración por membrana y el uso de medios de cultivo rápidos como placas Petrifilm™ (INEN, 2013), los cuales permiten identificar y cuantificar el crecimiento de mesófilos, y mohos y levaduras. Estas pruebas permiten detectar cambios progresivos a lo largo del almacenamiento.

## Capítulo 2

### 2.1 Metodología

#### 2.1.1 *Ensayos preliminares de formulación*

Para la formulación de la bebida, inicialmente se llevó a cabo un análisis comparativo de bebidas hidratantes disponibles en el mercado con otros sabores, con la finalidad de identificar perfiles sensoriales e ingredientes que sirvieran como referencia para el desarrollo de la nueva bebida.

Fueron considerados aspectos regulatorios para la formulación de la bebida, dado que en el país no existe una normativa específica para bebidas hidratantes se recurrió a la revisión de regulaciones internacionales, por lo cual se seleccionó como marco de referencia la Norma Técnica Colombiana 3837 sobre bebidas no alcohólicas (ICONTEC, 2023).

Para efectos de la investigación se definieron 4 muestras experimentales diferentes 456, 333, 120, 222 donde se evaluó el equilibrio de sabores en la bebida hidratante a base de esencia de mango.

Dichas formulaciones se diseñaron considerando proporciones variables de los ingredientes y que el volumen total sea de 2485 L aproximadamente, buscando ajustar las características funcionales y sensoriales esperadas, en base a la aceptación de los panelistas no entrenados.

En la Tabla 1 se detallan las 4 formulaciones preliminares obtenidas, donde las partes son las uniones de ciertos insumos para así facilitar la preparación.

**Tabla 1***Cantidad de ingredientes considerados para cada formulación*

| Ingredientes                 | Cantidad               |                        |                        |                        |
|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                              | <i>Formulación 456</i> | <i>Formulación 333</i> | <i>Formulación 120</i> | <i>Formulación 222</i> |
| Parte 1 (kg)                 | 26,0                   | 25,0                   | 26,5                   | 25,65                  |
| Parte 2 (kg)                 | 3,20                   | 3,7                    | 3,0                    | 3,5                    |
| Parte 3 (kg)                 | 24,0                   | 22,5                   | 23,0                   | 23,26                  |
| Citrato de sodio (kg)        | 12,0                   | 12,3                   | 12,5                   | 12,5                   |
| Cloruro de sodio (kg)        | 12,8                   | 12,0                   | 13,0                   | 12,5                   |
| Ácido cítrico (kg)           | 61,0                   | 63,0                   | 62,0                   | 62,5                   |
| Dextrosa (kg)                | 140,0                  | 130,0                  | 133,0                  | 135,5                  |
| Sucralosa (kg)               | 1,0                    | 1,2                    | 1,1                    | 1,1                    |
| Jarabe Simple<br>(Azúcar, L) | 1050,0                 | 1035,0                 | 1040,0                 | 1032,3                 |
| Agua tratada (L)             | 1250,0                 | 1275,0                 | 1260,0                 | 1270,0                 |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

La elección de la esencia de mango como ingrediente diferenciador de la bebida se justificó por su perfil sensorial ampliamente aceptado, su asociación cultural como fruta tropical refrescante y su disponibilidad en el mercado nacional.

El mango aportó sabor y aroma agradables, además de facilitar el desarrollo de una propuesta innovadora frente a otros sabores tradicionales de bebidas hidratantes, generando así un mayor atractivo para el consumidor (Yahia, Ornelas-Paz, Brecht, García-Solís, & Celis, 2023).

#### **2.1.1.1 Determinación de la formulación óptima**

Mediante pruebas de evaluación sensorial se determinó la formulación óptima de la bebida hidratante con la cual se realizaron los estudios posteriores. Este análisis se llevó a cabo mediante pruebas sensoriales afectivas con escala hedónica de 10 puntos, aplicadas a 15 panelistas no entrenados, con el propósito de medir el grado de aceptación de la bebida.

La ficha de evaluación sensorial utilizada se detalla en el Apéndice A. Las muestras fueron presentadas en orden aleatorio a cada panelista, a quienes se les solicitó evaluar cada muestra en cuanto a su sabor, dulzor, color, olor y aceptabilidad.

Se consideró que la formulación óptima fue aquella muestra que presentó los valores promedios más altos en cuanto a la evaluación de las características, dando prioridad a la aceptación general del producto.

### **2.1.1.2 Composición nutricional de la formulación final**

El análisis del perfil nutricional, con énfasis en el contenido mineral, es fundamental para garantizar que la bebida cumpla con la función de hidratar y reponer electrolitos. La presencia de sodio y potasio en niveles adecuados asegura la calidad y efectividad del producto.

Para determinar la cantidad de sodio y potasio en la fórmula final se procedió a enviar una muestra representativa al laboratorio Bureau Veritas, ubicado en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Este laboratorio cuenta con acreditaciones y experiencia en análisis físicoquímicos de alimentos y bebidas. El análisis realizado por este laboratorio se basa en espectrofotometría de absorción atómica bajo la norma ISO 17025:2017.

Posterior al resultado obtenido por el laboratorio se procedió a realizar el cálculo de los meq/L de los dos minerales contenidos en la bebida. Para ello, se considera porciones de 240mL, el valor obtenido del laboratorio externo se divide para la porción mencionada y se procede a convertir a L, usando el peso atómico y valencia de cada mineral se obtiene el meq/L.

Sodio

$$\frac{100 \text{ mg}}{240 \text{ mL}} * 1000L = \frac{416.7 \frac{\text{mg}}{L}}{23 \text{ mg/meq}} = 18.12 \text{ meq/L} \quad (2.1)$$

Potasio

$$\frac{30 \text{ mg}}{240 \text{ mL}} * 1000L = \frac{125 \frac{\text{mg}}{L}}{39.1 \text{ mg/meq}} = 3.20 \text{ meq/L} \quad (2.2)$$

Finalmente, el valor obtenido de cada mineral se comparó con lo establecido en la NTC 3837 (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Rango de valores de minerales por la NTC 3837*

| Mineral | Rango establecido |
|---------|-------------------|
| Sodio   | 10 – 20 meq/L     |
| Potasio | 2.5 – 5 meq/L     |

*Nota.* Norma Técnica Colombiana NTC 3837: bebidas hidratantes y energéticas.

### **2.1.2 Proceso de elaboración de la bebida hidratante a base de esencia de mango**

Para la obtención de la bebida hidratante se siguieron las etapas que se describen a continuación y se muestran en la Figura 1.

**Elaboración de jarabe simple.** En un tanque de acero inoxidable se añadieron azúcar, ácido fosfórico, tierra diatomea y carbón activado y se agitó por 30 minutos. Posteriormente, se realizó la operación de cocción del jarabe simple mediante su paso a través de un intercambiador de calor a una temperatura de 75 °C, aproximadamente por 45 minutos; el jarabe simple se filtró para eliminar todas las partículas de tierra diatomea y carbón activado. Finalmente, el jarabe simple se enfrió hasta los  $30 \pm 5$  °C y se almacenó en un tanque luego de verificar el cumplimiento de los parámetros indicados en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Parámetros fisicoquímicos del jarabe simple*

|                                |                          |               |
|--------------------------------|--------------------------|---------------|
|                                | Sólidos solubles a 20 °C | 60 – 62 °Brix |
| Características fisicoquímicas | pH                       | 5 - 6         |
|                                | Color Incusa             | ≤ 45 UI       |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

**Elaboración de jarabe terminado.** En un tanque de almacenamiento se integró el jarabe simple con los demás ingredientes de la formulación. Se mantuvo en agitación durante 15 minutos para homogenizar la mezcla. Posteriormente, se controlaron las variables fisicoquímicas y variables organolépticas indicados en la Tabla 4. Una vez se obtuvo el jarabe terminado fue enviado al sistema de dosificación en la línea de producción. De forma paralela se realizó el proceso de soplado de botellas PET.

**Tabla 4**

*Parámetros fisicoquímicos del jarabe terminado*

|                                | Sólidos solubles a 20 °C | 40 - 42 °Brix  |
|--------------------------------|--------------------------|----------------|
| Características fisicoquímicas | pH                       | 4 - 5          |
|                                | Organoléptico            | Característico |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

**Dosificado.** En el sistema de Flomix de la línea de producción se realizó una mezcla de agua con jarabe terminado mediante un controlador de flujo, las partes de jarabe y agua para la dosificación fueron con base en la información de los sólidos solubles descritos en la especificación técnica de la bebida hidratante a base de esencia de mango ( $4,30 \pm 0,10$ ).

**Pasteurizado, llenado y capsulado.** La bebida pasó por un proceso térmico de pasteurización para reducir la presencia de agentes patógenos, manteniendo temperaturas de 85 °C, con un tiempo de retención de 22 segundos. Una vez se alcanzó la temperatura la bebida ingresó a la taza de llenado, la cual mediante un mecanismo de gravedad llenó la botella y posteriormente la cerró herméticamente mediante un capsulador que produce el torque para asegurar el cierre.

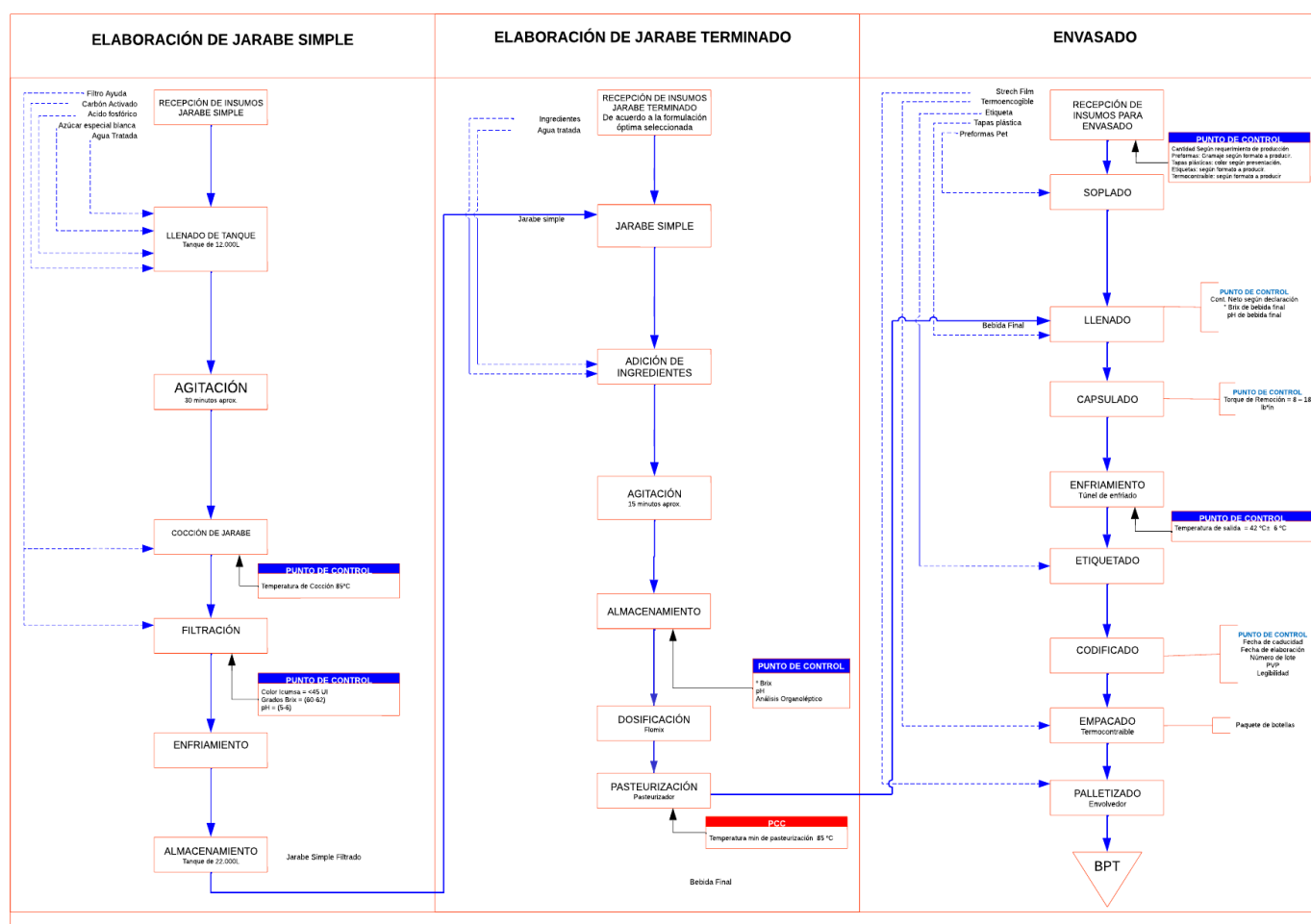
**Túnel de enfriamiento.** Las botellas se transportaron a través de un túnel de enfriamiento con el objetivo de disminuir gradualmente la temperatura de la bebida, generando

vacío en el interior del envase para mantener la calidad. La bebida no superó los 45 °C al finalizar esta etapa.

**Etiquetado y empaçado.** Las botellas fueron etiquetadas, codificadas y empaçadas en fundas termo encogibles.

**Figura 1**

*Diagrama de flujo del proceso de elaboración de bebida hidratante en botella PET*



**Nota.** La figura muestra la secuencia de operaciones necesarias para la elaboración y envasado de una bebida hidratante en envase PET.

Durante la producción, se implementaron controles de calidad en proceso con el objetivo de asegurar que el producto cumpliera con los parámetros establecidos, permitiendo la identificación y corrección inmediata de cualquier desviación. Esto garantizó la estabilidad

físicoquímica e inocuidad del producto. Se realizaron mediciones de forma sistemática cada hora y en línea de la temperatura de pasteurización, temperatura de envasado, sólidos solubles (°Brix) y pH. Los límites de aceptación definidos para cada parámetro se muestran en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Especificaciones de parámetros de control en proceso*

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| Temperatura de pasteurización | 85 – 95 °C  |
| Temperatura de envasado       | 82 – 85 °C  |
| Sólidos solubles a 20 °C      | 4,30 ± 0,10 |
| pH                            | 3,15 ± 0,05 |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

Cualquier valor fuera de rango activaba acciones correctivas inmediatas para restablecer las condiciones óptimas de producción.

La calidad e inocuidad en la producción de la bebida hidratante dependieron del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Durante la producción se mantuvo un ambiente óptimo mediante la implementación de los procedimientos de BPM tanto en la higiene del personal como en la limpieza y desinfección de la línea de producción. La línea de producción fue liberada para su uso únicamente después de verificar el cumplimiento total de las condiciones de limpieza. Este sistema aseguró un ambiente higiénico óptimo, minimizando riesgos de contaminación y contribuyendo a la fabricación de un producto seguro y de alta calidad. Además, las instalaciones en las que se elaboró el producto cuentan con certificaciones FSSC 22k V6.0 en todos los productos y BPM.

### **2.1.3 Diseño experimental**

Se realizó un diseño experimental longitudinal, ya que este tipo de diseño implica más

de dos mediciones a lo largo de un seguimiento (Delgado Rodríguez & Llorca Díaz , 2004). Se consideró la formulación de la bebida óptima y con una muestra inicial (día 0) almacenada en condiciones controladas, se fueron evaluando las mismas unidades (mismo lote de producción) considerando los cambios en sus propiedades fisicoquímicas, microbiologías y sensoriales a lo largo del tiempo de almacenamiento.

**2.1.3.1 Variable independiente.** Esta variable es la que puede ser manipulada o controlada para observar su efecto sobre las otras variables. Para el estudio se consideró el tiempo de almacenamiento como la variable independiente. Los niveles de esta variable para el estudio de estabilidad fueron: 0 días, 15 días, 30 días, 45 días, 60 días, 90 días, 120 días y 150 días. Los niveles de esta variable para el estudio de vida útil acelerada fueron los detallados en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Tiempos de exposición a 45 °C y su equivalencia en tiempo real por simulación*

| Tiempo de exposición a 45 °C | Tiempo de simulación |
|------------------------------|----------------------|
| 2 horas                      | 1 día                |
| 10 horas                     | 5 días               |
| 20 horas                     | 10 días              |
| 1 día                        | 12 días              |
| 1 día 6 horas                | 15 días              |
| 3 días                       | 1 mes                |
| 4 días                       | 1 mes 15 días        |
| 5 días                       | 2 meses              |
| 6 días 6 horas               | 2 meses 15 días      |
| 7 días 18 horas              | 3 meses              |
| 9 días                       | 3 meses 15 días      |
| 10 días                      | 4 meses              |
| 15 días                      | 6 meses              |

*Nota.* Elaborado por el departamento de I+D AJE GLOBAL.

**2.1.3.2 Variables dependientes.** Estas variables son las que se miden para evaluar el efecto de la independiente, para este estudio se consideraron los parámetros:

*Fisicoquímicas.* pH y grados brix.

*Microbiológico.* Mesófilos aeróbicos, mohos y levaduras, y coliformes totales.

*Sensoriales.* Aceptabilidad, sabor, aroma, color y dulzor.

**2.1.3.3 Tamaño de muestra y réplicas para análisis.** Se realizó una formulación única para todo el estudio, obteniendo un solo lote de producción de 4800L. De dicho lote en estudio cada botella de 1L, constituyó una unidad experimental independiente. Para los análisis fisicoquímicos se realizaron tres réplicas (n=3), con una réplica experimental, se mide tres botellas distintas del mismo lote, por tiempo de almacenamiento. Para el análisis microbiológico se realizaron dos réplicas (n=2) durante cada mes del periodo de almacenamiento. Para los análisis sensoriales, el tamaño de la muestra fue de n=10 panelistas no entrenados por tiempo de almacenamiento evaluado, los cuales fueron reclutados bajo el criterio de consumidores habituales de bebidas hidratantes.

#### **2.1.4 Estudio de estabilidad y vida útil**

**2.1.4.1 Condiciones de almacenamiento.** La bebida fue almacenada en envases tipo PET. Para el estudio de estabilidad fue almacenado en condiciones estándar de temperatura ambiente (20–25 °C) y sin exposición directa a la luz solar, replicando las condiciones normales de comercialización. Con el objetivo de predecir la vida útil mediante modelos de degradación acelerada, las muestras fueron almacenadas a temperaturas elevadas (45 °C), sin exposición a la luz y en ambos casos en condiciones de humedad relativa.

#### **2.1.4.2 Análisis físicoquímico.**

- *pH*: Se determinó mediante un potenciómetro digital de mesa (modelo S220, Mettler Toledo, Suiza) previamente calibrado con soluciones buffer 4,0 y 7,0. La medición se realizó a 20 °C, siguiendo el método AOAC 981.12.
- ° *Brix*: Se midió mediante un medidor de sólidos disueltos (RX 5000, Anton Parr, España) de alcance 0 a 75 °Brix calibrado con agua destilada (0 °Brix). La medición se realizó a 20 °C, de acuerdo con la metodología AOAC 932.12.

**2.1.4.3 Análisis microbiológico.** Se consideró fundamental evaluar la carga microbiana del producto terminado para confirmar su inocuidad. Para ello se planificó el análisis de recuento de mesófilos aerobios, coliformes totales, mohos y levaduras. La frecuencia de muestreo microbiológico fue mensual. Todos los análisis se realizaron por duplicado (n=2) bajo estrictas condiciones de esterilidad siguiendo las buenas prácticas microbiológicas.

Recuento de mesófilos aerobios: Se realizó mediante la técnica de Petrifilm™ (3M) para recuento de aerobios. Se sembró 1 mL de la dilución apropiada en las placas, las cuales fueron incubadas a  $35 \pm 1^\circ\text{C}$  durante  $48 \pm 3$  h. Posteriormente, se contaron todas las colonias observadas y los resultados se expresaron como UFC/mL.

Detección y recuento de coliformes: Se utilizaron placas Petrifilm™ (3M) para coliformes totales. Se sembró 1 mL de la dilución apropiada en las placas. Las placas fueron incubadas a  $35 \pm 1^\circ\text{C}$  durante  $48 \pm 2$  h. Las colonias de coliformes se identificaron por su color rojo asociado a la producción de gas (burbujas o cavidades en el gel). Los resultados se expresaron como UFC/mL.

Recuento de mohos y levaduras: Se utilizaron placas Petrifilm™ (3M) para mohos y levaduras. Se sembró 1 mL de la dilución apropiada en las placas, las cuales fueron incubadas

a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 3 a 5 días. Posteriormente, se contaron todas las colonias observadas y los resultados se expresaron como UFC/mL.

**2.1.4.4 *Análisis sensorial.*** Se evaluaron los cambios en los atributos organolépticos (sabor, dulzor, olor y color) y en la aceptabilidad del producto a lo largo del tiempo de almacenamiento. Las sesiones de evaluación sensorial se realizaron cada 15 días durante los primeros dos meses, y posteriormente cada 30 días hasta los 5 meses, mediante pruebas hedónicas.

**2.1.4.5 *Selección de panelistas.*** Se reclutaron 15 panelistas no entrenados (8 mujeres y 7 hombres, de entre 25 y 37 años), constituidos por trabajadores y conocedores de las bebidas hidratantes. La selección fue aleatoria y considerando que no presentasen alergias ni restricciones alimentarias, que tuvieran disponibilidad y disposición de participar, y que no presentasen alteraciones sensoriales.

**2.1.4.6 *Métodos de evaluación.*** Se aplicó una prueba afectiva de aceptación utilizando una escala hedónica de 9 puntos, siendo un 10 “me gusta muchísimo, 5 “ni me gusta ni me disgusta” y 1 “me disgusta muchísimo”. Esta escala permitió determinar el nivel de aceptación de los panelistas en cuanto a los atributos de sabor, dulzor, olor y color, así como aceptabilidad general. Las muestras fueron codificadas con números aleatorios de tres dígitos y presentadas de forma monódica.

*Ficha de recolección de datos.* Se usó una ficha elaborada en Google Forms donde cada panelista registró su puntuación para cada atributo en la escala mencionada previamente. En el Apéndice B se muestra el formato utilizado. La ficha fue explicada previamente para que pueda ser comprendida por los panelistas.

*Procedimiento.* Se sirvieron aproximadamente 30 mL de la bebida en vasos transparentes desechables a  $25 \pm 3$  °C. Se proporcionó agua potable para enjuagar el paladar.

**2.1.4.7 Estimación de la vida útil mediante pruebas aceleradas.** Para determinar la vida útil de la bebida hidratante en un tiempo razonable se implementó una metodología de prueba acelerada de estabilidad. Esta prueba se fundamentó en reacciones de oxidación del producto, mediante el aumento de la temperatura para verificar cambios de color, pérdida de aroma y crecimiento microbiano.

Para evaluar las condiciones se utilizó la ecuación de Arrhenius (2.4).

$$k = A . e^{(-\frac{Ea}{RT})} \quad (2.3)$$

Donde:

k = constante de degradación

A = factor de frecuencia

Ea = energía de activación (KJ/mol)

R = constante de los gases (8.314 J/mol. K)

T = temperatura en Kelvin

Con la obtención de la constante de degradación (k) se pudo estimar la vida útil basándonos en los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales analizados. (2.1.6.3); El indicador en este punto fue que el parámetro no debía disminuir más del 30%, aplicando la ecuación de la cinética de degradación de primer grado indicada a continuación:

$$Ct = C0 - k * t \quad (2.4)$$

Donde:

Ct = valor de parámetro en el tiempo t.

C0 = es el valor inicial del parámetro en t = día 0.

k = constante de degradación calculada con la fórmula 2.1.

t = tiempo transcurrido.

#### **2.1.5 *Análisis estadístico***

El análisis de los datos obtenidos de los estudios fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales se realizó mediante el uso del software estadístico Minitab, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  (valor  $p < 0.05$ ).

Para evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento (variable independiente) sobre cada variable dependiente (pH, °Brix y UFC/mL), se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía. En caso de encontrar diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en el ANOVA, se procedió con una prueba post-hoc de Tukey para identificar entre qué tiempos de almacenamiento específicos existieron dichas diferencias.

Para los resultados de la evaluación sensorial se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (equivalente al ANOVA para datos no paramétricos), seguido de una prueba de Dunn con corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples, con el fin de identificar diferencias significativas en los atributos entre los distintos tiempos de almacenamiento.

La vida útil final del producto se determinó mediante la integración de los datos de los tres parámetros analizados (fisicoquímico, microbiológico y sensorial), identificando el tiempo de almacenamiento en el cual se supere primero cualquier límite crítico establecido. El tiempo de vida útil se reportó como el valor más conservador derivado de estos criterios.

La visualización de los datos (gráficas de evolución de parámetros) se generó a través de Microsoft Excel.

#### **2.1.6 *Análisis de costos***

Dentro de los componentes a considerar para el costo por litro del producto se consideró el costo de materia prima, material de empaque, mano de obra y energía. Para el análisis de

costos se consideró una producción mensual de 100000 L para lo cual se necesitó preparar 2485 L de jarabe terminado.

Para el cálculo del costo de materia prima se consideró lo relacionado a las tres etapas fundamentales asociadas con la concentración y mezcla del producto: la preparación de jarabe simple (62 °Brix), los insumos para el jarabe terminado (34 °Brix) y el producto terminado (4.38 °Brix).

Para el material de empaque se consideraron los insumos utilizados para una unidad de venta, lo cual correspondió a la botella de 1 L, la tapa, la etiqueta y el termo encogible.

Para mano de obra se estableció una línea de producción con 10 operadores con un promedio de \$500 mensual más beneficios de ley.

Para el costo de energía, la línea de producción para la bebida hidratante emplea una serie de equipos industriales automatizados, entre ellos una llenadora de 30 válvulas, intercambiador de calor para la pasteurización, etiquetadora automática, túnel de enfriamiento, sistema de termo encogible, compresores de aire y vapor, y equipos auxiliares como bombas, iluminación y sistema de agitación. Se tomó en cuenta el consumo energético de estos equipos para la producción mensual del producto.

Finalmente, se calculó el porcentaje de utilidad bruta considerando un PVP de 1 USD/L.

## Capítulo 3

### 3.1 Formulación y caracterización inicial de la bebida hidratante

#### 3.1.1 Determinación de la formulación óptima

El desarrollo de una bebida hidratante a base de esencia de mango tuvo como objetivo proponer un nuevo producto innovador para el mercado nacional, con un sabor tropical orientado a calmar la sed y reemplazar el agua y los electrolitos perdidos durante el ejercicio físico, para mantener el equilibrio metabólico y suministrar fuentes de energía de fácil absorción y metabolismo rápido (ICONTEC, 2023).

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas propuestas para la bebida hidratante:

**Tabla 7**

*Especificaciones técnicas de la bebida hidratante*

|                             |                                                                                         |             |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Composición                 | Agua Tratada                                                                            |             |
|                             | Azúcar                                                                                  |             |
|                             | Dextrosa                                                                                |             |
|                             | Ácido cítrico                                                                           |             |
|                             | Sabor Mango natural idéntico                                                            |             |
|                             | Citrato Trisódico                                                                       |             |
|                             | Cloruro de Sodio                                                                        |             |
|                             | Fosfato Diácido de Potasio                                                              |             |
|                             | Sucralosa                                                                               |             |
|                             | Acesulfame de potasio                                                                   |             |
|                             | Amarillo ocazo FCF                                                                      |             |
| Características sensoriales | Tartrazina                                                                              |             |
|                             | Sabor, color y olor característicos, buena apariencia y no presente partículas extrañas |             |
| Sólidos solubles a 20 °C    |                                                                                         | 4,30 ± 0,10 |

|                                                  |                                                                  |                 |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                                  | pH                                                               | 3,15 ± 0,05     |
|                                                  | Acidez Total (expresado en % Ácido Cítrico)                      | 0,2200 – 0,2400 |
| Características fisicoquímicas y microbiológicas | Densidad                                                         | 1,0150 ± 0,0010 |
|                                                  | Mohos                                                            | Máx. 1 UFC/mL   |
|                                                  | Levaduras                                                        | Máx. 1 UFC/mL   |
|                                                  | Aerobios mesófilos                                               | Máx. 10 UFC/mL  |
|                                                  | Coliformes                                                       | < 3 UFC/mL      |
| Envase exterior                                  | PET No Retornable                                                |                 |
| Condiciones de manejo y conservación             | Protegido de la luz solar y alejado de cualquier fuente de calor |                 |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

Se planteó una bebida cuya base fue agua tratada como vehículo principal, junto con carbohidratos simples (dextrosa y azúcar) que aportarán energía de rápida absorción, además de sales minerales (cloruro de sodio, citrato trisódico y fosfato diácido de potasio) orientadas a restituir el equilibrio hidroelectrolítico del organismo tras la práctica de actividad física, por ello, es importante tomar las cantidades adecuadas de estos minerales para poder eliminar toxinas y tener un metabolismo celular normal (MEDITIP, 2018).

Como compuesto acidulante, se consideró el ácido cítrico, ya que contribuyó a ajustar el pH dentro de rangos microbiológicamente seguros (alrededor de 3,15), reduciendo el riesgo de proliferación de microorganismos patógenos, con un rango de <3.5 de pH se controlan microorganismos como moho y levaduras, pseudomonas, salmonella, clostridium (ESPOCH, 2018) La esencia de mango, definida como ingrediente diferenciador, permitió otorgar al producto sus características organolépticas distintivas, vinculadas al frescor tropical y a la buena aceptación del consumidor.

Respecto a los atributos sensoriales, se proyectó que el producto presentara un sabor agradable característico a mango, con aroma fresco, color estable y apariencia limpia, sin

presencia de partículas extrañas, manteniendo una textura totalmente líquida y homogénea. Se consideró que el nivel de dulzor debía ser moderado, para conservar el carácter refrescante propio de las bebidas isotónicas, y que la acidez proporcionara un equilibrio agradable al paladar.

De las 4 fórmulas inicialmente planteadas, se realizó la selección de la formulación con mejor aceptación sensorial. En la tabla 8 se muestran los valores promedios obtenidos por cada muestra en cuanto a sus atributos sensoriales de color, aroma, sabor y dulzor, así como su aceptación general.

De acuerdo con los resultados, las muestras 456, 333 y 120 presentan valores estadísticamente significativos, sin embargo, la que mayor destacó fue la formulación 222 no solo en todos los atributos sensoriales, sino también alcanzó el promedio más alto de aceptabilidad general. Estos resultados respaldan la decisión de seleccionar la muestra 222 como la fórmula óptima para la continuidad del desarrollo del producto y análisis correspondientes.

**Tabla 8**

*Promedios por criterios de las diferentes formulaciones*

| Código de<br>formulación | Color          | Aroma          | Sabor          | Dulzor         | Aceptación<br>General |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|
| 456                      | $7.4 \pm 0.2a$ | $7.4 \pm 0.2a$ | $7.4 \pm 0.2a$ | $7.4 \pm 0.2a$ | $7.4 \pm 0.2a$        |
| 333                      | $7.5 \pm 0.2a$ | $7.6 \pm 0.2a$ | $7.7 \pm 0.2a$ | $7.6 \pm 0.2a$ | $7.7 \pm 0.2a$        |
| 120                      | $7.4 \pm 0.2a$ | $7.6 \pm 0.2a$ | $7.6 \pm 0.2a$ | $7.5 \pm 0.2a$ | $7.5 \pm 0.2a$        |
| 222                      | $8.6 \pm 0.2b$ | $8.7 \pm 0.2b$ | $8.8 \pm 0.2b$ | $8.7 \pm 0.2b$ | $9.0 \pm 0.2b$        |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

### 3.1.2 Caracterización fisicoquímica y nutricional inicial

Los valores reportados de los minerales sodio y potasio por el laboratorio se muestran en la Tabla 10. Con dichos valores se procedió a realizar el cálculo de meq/L de la bebida de acuerdo con lo establecido en el apartado 2.1.1.2. En la Tabla 9 se muestran los valores de las características fisicoquímicas y nutricionales de la fórmula seleccionada.

**Tabla 9**

*Especificaciones iniciales de la formulación 222*

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Sólidos solubles a 20 °C | 4.38   |
| pH                       | 3,18   |
| Sodio                    | 100 mg |
| Potasio                  | 30 mg  |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

**Tabla 10**

*Porcentajes reportados de cada mineral por el laboratorio*

| Mineral | Cantidad por porción<br>(240 mL) | Valor diario<br>(VD, mg) | %VD (aprox) |
|---------|----------------------------------|--------------------------|-------------|
| Sodio   | 100 mg                           | 2400 mg                  | 4%          |
| Potasio | 30 mg                            | 3500 mg                  | 1%          |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

El pH inicial de la bebida 3.18 se encuentra dentro del rango objetivo ( $\text{pH} < 4.0$ ), lo que garantiza su estabilidad microbiológica y previene el crecimiento de patógenos. El contenido de sólidos solubles 4.38 °Brix es significativamente inferior a las bebidas deportivas convencionales, lo que lo clasifica como “low calorie”, además, de cumplir con los requisitos de la norma NTC 3837 en cuanto a los niveles de electrolitos y son comparables a los de productos comerciales líderes.

Esta caracterización inicial confirma que la bebida hidratante a base de esencia de mango fue elaborada con éxito, cumpliendo con las especificaciones fisicoquímicas y nutricionales establecidas en la etapa de diseño, y proporcionando un punto de partida idóneo para el estudio de vida útil.

### 3.2 Estudio de estabilidad

#### 3.2.1 Estabilidad fisicoquímica

Se estableció un seguimiento de la evolución de los parámetros fisicoquímicos críticos pH y °Brix durante el almacenamiento a temperatura ambiente (25°C) del producto. Estas variables son determinantes para la estabilidad general de la bebida, ya que cambios significativos podrían reflejar reacciones de deterioro, fermentación o pérdidas de características sensoriales deseadas. En la Tabla 11 se muestra el detalle de estos parámetros a lo largo del tiempo de estudio.

**Tabla 11**

*Valores de pH y brix a lo largo del tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente*

| Día | pH ( $\pm 0.01$ ) | °Brix ( $\pm 0.03$ ) |
|-----|-------------------|----------------------|
| 0   | 3.18a             | 4.38a                |
| 15  | 3.18a             | 4.38a                |
| 30  | 3.17a             | 4.38a                |
| 45  | 3.17a             | 4.36a                |
| 60  | 3.17a             | 4.36a                |
| 90  | 3.16a             | 4.32a                |
| 120 | 3.16a             | 4.32a                |
| 150 | 3.15a             | 4.30a                |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

El pH inicial del producto fue 3.18 y se presentó una variación de 0.03 hasta los 150 días de estudio, teniendo un valor de pH final que se encuentra dentro del rango aceptable

definido en la ficha técnica. La estabilidad indica un buen sistema acidificante y una baja actividad microbiana, lo cual es un entorno microbiológicamente seguro.

En cuanto a los °Brix, la concentración inicial del producto fue de 4.38 °Brix con una ligera disminución de 0.08 unidades, equivalente al 1.83%. Dentro del rango aceptable con base a los requisitos del producto.

La tendencia descendiente observada en ambos parámetros es común en productos líquido con contenido de azúcares y ácidos orgánicos almacenados a diferentes condiciones, sin embargo, la estabilidad del pH dentro del rango aceptable indica un sistema acidificante eficaz y una baja actividad microbiana, lo cual es fundamental para la seguridad microbiológica y la estabilidad organoléptica del producto (Jay, Loessner, & Golden, 2005)

### 3.2.2 Estabilidad sensorial

La evaluación de las características organolépticas de la bebida durante el tiempo de almacenamiento en condiciones ambiente (25°C), a través de pruebas sensoriales realizadas a panelistas no entrenados, se muestran en la Tabla 12.

**Tabla 12**

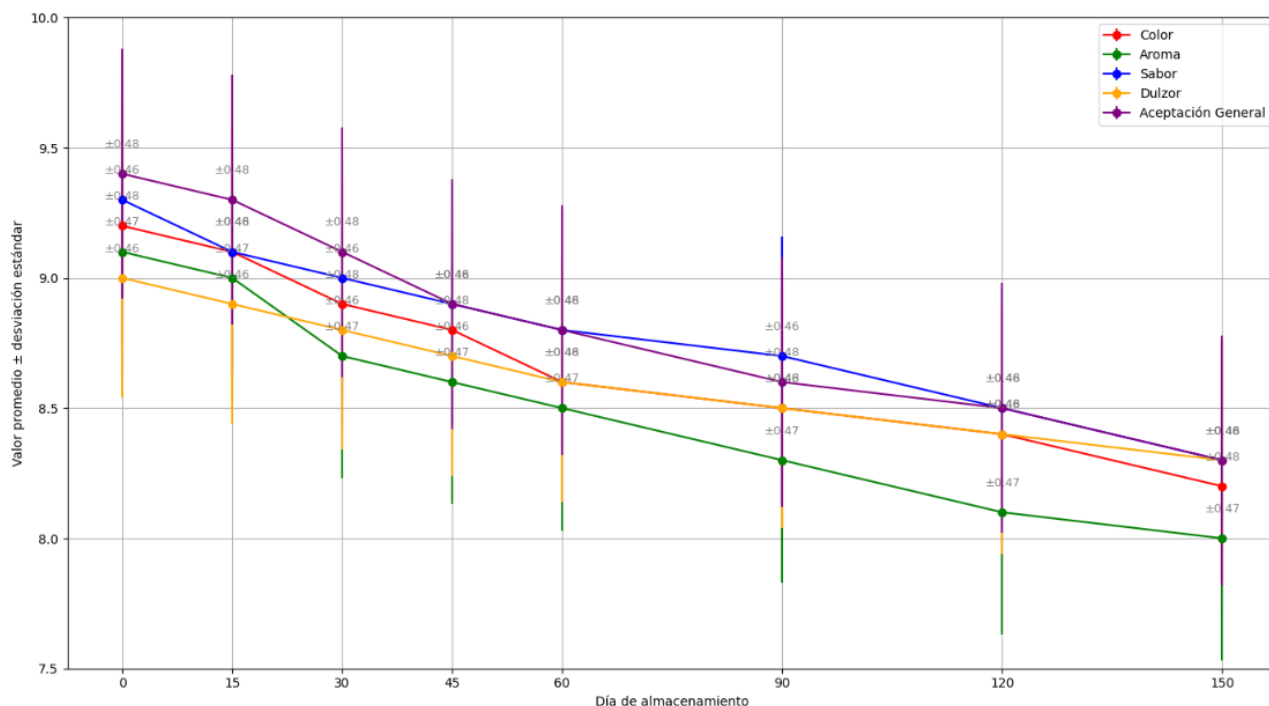
*Valores organolépticos a lo largo del tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente*

| Día | Color       | Aroma       | Sabor       | Dulzor      | Aceptación General |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| 0   | 9.2±0.48 a  | 9.1±0.47 a  | 9.3±0.46 a  | 9.0±0.46 a  | 9.4±0.48 a         |
| 15  | 9.1±0.48 a  | 9.0±0.47 a  | 9.1±0.46 a  | 8.9±0.46 a  | 9.3±0.48 a         |
| 30  | 8.9±0.48 ab | 8.8±0.47 ab | 9.0±0.46 a  | 8.8±0.46 a  | 9.1±0.48 ab        |
| 45  | 8.8±0.48 b  | 8.6±0.47 b  | 8.9±0.46 ab | 8.7±0.46 ab | 8.9±0.48 b         |
| 60  | 8.6±0.48 b  | 8.5±0.47 b  | 8.8±0.46 ab | 8.6±0.46 ab | 8.8±0.48 b         |
| 90  | 8.5±0.48 bc | 8.3±0.47 bc | 8.7±0.46 b  | 8.5±0.46 b  | 8.6±0.48 bc        |
| 120 | 8.4±0.48 c  | 8.1±0.47 c  | 8.5±0.46 bc | 8.4±0.46 bc | 8.5±0.48 c         |
| 150 | 8.2±0.48 c  | 8.0±0.47 c  | 8.3±0.46 c  | 8.3±0.46 c  | 8.3±0.48 c         |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

**Figura 2**

*Calificación de prueba organoléptica a lo largo del tiempo*



*Nota.* La gráfica muestra las puntuaciones de las pruebas sensoriales.

Se observa una disminución en todos los atributos evaluados a lo largo del periodo de almacenamiento, las puntuaciones permanecieron por encima de 8.0, lo que indica la alta aceptación del producto incluso al día 150. La media en el día 150 fue de 8.3, lo que se evidencia que el producto sigue siendo sensorialmente aceptado por los panelistas, validando su calidad sensorial durante los 5 meses de prueba.

Basandonos en los datos de la Tabla 12, el atributo que muestra mayor disminución a lo largo del tiempo es el aroma, que pasa de  $9.1 \pm 0.47$  en el día 0 a  $8 \pm 0.47$  día 150, esto representa una disminución de 1.1 unidades, esto puede verse reflejado por los compuestos volátiles que se degradan con el tiempo y tienden a la oxidación al estar expuestos al calor, luz o al oxígeno. El resto de los atributos muestran una disminución significativa a partir del día 45 y más aún al día 150, es decir, con el análisis estadístico existen diferencias significativas entre el día 0 hasta el día 150.

### 3.2.3 Estabilidad microbiológica

Se realizó la verificación de la inocuidad microbiológica del producto a lo largo del almacenamiento, mediante análisis mensuales. En la Tabla 13 se muestran los resultados obtenidos del recuento de aerobios mesófilos, mohos y levadura, y coliformes totales.

**Tabla 13**

*Valores de parámetros microbiológicos en distintas etapas de tiempo*

| Día | Mohos y Levaduras<br>(UFC/mL) | Coliformes Totales<br>(UFC/mL) | Aerobios Mesófilos<br>(UFC/mL) |
|-----|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 0   | <1                            | <1                             | <1                             |
| 30  | <1                            | <1                             | <1                             |
| 60  | <1                            | <1                             | <1                             |
| 90  | <1                            | <1                             | <1                             |
| 120 | <1                            | <1                             | <1                             |
| 150 | <1                            | <1                             | <1                             |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

La pasteurización a temperaturas superiores a 75°C durante tiempos adecuados logra una reducción significativa de la carga microbiana, eliminando la mayoría de los microorganismos patógenos y alterantes (Jay, Loessner, & Golden, 2005). Con la temperatura y tiempo aplicados fueron suficientes para eliminar la carga inicial de los microorganismos y se inactivan los patógenos, garantizando la inocuidad durante el almacenamiento.

Finalmente, con los resultados obtenidos de la estabilidad de la bebida en almacenamiento a temperatura ambiente se pudo evidenciar que el producto formulado tiene un tiempo de vida útil de al menos 5 meses, logrando en este tiempo mantener sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

### 3.3 Estimación de tiempo de vida útil máximo

Para la estimación del tiempo de vida útil máximo se realizó el estudio de estabilidad a 25 °C.

#### 3.3.1 Estabilidad acelerada de propiedades físicoquímica

**3.3.1.1 pH.** Se realizó un tiempo estimado de vida útil del producto con base en la cinética de degradación tipo Arrhenius.

$$A = \frac{k}{e^{-Ea}/(R*T)} \quad (3.1)$$

$$k = \frac{C0-Ct}{t} \quad (3.2)$$

$$t = \frac{C0-Ct}{k} \quad (3.3)$$

$$C0 = 3.18$$

$$Ct = 3.15$$

$$T = 150 \text{ días}$$

$$kpH = \frac{3.18-3.15}{150} = 2.0 \times 10^{-4} pH/dia \quad (3.4)$$

$$Ea = 30000 \text{ J/mol}$$

$$T = 25^{\circ}\text{C} = 298.15 \text{ K}$$

$$A = \frac{2.0 \times 10^{-4}}{e^{-30000}/(8.314*298.15)} = 35.3 \quad (3.5)$$

$$t = \frac{3.18-3.10}{2.0 \times 10^{-4}} = 400 \text{ dias} = 13.3 \text{ meses} \quad (3.6)$$

**3.3.1.2 Brix.** Se realizó un tiempo estimado de vida útil del producto con base en la cinética de degradación tipo Arrhenius.

$$A = \frac{k}{e^{-Ea}/(R*T)} \quad (3.1)$$

$$k = \frac{C0-Ct}{t} \quad (3.2)$$

$$t = \frac{C0-Ct}{k} \quad (3.3)$$

$$C_0 = 4.38$$

$$C_t = 4.3$$

$$T = 150 \text{ días}$$

$$kpH = \frac{4.38-4.30}{150} = 5.33 \times 10^{-4} pH/dia \quad (3.7)$$

$$E_a = 30000 \text{ J/mol}$$

$$T = 25^\circ\text{C} = 298.15 \text{ K}$$

$$A = \frac{5.33 \times 10^{-4}}{e^{-30000/(8.314 \times 298.15)}} = 94.2 \quad (3.8)$$

$$t = \frac{4.38-4.20}{5.33 \times 10^{-4}} = 337.5 \text{ días} = 11.3 \text{ meses} \quad (3.9)$$

Como se puede observar en la Tabla 14 que ambos parámetros fisicoquímicos presentan alta estabilidad en condiciones normales a 25°C, la degradación del °Brix es ligeramente más rápido que la del pH, por lo tanto, la limitante de la vida útil fisicoquímica es el contenido del °Brix, con estos valores se puede estimar que el producto mantiene sus características dentro de los rangos aceptables durante al menos 11 meses a temperatura ambiente.

**Tabla 14**

*Valores de vida útil máximo respecto a especificaciones*

| Parámetro | Valor inicial | Valor a los 150 días | Valor límite aceptable | Tiempo estimado (meses) |
|-----------|---------------|----------------------|------------------------|-------------------------|
| pH        | 3.18          | 3.15                 | 3.10                   | 13.3                    |
| °Brix     | 4.38          | 4.30                 | 4.20                   | 11.3                    |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

### **3.3.2 Estabilidad acelerada de las características sensoriales**

En la Tabla 15 se muestran los resultados de la evaluación sensorial del producto durante el tiempo de almacenamiento en condiciones aceleradas (45 °C).

**Tabla 15**

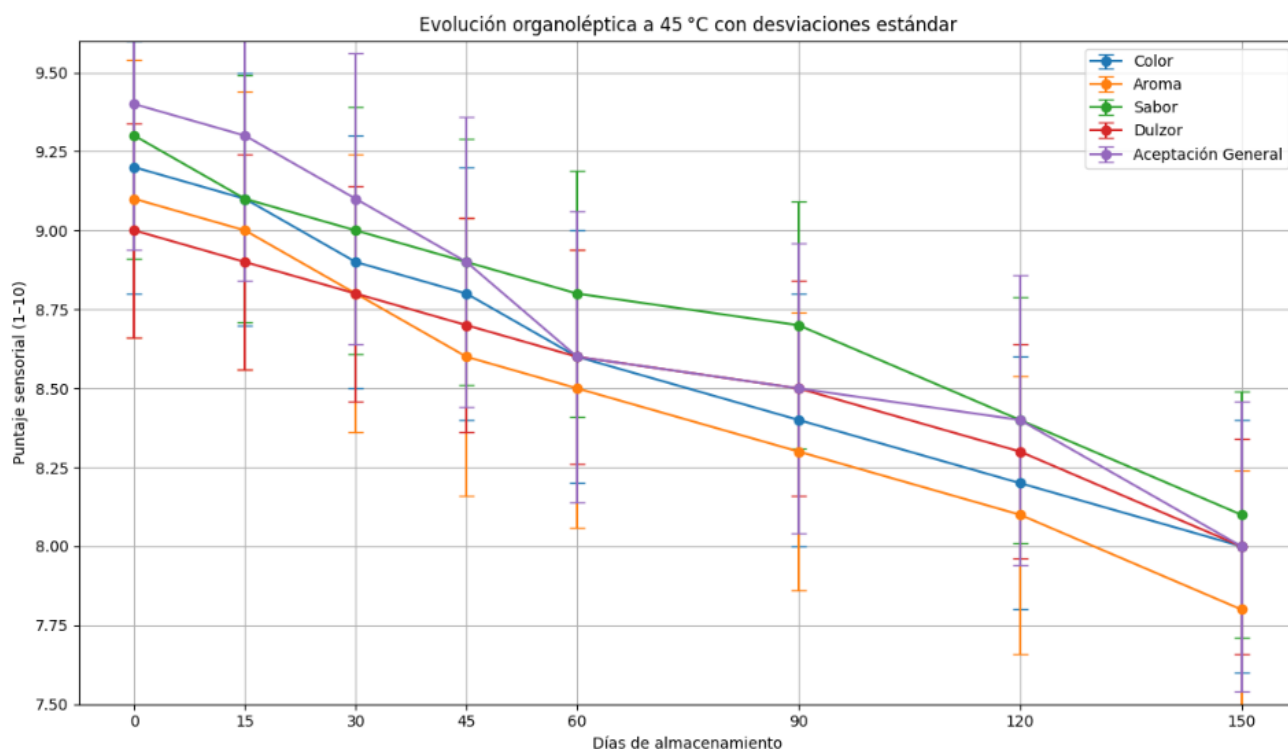
*Resultados organolépticos a lo largo del tiempo de almacenamiento a 45 °C*

| Día | Fecha            | Color    | Aroma    | Sabor    | Dulzor   | Aceptación General |
|-----|------------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|
| 0   | Inicial          | 9.2±0.40 | 9.1±0.44 | 9.3±0.39 | 9.0±0.34 | 9.4±0.46           |
| 15  | 1 día 6 horas    | 9.1±0.40 | 9.0±0.44 | 9.1±0.39 | 8.9±0.34 | 9.3±0.46           |
| 30  | 3 días           | 8.9±0.40 | 8.8±0.44 | 9.0±0.39 | 8.8±0.34 | 9.1±0.46           |
| 45  | 4 días           | 8.8±0.40 | 8.6±0.44 | 8.9±0.39 | 8.7±0.34 | 8.9±0.46           |
| 60  | 5 días           | 8.6±0.40 | 8.5±0.44 | 8.8±0.39 | 8.6±0.34 | 8.8±0.46           |
| 90  | 7 días 18 horas  | 8.4±0.40 | 8.3±0.44 | 8.7±0.39 | 8.5±0.34 | 8.5±0.46           |
| 120 | 10 días          | 8.2±0.40 | 8±0.44   | 8.3±0.39 | 8.3±0.34 | 8.3±0.46           |
| 150 | 12 días 12 horas | 8±0.40   | 7.8±0.44 | 8.1±0.39 | 8.0±0.34 | 8.0±0.46           |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

**Figura 3**

*Calificación de prueba organoléptica a lo largo del tiempo (45°C)*



*Nota.* La gráfica muestra los valores obtenidos a lo largo del tiempo.

Durante el estudio de almacenamiento acelerado a 45°C, se realizó una evaluación organoléptica del producto a lo largo de 150 días, equivalente a 12 días y 12 horas reales), todos los atributos evaluados mantuvieron calificaciones por encima de 8.0.

Esto indica que no se alcanzó el rechazo del consumidor, ya que, ningún atributo sensorial mostró una caída que sugiera un deterioro significativo o una pérdida de aceptación del producto. Según estudios sobre el análisis de supervivencia en alimentos, el final de la vida útil sensorial se alcanza cuando el porcentaje de consumidores que rechaza el producto supera el 50%, lo cual es detectado mediante análisis de supervivencia, frecuentemente utilizando el modelo Weibull (Labuza, Shimoni, & Duyvesteyn, 2000)

### 3.3.3 Estabilidad acelerada de las características microbiológicas

La Tabla 16 muestra los resultados obtenidos del recuento microbiano del producto almacenado a 45°C.

**Tabla 16**

*Valores de parámetros microbiológicos en distintas etapas de tiempo condiciones aceleradas*

| Día | Fecha            | Mohos y Levaduras<br>(UFC/mL) | Coliformes Totales<br>(UFC)/mL) | Aerobios Mesófilos<br>(UFC/mL) |
|-----|------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 0   | Inicial          | <1                            | <1                              | <1                             |
| 30  | 3 días           | <1                            | <1                              | <1                             |
| 60  | 5 días           | <1                            | <1                              | <1                             |
| 90  | 7 días 18 horas  | <1                            | <1                              | <1                             |
| 120 | 10 días          | <1                            | <1                              | <1                             |
| 150 | 12 días 12 horas | <1                            | <1                              | <1                             |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

Por los resultados obtenidos, la ausencia de crecimiento no implica necesariamente estabilidad indefinida, es posible que, con un tiempo de almacenamiento mayor, los microorganismos eventualmente encuentren condiciones favorables para desarrollarse. Es

importante considerar que la ausencia de patógenos se debe a la eficiencia del proceso térmico, ausencia de contaminación post proceso y a las buenas prácticas higiénicas durante el envasado.

### 3.4 Análisis de costos

Este análisis constituye un componente importante para el desarrollo de productos alimenticios, ya que permite establecer la viabilidad económica de la producción, identificar los factores que inciden en el precio final del producto y determinar la competitividad en el mercado. Esta investigación está centrada en el desarrollo de una bebida hidratante y tiene una relevancia especial al tratarse de un producto innovador que busca ser accesible económicamente, sin comprometer su calidad sensorial ni su seguridad.

#### 3.4.1 Materias primas

Para elaborar el jarabe simple a una concentración de 62 °Brix se utilizan 620 kg de azúcar más 380 de agua tratada, equivale a 1000 kg de jarabe simple. El valor para elaborar 1032.3 L de jarabe simple fue \$256.21 (Tabla 17), por lo que el costo por litro de jarabe simple correspondió a 0.248 USD/L.

**Tabla 17**

*Valores de insumos con precio y total para la producción del jarabe simple*

| Insumo       | Cantidad (kg) | Precio unitario (USD) | Costo total (USD) |
|--------------|---------------|-----------------------|-------------------|
| Azúcar       | 640.03        | \$0.40/Kg             | \$256.01          |
| Agua tratada | 392.27        | \$0.0005/L            | \$0.220           |
| Total        |               |                       | \$256.21          |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

Los insumos, cantidades y precios para 2485 L de jarabe terminado (34 °Brix) se muestran en la Tabla 18, considerando la formulación desarrollada en el presente estudio. Por lo tanto, el valor para elaborar un litro del jarabe terminado fue de 0.537 USD/L.

**Tabla 18**

*Valores de insumos con precio y total para la producción del jarabe terminado*

| Insumo                    | Cantidad | Precio unitario<br>(USD) | Costo total<br>(USD) |
|---------------------------|----------|--------------------------|----------------------|
| Jarabe simple 62°brix (L) | 1032.3   | 0.276                    | 284.68               |
| Agua tratada (L)          | 1270     | 0.0005                   | 0.64                 |
| Sabor mango natural       |          |                          |                      |
| Parte 1, (kg)             | 25.65    | 8.00                     | 205.20               |
| Parte 2 (kg)              | 3.54     | 53.00                    | 93.81                |
| Parte 3 (kg)              | 23.26    | 20.00                    | 232.60               |
| Citrato de sodio (kg)     | 12.5     | 2.00                     | 25.00                |
| Cloruro de sodio (kg)     | 12.5     | 0.30                     | 3.75                 |
| Dextrosa (kg)             | 135.5    | 1.200                    | 162.60               |
| Sucralosa (kg)            | 1.1      | 50.00                    | 55.00                |
| Ácido cítrico (kg)        | 62.5     | 1.50                     | 93.75                |
| Total                     |          |                          | 1128.56              |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

Finalmente, el costo total para elaborar 16301.37 L de producto terminado (4.38 °Brix) correspondió a \$135.66 (Tabla 19), dando un valor por litro de producto terminado de 0.0697 USD/L.

**Tabla 19**

*Valores de insumos con precio y total para la producción del producto terminado*

| Insumo                   | Cantidad<br>(L) | Precio unitario<br>(USD/L) | Costo total<br>(USD/L) |
|--------------------------|-----------------|----------------------------|------------------------|
| Jarabe terminado 34°brix | 2100            | 1128.56                    | 1128.56                |
| Agua tratada adicional   | 14201.37        | 0.0005                     | 7.10                   |
| Total                    |                 |                            | \$1135.66              |

Nota. Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

### **3.4.2 Materiales de empaque**

El costo total por el material de empaque considerado para elaboración de una unidad de venta correspondió a 0.15 USD/L (Tabla 20).

**Tabla 20**

*Costo unitario y total Material de empaque*

| Insumo          | Costo unitario<br>(USD/L) |
|-----------------|---------------------------|
| Botella PET 1L  | 0.08                      |
| Tapa 33 mm      | 0.03                      |
| Etiqueta        | 0.02                      |
| Termo encogible | 0.02                      |
| Total           | 0.15                      |

Nota. Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

### **3.4.3 Mano de obra**

El valor anual calculado de mano de obra fue de \$162780, considerando una producción anual estimada de 1,200.000 litros (Tabla 21), lo cual corresponde a un costo de mano de obra 0.135 USD/L.

**Tabla 21***Costo total de mano de obra*

| Cantidad de Operadores | Producción anual | Salario Anual | Beneficios por ley (anual por operador) | Total, por trabajador (anual) |
|------------------------|------------------|---------------|-----------------------------------------|-------------------------------|
| 10 operadores          | 1,200.000 L      | \$6000        | \$10278                                 | \$16278                       |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

### 3.4.4 Energía

Considerando un promedio de 250 horas de trabajo al mes de cada equipo utilizado en la línea de producción, el costo mensual de energía es de \$1305 (Tabla 22), resultando en un costo aproximado mensual de 0.015 USD/L.

**Tabla 22***Consumo energético y costo mensual aproximado de la línea de producción*

| Equipo                  | Potencia (kW) | Energía mensual (kWh) | Tarifa eléctrica (USD/kWh) | Costo mensual (USD) |
|-------------------------|---------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|
| Llenadora               | 7.0           | 1750                  | 0.12                       | 210                 |
| Compresores             | 10.0          | 2500                  |                            | 300                 |
| Intercambiador de calor | 5.0           | 1250                  |                            | 150                 |
| Etiquetadora            | 3.0           | 750                   |                            | 90                  |
| Túnel de enfriamiento   | 6.0           | 1500                  |                            | 180                 |
| Termo encogible         | 4.5           | 1125                  |                            | 135                 |
| Sistemas auxiliares     | 8.0           | 2000                  |                            | 240                 |
| Total                   |               | 10875                 |                            | 1305                |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

### 3.4.5 Costo total por litro

El costo total por litro considerando los componentes de materia prima, material de empaque, mano de obra y energía es de 0.369 USD.

**Tabla 23**

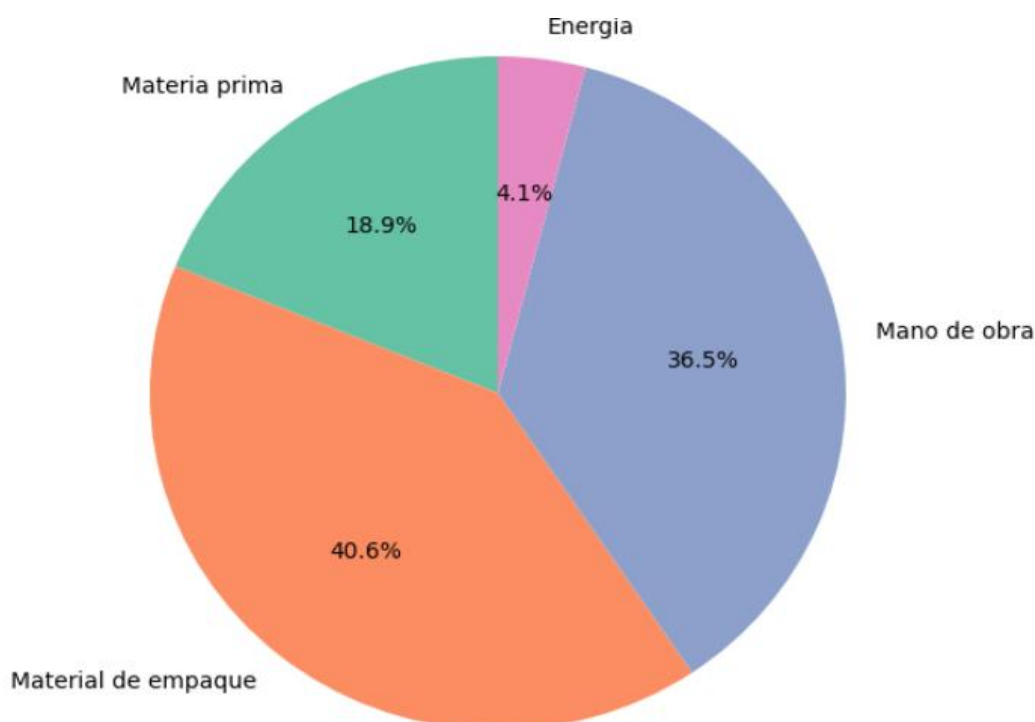
*Resumen conglomerado de costos por litros (USD)*

| Componente          | Costo por litro (USD) |
|---------------------|-----------------------|
| Materia prima       | 0.0697                |
| Material de empaque | 0.15                  |
| Mano de obra        | 0.135                 |
| Energía             | 0.015                 |
| Total               | 0.369                 |

*Nota.* Elaborado por Jorge Castro y Joselyne Pérez.

**Figura 4**

*Distribución porcentual del costo por litro*



*Nota.* La gráfica muestra valores de consumo acorde a una producción de 1,200.00 L anuales.

En los procesos industriales, se recomienda realizar análisis de costos beneficios sobre el tipo de empaque para poder reducir costos sin comprometer la calidad ni la seguridad del producto, esto implica que cualquiera optimización en el diseño, tipo o proveedor de envase puede tener un impacto considerable en la rentabilidad final.

Se estima que la esencia de mango de alta calidad representa \$0.035 por litro, eso quiere decir, que la esencia de mango representa aproximadamente el 50% del costo total de materias primas y un 18.9% del costo total del producto.

#### ***3.4.6 Precio de venta vs utilidad***

Considerando un PVP de 1 USD/L, la utilidad correspondería a 0.631 USD/L, es decir 63.1% tomando solo el costo total de producción de 100000L mensuales.

En el mercado, existen bebidas hidratantes a un precio similar, eso posiciona la bebida como competitiva en precio, ofreciendo una alternativa accesible frente a las marcas consolidadas, además, dando que el material de empaque es un 40% del costo, es una valiosa estrategia explorar reducciones de costos sin sacrificar calidad. La industria de bebidas no alcohólicas reporta un margen bruto del 51% y un margen operativo del 19.3%, esto significa que, después de cubrir costos de toda índole, cerca del 19% de los ingresos queda como ganancia neta (Black Note Investment, 2023).

La bebida hidratante desarrollada ha demostrado cumplir satisfactoriamente con los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales y económicos establecidos durante todo el proceso. El tiempo estimado de vida útil de al menos 5 meses a temperatura ambiente representa una ventaja comercial significativa, ya que permite una ventana de distribución amplia, reduce el riesgo de pérdidas por vencimiento y favorece la planificación logística. Además, el cumplimiento de la norma NTC 3837 y la adecuada estabilidad del pH y °Brix garantiza la calidad y seguridad del producto durante su almacenamiento.

Desde el punto de vista económico, el costo de producción es de \$0.369 USD/L y un margen estimado del 63.1% frente a precio de venta de \$1 USD/L, posicionado a la bebida como una propuesta rentable y competitiva. Esto, sumado al uso de ingredientes funcionales, una formulación “low calorie” y un perfil sensorial atractivo, evidencia la viabilidad técnica y económica del producto, estableciendo una base sólida para su escalamiento comercial.

## Capítulo 4

### 4.1 Conclusiones

- Se desarrolló una formulación que integra esencia natural de mango, azúcares, electrolitos y agua tratada, obteniendo una fórmula compuesta por 0.1% de esencia de mango, 40% de sacarosa en 2485L de jarabe terminado, la cual obtuvo una puntuación de aceptación sensorial de 9 en una escala hedónica de 9 puntos, confirmando su atractivo para el consumidor. El perfil de minerales determinado fue de 100 mg/L y 30 mg/L de electrolitos de sodio y potasio respectivamente, lo que valida al mango como una materia prima con alto potencial en minerales y cumple con los requisitos establecidos en la norma NTC 3837 para bebidas hidratantes.
- La bebida no presentó variaciones significativas en los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales durante el tiempo de la prueba a temperatura ambiente, lo cual demuestra la estabilidad en sus compuestos y la correcta temperatura de pasteurización.
- El estudio acelerado permitió establecer un tiempo de vida útil de aproximadamente 11 meses para la bebida almacenada a 25 °C. Este tiempo fue establecido con base en el cálculo de tiempo de vida máximo hasta que las especificaciones de pH y °Brix estén fuera de especificaciones, el cual fue la propiedad fisicoquímica que presentó el menor tiempo calculado, evidenciando que este parámetro sería el crítico durante la degradación del producto. Mientras que, con las características microbiológicas y sensoriales se deben establecer tiempos más largos del estudio para poder determinar su efecto en la vida útil del producto formulado.

## 4.2 Recomendaciones

- Aumentar los estudios de vida útil bajo condiciones aceleradas con mayor temperatura y exposición a la luz, esto podría predecir la durabilidad en distintos escenarios durante la comercialización.
- Ampliar el perfil nutricional con otros minerales como calcio, fósforo, magnesio; esto podría incrementar el valor agregado al producto, así la bebida con un mejor rendimiento como bebida isotónica.
- Evaluar envases alternativos como vidrio, pet con UV, envases Tetrapak, para determinar la estabilidad organoléptica para lograr alargar más la vida útil del producto sin alterar el sabor característico. Asimismo, se pueden hacer estudios aumentando la temperatura de pasteurizado con este mismo objetivo de aumentar la vida útil de la bebida.
- Ampliar una evaluación financiera mas realista y detallada que integre variables claves del entorno producto y comercial, tales como fluctuaciones en el precio de las materias primas naturales, análisis de sensibilidad frente a variaciones en el costo de empaque y energía, así como proyecciones de demanda estacional.

## Bibliografía

- Academia Nutrición y Dietética. (10 de Mayo de 2024). *Nutriendo*. Obtenido de <https://www.academianutricionydietetica.org/nutricion-deportiva/electrolitos/>
- Ajila, C., Aalami, M., Leelavathi, K., & Rao, U. P. (January de 2010). *ScienceDirect*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.10.004>
- Bisbal, C. (10 de Mayo de 2024). *Nutriendo*. Obtenido de <https://www.academianutricionydietetica.org/nutricion-deportiva/electrolitos/>
- Black Note Investment. (2023). Obtenido de [https://blacknoteinvestment.com/beverage-industry-key-financial-data/?utm\\_source=chatgpt.com](https://blacknoteinvestment.com/beverage-industry-key-financial-data/?utm_source=chatgpt.com)
- Boekel, M. A. (30 de January de 2008). *Institute of Food Technologists*. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2007.00036.x>
- Buñay Moyolema, N. (2018). *Desarrollar una bebida a base de mezclas de néctares de mango (Mangifera indica) y maracuyá (Passiflora edulis)*. Obtenido de Repositorio UG: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/bcef83b1-5b77-4604-a502-df3bde973112>
- Casola, A. C., Copado, J. G., González, N. Y., Ley, L. V., Lozano, E. J., & Zavala, J. G. (2022). *Bebida energética a base de mango*. Xalisco: Universidad Tecnológico de Nayarit.
- Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo. (2023). *Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación*. Obtenido de <https://www.ciad.mx/bebidas-hidratantes-cuando-es-recomendable-consumirlas/>
- Choosuk, N., Meesuk, P., Renumarn, P., Phungamngoen, C., & Jakkranuhwat, N. (16 de July de 2022). *Kinetic Modeling of Quality Changes and Shelf Life Prediction of Dried Coconut Chips*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2227-9717/10/7/1392>
- Delgado Rodríguez, M., & Llorca Díaz, J. (Abril de 2004). *ESTUDIOS LONGITUDINALES: CONCEPTO Y PARTICULARIDADES*. Obtenido de Scielo: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272004000200002](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272004000200002)

- Delgado, R. E. (2017). *Estudio de vida de anaquel en bebidas saborizadas*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/67547>
- Díaz, X. L., Newman, A., Pena, J. L., & Bello, K. (2010). *Desarrollo y evaluación de una bebida isotónica*. Obtenido de División de Investigaciones en Alimentos: <https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/632/551>
- EFSA, E. F. (12 de January de 2021). *EFSA Journal*. doi:<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6388>
- ESPOCH. (2018). *ESPOCH*. Obtenido de [https://www.studocu.com/ec/document/universidad-nacional-de-chimborazo/microbiologia-i/acidez/3711331?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.studocu.com/ec/document/universidad-nacional-de-chimborazo/microbiologia-i/acidez/3711331?utm_source=chatgpt.com)
- FAO/OMS. (2008). *Codex Alimentarius: Guidelines on flavorings*. Obtenido de FAO: <https://www.fao.org>
- García, E. (2019). *Bebida hidratante para deportistas y otros alimentos alternativos con prebióticos del agave*. Obtenido de Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Michoaca: <https://icti.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2019/07/8.-bebida-hidratante.pdf>
- Granato, D., Barba, F. J., Bursać Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). *Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety*. Obtenido de Annual Review of Food Science and Technology: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-food-032519-051708>
- Hossain, M. S., Wazed, M. A., Asha, S., Hossen, M. A., Fime, S. N., Teeya, S. T., . . . Shimul, I. M. (16 de May de 2025). *Food Science & Nutrition*. doi:<https://doi.org/10.1002/fsn3.70276>

- ICONTEC. (15 de Febrero de 2023). *Bebidas no alcohólicas. Bebidas hidratantes y energéticas para la actividad física, el ejercicio y el deporte*. Obtenido de <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-bebidas-no-alcoholicas-bebidas-hidratantes-para-la-actividad-fisica-y-el-deporte-ntc3837-2023.html>
- Ilhan, I., Turan, D., Gibson, I., & Klooster, R. t. (March de 2021). *Packaging Technology and Science*. doi:<https://doi.org/10.1002/pts.2564>
- INEN. (2013). *1529-2 Bebidas no alcohólicas. Determinación microbiológica por recuento*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano Parte 2. Rotulado nutricional requisitos*. Guayaquil: INEN.
- Iza, G. X., & Velasco , D. S. (2016). *Bebida hidratante aciborajito*. Latacunga : Universidad Técnica de Cotopaxi.
- James M. Jay, M. J. (2020). *Modern Food Microbiology (9th ed.)*. Springer. Obtenido de Springer Nature: <https://link.springer.com/book/10.1007/b100840>
- Jay, J., Loessner, M., & Golden, D. (2005). *Modern Food Microbiology*. Obtenido de Springer: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-387-23413-6\\_13#citeas](https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-387-23413-6_13#citeas)
- Kumari, S., Tripathi, A. D., Nandan, A., Tripathi, A., & Agarwal, A. (19 de June de 2025). *Springer Nature*. doi: <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07275-9>
- Labuza, T., Shimoni, E., & Duyvesteyn, W. (October de 2000). *Research Gate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/222517840\\_Determination\\_of\\_the\\_End\\_of\\_Shelf-life\\_for\\_Milk\\_using\\_Weibull\\_Hazard\\_Method](https://www.researchgate.net/publication/222517840_Determination_of_the_End_of_Shelf-life_for_Milk_using_Weibull_Hazard_Method)
- Maldonado-Celis, M. E., Yahia, E. M., Bedoya, R., Landázuri, P., Loango, N., Aguillón, J., . . . Ospina, J. C. (16 de October de 2019). *Frontiers*. doi:<https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01073>

- Manfredi, M., & Vignali, G. (February de 2015). *ScienceDirect*.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.018>
- Manthey, J. A., & Perkins-Veazie, P. (30 de Octubre de 2009). *Influences of Harvest Date and Location on the Levels of  $\beta$ -Carotene, Ascorbic Acid, Total Phenols, the in Vitro Antioxidant Capacity, and Phenolic Profiles of Five Commercial Varieties of Mango (*Mangifera indica* L.)*. Obtenido de Journal of Agricultural and Food Chemistry:  
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf902606h>
- MEDITIP. (20 de Septiembre de 2018). *MEDITIP*. Obtenido de [https://www.meditip.lat/el-cuerpo-humano/importancia-de-los-electrolitos/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.meditip.lat/el-cuerpo-humano/importancia-de-los-electrolitos/?utm_source=chatgpt.com)
- METTLER TOLEDO. (2025). *METTLER TOLEDO*. Obtenido de <https://www.mt.com/es/es/home/perm-lp/product-organizations/ana/brix-meters.html>
- Morales, M., & Chóez Alcívar, J. (28 de Febrero de 2011). *Elaboración de una bebida hidratante a base de lactosuero y enriquecida con vitaminas*. Obtenido de ESPOL:  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14850>
- Mostafa, S., Wang, Y., Zeng, W., & Jin, B. (09 de Marzo de 2022). *Frontiers*.  
doi:<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.860157>
- Mudoga, H., Yucel, H., & Kincal, N. (June de 2008). *Science Direct*.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.07.058>
- Ntzimani, A., Tsevdou, M., Andrianos, E., Gounaris, D., Spiliotopoulos, T., Taoukis, P., & Giannakourou, M. C. (26 de January de 2025). *MDPI*.  
doi:<https://doi.org/10.3390/app15031264>
- OMS. (4 de octubre de 2024). *OMS*. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety?utm_source=chatgpt.com)

- Pan American Health Organization*. (2025). Obtenido de Target 3.9: Reduce the amount of deaths produced by dangerous chemicals and the pollution of the air, water and soil: <https://www.paho.org/es/ods-3-meta-3-9>
- Petersen, A. (24 de Abril de 2025). *The Wall Street Journal*. Obtenido de Food Additives Could Combine to Threaten Health, Study Says: [https://www.wsj.com/health/wellness/food-dyes-sweeteners-emulsifiers-health-study-2e7ca896?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.wsj.com/health/wellness/food-dyes-sweeteners-emulsifiers-health-study-2e7ca896?utm_source=chatgpt.com)
- Piorkowski, D. T., & McClements, D. J. (15 de December de 2014). *Science Direct*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.07.009>
- Pochteca Colombia. (2010). *Medición de pH en bebidas y los ácidos mas usados*. Obtenido de <https://colombia.pochteca.net/medicion-del-ph-en-bebidas-gaseosas-y-los-acidos-mas-usados/>
- Querol, A., & Fleet, G. (Enero de 2006). *Yeasts in Food and Beverages*. Obtenido de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/321614943\\_Yeasts\\_in\\_Food\\_and\\_Beverages](https://www.researchgate.net/publication/321614943_Yeasts_in_Food_and_Beverages)
- Ramírez Barrera, G. (Octubre de 2011). *Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo*. Obtenido de [https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/183/1/Ramirez%20Barrera\\_2011\\_MC.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/183/1/Ramirez%20Barrera_2011_MC.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- Ramírez-Sucre, M. O.-S.-O. (2020). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Obtenido de Aplicación del modelo de Weibull en bebidas funcionales bajo almacenamiento acelerado.
- Ramos Guerrero, F. (09 de Febrero de 2015). *Deterioro de la Bebida Isotónica sabor mandarina*. Obtenido de Food News: <https://www.foodnewslatam.com/3197-deterioro-de-la-bebida-isot%C3%B3nica-sabor-mandarina.html>

- RTCA. (2012). *Reglamento Técnico Centroamericano sobre Aditivos Alimentarios Permitidos*. Obtenido de Ministerio de Comercio Exterior: <https://www.comex.go.cr>
- Ruiz, B. G., Roux, S., Courtois, F., & Bonazzi, C. (April de 2018). *Science Direct*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.051>
- Ruiz, Y., & García, M. A. (28 de Junio de 2022). *Isotonic sports drinks: formulation and physiological effects of their consumption*. doi:<https://doi.org/10.33936/qkrcs.v6i2.4534>
- Sánchez Rangel, A. C. (2014). *Desarrollo y aplicacion de tecnologías para la conservación de las propiedades fisicoquímicas de una bebida de mango tipo smoothie*. Obtenido de Universidad Autónoma de Querétaro: <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/6684>
- Sánchez, J. (2024). *Bebidas hidratantes y energéticas: ¿cómo influyen las preferencias del consumidor en la innovación?* Obtenido de FoodTech: <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/bebidas-hidratantes-y-energeticas-como-influyen-las-preferencias-del-consumidor-en-la-innovacion/#:~:text=El%20mercado%20de%20bebidas%20hidratantes%20y%20energ%C3%A9ticas%20contin%C3%BAa%20evolucionando%20m%C3>
- Serrano Zambrano, C. (30 de Septiembre de 2024). *El sector de bebidas de Ecuador enfrenta un entorno desafiante*. Obtenido de Vistazo: <https://www.vistazo.com/enfoque/2024-09-29-sector-bebidas-ecuador-enfrenta-entorno-desafiante-AY8076750>
- SGS. (2025). Obtenido de Estudios de vida útil: <https://www.sgs.com/es-cl/services/estudios-de-vida-util>
- Sumaya-Marínez, M., Sánchez, L., Torres, G., & García, D. (30 de Junio de 2012). *Red de valor del mango y sus derechos con bases en las propiedades nutricionales y funcionales*. Obtenido de Revista Mexicana de Agronegocios: <https://www.redalyc.org>

- Team, E. (30 de Marzo de 2025). *Why shelf-life testing is critical to beverage safety and product integrity*. Obtenido de Essential Food & Beverage Industry News for Professionals: [https://essfeed.com/why-shelf-life-testing-is-critical-to-beverage-safety-and-product-integrity-why-shelf-life-testing-is-critical-to-beverage-safety-and-product-integrity/?utm\\_source=chatgpt.com](https://essfeed.com/why-shelf-life-testing-is-critical-to-beverage-safety-and-product-integrity-why-shelf-life-testing-is-critical-to-beverage-safety-and-product-integrity/?utm_source=chatgpt.com)
- Terán A., S. (2016). *Patrón de consumo de bebidas saludables y no saludables en adultos jóvenes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en el periodo 2015-2016*. Obtenido de Repositorio PUCE: <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a8e4d90d-6f1e-437d-96be-775eb9516583/content>
- Tetra Pak. (2025). *Tetra Pak*. Obtenido de <https://www.tetrapak.com/es-es/solutions/integrated-solutions-equipment/processing-equipment/pasteurization>
- Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. (2016). *The Stability and Shelf Life of Food*. Science Direct.
- Yahia, E. M., Ornelas-Paz, J. d., Brecht, J. K., García-Solís, P., & Celis, M. E. (July de 2023). *ScienceDirect*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.104860>
- Zhingre Correa, V. L. (2017). *“HERO” Bebida Isotónica Natural producida con Miel de Abeja y Arazá*. Obtenido de Dspace ESPOL: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/43444/1/D-P13642.pdf>

## Apéndice

## Apéndice A



## Panel Sensorial – Bebida Hidratante a base de Esencia de Mango

### Evaluación sensorial - MUESTRA 222

**Escala utilizada:**  
1 = Me disgusta muchísimo | 5 = Ni me gusta ni me disgusta | 10 = Me gusta muchísimo

¿Qué tan atractivo fue el color de la muestra 222?

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

¿Qué tan agradable fue el aroma de la muestra 222?

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

¿Qué tan agradable fue el sabor general de la muestra 222?

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

¿Qué tan adecuado fue el nivel de dulzor de la muestra 222?

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

[Atrás](#) [Siguiete](#) [Borrar formulario](#)

## Apéndice B

## Panel Sensorial En El Tiempo – Bebida Hidratante a base de Esencia de Mango

### Evaluación Sensorial

**Escala Utilizada:**  
1 = Me disgusta muchísimo | 5 = Ni me gusta ni me disgusta | 10 = Me gusta muchísimo

¿Qué tan atractivo fue el color de la muestra?

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

¿Qué tan agradable fue el aroma de la muestra?

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

¿Qué tan agradable fue el sabor de la muestra?

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

¿Qué tan adecuado fue el nivel de dulzor de la muestra?

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Atrás

Siguiente

Borrar formulario