

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS  
FISICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y  
SENSORIALES DE NÉCTAR A BASE DE BABACO  
(*Vasconcellea x pentagona*) Y GRANADILLA (*Passiflora  
ligularis* Juss)**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Autores : Bach. Brayan Raul Ramirez Cieza**

**Bach. Yover Elias Herrera Bermeo**

**Asesor : Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano**



**Línea de investigación : LI\_IIA\_03 Ingeniería de Procesos Alimentarios**

**JAÉN – PERÚ**

**2026**

# Brayan R. Ramirez Cieza; Yover E. Herrera Bermeo

## EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE NÉCTAR A BASE DE ...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3446517796

90 páginas

Fecha de entrega

16 dic 2025, 12:15 p.m. GMT-5

18.929 palabras

Fecha de descarga

16 dic 2025, 12:23 p.m. GMT-5

105.256 caracteres

Nombre del archivo

BRAYAN\_RAUL\_RAMIREZ\_CIEZA\_YOVER\_ELIAS\_HERRERA\_BERMEO\_INFORME.pdf

Tamaño del archivo

2.1 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
  
Dr. Alexander Huamán Mera  
Responsable de la Unidad de Investigación  
de la Facultad de Ingeniería




## 5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

### Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
  
Dr. Alexander Huamán Mera  
Responsable de la Unidad de Investigación  
de la Facultad de Ingeniería



### FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 22 de diciembre del año 2025, siendo las 09:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Ernesto Hernández Martínez  
Secretario: Dr. Frank Fernández Rosillo  
Vocal : Mg. Andrea Fioreli Velarde Santoyo

para evaluar la Sustentación de:

- ( ) Trabajo de Investigación  
( X ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE NÉCTAR A BASE DE BABACO (*Vasconcellea x pentagona*) Y GRANADILLA (*Passiflora ligularis* Juss)" de los estudiantes Yover Elías Herrera Bermeo y Brayán Raul Ramirez Cieza de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- ( X ) Aprobar ( ) Desaprobar ( X ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |        |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )    |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )    |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( 15 ) |
| d) Regular     | 13         | ( )    |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )    |

Siendo las 10:40 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 22 de diciembre de 2025

Dr. Ernesto Hernández Martínez  
Presidente

Dr. Frank Fernández Rosillo  
Secretario

Mg. Andrea Fioreli Velarde Santoyo  
Vocal

**“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”**

**ANEXO N°06:**

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO  
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, **Brayan Raul Ramirez Cieza**, egresado de la carrera Profesional de **Ingeniería de Industrias Alimentarias** de la Facultad de **Ingeniería** de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI **74630517**.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE NÉCTAR A BASE DE BABACO (*Vasconcellea x pentagona*) Y GRANADILLA (*Passiflora ligularis* Juss)”**.

Asesorado por el **Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano**.

El mismo que presento bajo la modalidad de **Tesis** para optar; el Título Profesional/Grado Académico de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 02, marzo, 2026.



Bach. Brayan Raul Ramirez Cieza

**“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”**

**ANEXO N°06:**

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO**

**DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, **Yover Elias Herrera Bermeo**, egresado de la carrera Profesional de **Ingeniería de Industrias Alimentarias** de la Facultad de **Ingeniería** de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI **75332135**.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:  
**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE NÉCTAR A BASE DE BABACO (*Vasconcellea x pentagona*) Y GRANADILLA (*Passiflora ligularis* Juss)”**.  
Asesorado por el **Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano**.  
El mismo que presento bajo la modalidad de **Tesis** para optar; el Título Profesional/Grado Académico de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**.
2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 02, marzo, 2026.



Bach. Yover Elias Herrera Bermeo

## ÍNDICE

RESUMEN.....	13
ABSTRACT .....	14
I. INTRODUCCIÓN .....	15
II. MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
2.1. Lugar de ejecución.....	18
2.2. Materiales .....	18
2.3. Metodología.....	19
2.3.1. Variables de estudio .....	19
2.3.2. Elaboración de néctar .....	20
2.4. Características fisicoquímicas .....	22
2.4.1. pH .....	22
2.4.2. Sólidos solubles totales.....	22
2.4.3. Acidez titulable.....	22
2.4.4. Color instrumental .....	23
2.4.5. Capacidad antioxidante.....	23
2.4.6. Concentración de fenoles totales .....	25
2.4.7. Concentración de flavonoides .....	26
2.5. Análisis microbiológico.....	26
2.5.1. Aerobios mesófilos totales.....	26
2.5.2. Coliformes totales.....	27
2.5.3. Mohos y levaduras .....	27
2.6. Aceptabilidad.....	28
2.7. Cinética de deterioro.....	28
2.8. Diseño experimental .....	30
2.9. Análisis de datos.....	32
III. RESULTADOS.....	33

3.1.	Características fisicoquímicas de la pulpa de babaco y granadilla.....	33
3.2.	Características fisicoquímicas del néctar.....	34
3.3.	Características microbiológicas.....	43
3.5.	Cinética de deterioro.....	48
IV.	DISCUSIÓN.....	52
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1.	Conclusiones.....	60
5.2.	Recomendaciones.....	61
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
	AGRADECIMIENTO.....	71
	DEDICATORIA.....	72
	ANEXOS.....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Modelos de reacción cinética y respectivas ecuaciones integrales .....	29
<b>Tabla 2</b> Proporciones de zumo de babaco y granadilla.....	32
<b>Tabla 3</b> Características fisicoquímicas de las pulpas de babaco ( <i>Vasconcellea x pentagona</i> ) y granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> Juss).....	33
<b>Tabla 4</b> Resultados microbiológicos en néctares de babaco con granadilla .....	43
<b>Tabla 5</b> Constante de velocidad de reacción (k) y coeficientes de determinación ( $R^2$ ) del ajuste cinético del parámetro $L^*$ .....	49
<b>Tabla 6</b> Constante de velocidad de reacción (k) y coeficientes de determinación ( $R^2$ ) del ajuste cinético del parámetro $a^*$ .....	50
<b>Tabla 7</b> Constante de velocidad de reacción (k) y coeficientes de determinación ( $R^2$ ) del ajuste cinético del parámetro $b^*$ .....	51
<b>Tabla 8</b> Constante de velocidad de reacción (k) y coeficientes de determinación ( $R^2$ ) del ajuste cinético de $\Delta E^*$ .....	51
<b>Tabla 9</b> Resultados de las características fisicoquímicas de los tratamientos formulados .....	75
<b>Tabla 10</b> Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para acidez total titulable .....	76
<b>Tabla 11</b> Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para pH .....	76
<b>Tabla 12</b> Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para sólidos solubles totales.....	76
<b>Tabla 13</b> Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para $L^*$ .....	76
<b>Tabla 14</b> Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para $a^*$ .....	76
<b>Tabla 15</b> Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para $b^*$ .....	77
<b>Tabla 16</b> Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para capacidad antioxidante por método DPPH.....	77
<b>Tabla 17</b> Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para capacidad antioxidante por método ABTS .....	77
<b>Tabla 18</b> Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para capacidad antioxidante por método FRAP .....	77
<b>Tabla 19</b> Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para concentración de fenoles totales .....	77

<b>Tabla 20</b>	Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para flavonoides ....	78
<b>Tabla 21</b>	Análisis de varianza (ANVA) de la acidez total titulable.....	78
<b>Tabla 22</b>	Análisis de varianza (ANVA) de los valores de pH .....	78
<b>Tabla 23</b>	Análisis de varianza (ANVA) de los sólidos solubles totales .....	78
<b>Tabla 24</b>	Análisis de varianza (ANVA) de los valores de luminosidad (L*).....	78
<b>Tabla 25</b>	Análisis de varianza (ANVA) de los valores del parámetro a* (verde-rojo) ..	79
<b>Tabla 26</b>	Análisis de varianza (ANVA) de los valores del parámetro b* (azul-amarillo) .....	79
<b>Tabla 27</b>	Análisis de varianza (ANVA) de la capacidad antioxidante (método DPPH)	79
<b>Tabla 28</b>	Análisis de varianza (ANVA) de la capacidad antioxidante (método ABTS).	79
<b>Tabla 29</b>	Análisis de varianza (ANVA) de la capacidad antioxidante (método FRAP).	79
<b>Tabla 30</b>	Análisis de varianza (ANVA) de la concentración de fenoles totales.....	80
<b>Tabla 31</b>	Análisis de varianza (ANVA) de la concentración de flavonoides .....	80
<b>Tabla 32</b>	Prueba de Kruskall-Wallis .....	80
<b>Tabla 33</b>	Prueba de Dunn para color.....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diagrama de flujo de la elaboración del néctar.....	20
<b>Figura 2</b> Esquema experimental de la investigación .....	31
<b>Figura 3</b> Valores medios de pH de los tratamientos de néctar.....	34
<b>Figura 4</b> Valores medios de °Brix de los tratamientos de néctar .....	35
<b>Figura 5</b> Valores medios de % acidez titulable de los tratamientos de néctar .....	35
<b>Figura 6</b> Valores del parámetro L* en néctares formulados con diferentes proporciones de jugo de babaco y granadilla .....	36
<b>Figura 7</b> Valores del parámetro a* en néctares formulados con diferentes proporciones de jugo de babaco y granadilla .....	37
<b>Figura 8</b> Valores del parámetro b* en néctares formulados con diferentes proporciones de jugo de babaco y granadilla .....	38
<b>Figura 9</b> Capacidad antioxidante por DPPH en néctares con diferentes proporciones de jugo babaco y granadilla.....	39
<b>Figura 10</b> Capacidad antioxidante por ABTS en néctares con diferentes proporciones de jugo babaco y granadilla.....	40
<b>Figura 11</b> Capacidad antioxidante por FRAP en néctares con diferentes proporciones de jugo babaco y granadilla.....	41
<b>Figura 12</b> Concentración de fenoles totales de los cinco tratamientos de néctar .....	42
<b>Figura 13</b> Concentración de flavonoides de los cinco tratamientos de néctar .....	43
<b>Figura 14</b> Puntuaciones del color en los cinco tratamientos de néctar.....	45
<b>Figura 15</b> Percepción del olor en los cinco tratamientos de néctar .....	46
<b>Figura 16</b> Percepción de sabor en los diferentes tratamientos .....	46
<b>Figura 17</b> Evaluación de la consistencia de los néctares .....	47
<b>Figura 18</b> Puntuaciones de apariencia general .....	48
<b>Figura 19</b> Curva de calibración de la capacidad antioxidante por el método DPPH ....	81
<b>Figura 20</b> Curva de calibración de la capacidad antioxidante por el método ABTS.....	81
<b>Figura 21</b> Curva de calibración de la capacidad antioxidante por el método FRAP.....	82
<b>Figura 22</b> Curva de calibración para la concentración de fenoles totales .....	82
<b>Figura 23</b> Curva de calibración para la concentración de flavonoides totales .....	83
<b>Figura 24</b> Modelo cinético de orden cero para la evolución del parámetro L*.....	83
<b>Figura 25</b> Modelo cinético de primer orden para la evolución del parámetro L* .....	84

<b>Figura 26</b>	Modelo cinético de orden cero para la evolución del parámetro $a^*$ .....	84
<b>Figura 27</b>	Modelo cinético de orden cero para la evolución del parámetro $b^*$ .....	85
<b>Figura 28</b>	Modelo cinético de primer orden para la evolución del parámetro $b^*$ .....	85
<b>Figura 29</b>	Modelo cinético de orden cero para la evolución del $\Delta E^*$ .....	86
<b>Figura 30</b>	Modelo cinético de primer orden para la evolución del $\Delta E^*$ .....	86
<b>Figura 31</b>	Selección de materia prima .....	87
<b>Figura 32</b>	Lavado y desinfectado .....	87
<b>Figura 33</b>	Despulpado .....	87
<b>Figura 34</b>	Licuado y filtrado.....	88
<b>Figura 35</b>	Estandarizado .....	88
<b>Figura 36</b>	Envasado .....	88
<b>Figura 37</b>	Caracterización de materias primas .....	89
<b>Figura 38</b>	Medición de pH.....	89
<b>Figura 39</b>	Medición de acidez titulable .....	89
<b>Figura 40</b>	Medición de color instrumental .....	90
<b>Figura 41</b>	Preparación de reactivos .....	90
<b>Figura 42</b>	Medición de absorbancias .....	90
<b>Figura 43</b>	Preparación de cultivos .....	91
<b>Figura 44</b>	Medición de aerobios mesófilos .....	91
<b>Figura 45</b>	Medición de coliformes .....	91
<b>Figura 46</b>	Medición de hongos y levaduras.....	91
<b>Figura 47</b>	Almacenamiento .....	92
<b>Figura 48</b>	Medición de turbidez .....	92
<b>Figura 49</b>	Evaluación sensorial .....	92

## RESUMEN

En la actualidad, los néctares de frutas mixtos generan gran interés de consumo por su aporte nutricional y sabores exóticos. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de diferentes proporciones de pulpa de babaco y granadilla sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y la aceptación sensorial de los néctares mixtos, además de determinar la cinética de deterioro del mejor tratamiento durante 42 días a 28, 38 y 48 °C. Se formularon cinco tratamientos mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Se evaluaron parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. Los datos se analizaron con ANOVA/Tukey y Kruskal Wallis-Dunn para aceptabilidad ( $\alpha=0.05$ ). Los resultados indicaron que la proporción de pulpa influyó significativamente en la acidez, capacidad antioxidante (método DPPH) y los parámetros de color  $L^*$  y  $b^*$ . En aceptabilidad, solo el color mostró diferencias significativas ( $p<0.05$ ). Todos los tratamientos cumplieron con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por las normativas NTP 203.110:2009 y NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.0. El tratamiento 5, seleccionado para evaluar la cinética de deterioro, mostró que los parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  y  $\Delta E^*$ ) siguieron una cinética de orden cero.

**Palabras clave:** *Vasconcellea x pentagona*, *Passiflora ligularis* Juss, capacidad antioxidante, fenoles totales y cinética de deterioro.

## ABSTRACT

Currently, mixed fruit nectars are generating great consumer interest due to their nutritional value and exotic flavors. The objective of the study was to evaluate the effect of different proportions of babaco and passion fruit pulp on the physicochemical and microbiological characteristics and sensory acceptance of mixed nectars, as well as to determine the deterioration kinetics of the best treatment over 42 days at 28, 38, and 48 °C. Five treatments were formulated using a Completely Randomized Block Design (CRBD). Physicochemical, microbiological, and sensory parameters were evaluated. The data were analyzed using ANOVA/Tukey and Kruskal Wallis-Dunn for acceptability ( $\alpha=0.05$ ). The results indicated that the proportion of pulp significantly influenced acidity, antioxidant capacity (DPPH assay), and the color parameters  $L^*$  and  $b^*$ . In terms of acceptability, only color showed significant differences ( $p<0.05$ ). All treatments met the physicochemical and microbiological requirements established by regulations NTP 203.110:2009 and NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.0. Treatment 5, selected to evaluate the kinetics of deterioration, showed that the color parameters ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , and  $\Delta E^*$ ) followed zero-order kinetics.

**Keywords:** *Vasconcellea x pentagona*, *Passiflora ligularis* Juss, antioxidant capacity, total phenols and deterioration kinetics.

## I. INTRODUCCIÓN

El consumo de frutas y verduras se ha asociado a una baja incidencia de enfermedades degenerativas (como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares y la enfermedad de Alzheimer) debido a los efectos protectores asociados a los componentes antioxidantes que contienen estos alimentos (Cadena et al. 2013; Embaby y Mokhtar, 2019). En este contexto, ha crecido el interés por alimentos con características especiales y propiedades saludables, lo que ha impulsado el desarrollo de nuevas bebidas listas para consumir a base de mezclas de zumos de frutas (Pinheiro et al., 2022). Esta tendencia ha despertado el interés de la industria de zumos y néctares, quienes buscan satisfacer la creciente demanda (Cadena et al., 2013), y representa para el Perú una oportunidad clave para valorizar frutas exóticas, como el babaco, y de agroexportación no tradicional, como la granadilla.

Por un lado, el babaco, una fruta cuyo consumo es reducido debido al desconocimiento de sus propiedades nutricionales, pero posee características distintivas, como una pulpa muy jugosa, aroma apreciable y su sabor recuerda a una mezcla de piña, fresa y papaya, sin embargo, posee un sabor ligeramente ácido y bajo en azúcar, lo que tiende a perjudicar su aceptación (Aguirre et al. 2024; Mihai et al. 2024). Por otro lado, la granadilla es un fruto de importancia económica para el Perú. Según la Agencia Agraria de Noticias (2025), en el 2024 se exportaron 230.166 toneladas. No obstante, esta fruta presenta una alta perecibilidad, su vida útil es corta (12-14 días a temperatura ambiente) y su cáscara es susceptible a oxidación y deterioro, lo que compromete rápidamente su apariencia y calidad comercial (Moseki et al., 2025; Shankar et al., 2020).

Frente a esta problemática, la formulación de néctares mixtos surge como una estrategia tecnológica viable, aumentando la disponibilidad del producto frutícola durante todo el año, además, la combinación de frutas permite combinar sabores, nutrientes y compuestos funcionales, mitigando posibles defectos sensoriales de un componente individual y mejorando el perfil global del producto (Pinheiro et al., 2022). Además, que los néctares mixtos son más apreciados que los néctares puros (Nunes et al., 2019).

La combinación de babaco y granadilla se fundamenta en la complementariedad de sus atributos nutricionales. El babaco es fuente de vitamina C, vitamina A, tiamina, riboflavina, potasio, calcio, fósforo, fibra, papaína y compuestos fenólicos que confieren

actividad antioxidante (Aguirre-Rodríguez et al., 2024b; Mihai et al., 2024b; Villarreal et al., 2003). La granadilla por su parte aporta un alto contenido de fibra, potasio y vitamina C (Hidalgo et al., 2023), también se han identificado la presencia de compuestos fenólicos, como el ácido 4-hidroxibenzoico y el ácido cafeico a los cuales se asocian notables propiedades antioxidantes (Wiliantari et al., 2022).

Durante el almacenamiento, el néctar sufre cambios químicos relacionados con la calidad, como la degradación del color debido a la formación de pigmentos por reacciones no enzimáticas, en consecuencia, estos cambios pueden afectar el grado de aceptabilidad por parte de los consumidores (Wibowo et al., 2015). Dado que la calidad es fundamental en los alimentos, es necesario controlar el deterioro durante el almacenamiento. Para ello, el modelado cinético de las reacciones no enzimáticas se presenta como una herramienta fundamental, ya que permite estimar la velocidad de dichas reacciones en función de la temperatura y, con ello, determinar el tiempo máximo de almacenamiento sin que se comprometa la calidad del producto (Selen y Karadeniz, 2003).

Investigaciones previas respaldan el potencial de las mezclas de frutas en los néctares. Vera et al. (2025), por ejemplo, evaluaron la actividad antioxidante y las propiedades fisicoquímicas de un néctar de mango con diferentes niveles de pitahaya, y observaron que esta última no solo aumentó el contenido de fenoles totales y mejoró propiedades como la densidad y viscosidad, sino que el tratamiento con mayor proporción de pitahaya obtuvo la mejor aceptabilidad sensorial. Por su parte, Machado et al. (2014) analizaron néctares mixtos con diversas mezclas de mango, manzana de anacardo y acerola, encontrando que, la formulación con mayores proporciones de mango y manzana de anacardo fue la mejor aceptada sensorialmente, asimismo, demostraron que la adición de acerola, aunque en proporciones menores fue el factor que más influyó en el incremento de la actividad antioxidante del néctar. Estos trabajos evidencian el potencial de las mezclas de frutas para optimizar tanto las características sensoriales como el valor funcional de los néctares.

En este sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la proporción de babaco y granadilla en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de un néctar mixto. Para ello, se plantearon los siguientes objetivos específicos: determinar las características fisicoquímicas (pH, sólidos solubles totales, acidez titulable, color instrumental, capacidad antioxidante, concentración de fenoles totales y concentración

de flavonoides); evaluar las características microbiológicas (recuento de aerobios mesófilos, coliformes totales, así como hongos y levaduras); y analizar la aceptabilidad (sabor, color, aroma, consistencia y aceptabilidad general) de las diferentes formulaciones, y con el mejor tratamiento identificado, se evaluó la cinética de deterioro durante el almacenamiento.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de ejecución

La elaboración del néctar y evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas se realizaron en el Laboratorio de Ingeniería y Postcosecha del Instituto de Investigación, Innovación y Desarrollo para el Sector Agrario y Agroindustrial (IIDAA) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM).

El análisis sensorial y la cinética de deterioro se realizó en el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos del Departamento de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén (UNJ).

### 2.2. Materiales

**Materia prima:** Para la elaboración del néctar se utilizaron dos frutas: babaco y granadilla. El babaco fue obtenido de la parcela de la señora Leonilda Cotrina Herrera, ubicada en el caserío La Palma, distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio; mientras que la granadilla provino de la parcela de la señora Bercely Cotrina Delgado, ubicada en el caserío El Corazón, también en el distrito de Chirinos.

La selección de babaco se realizó de acuerdo con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1998:2005. Los frutos se clasificaron como "maduros" al presentar una coloración amarilla entre 41 - 80 % de su superficie. En cuanto al tamaño, se seleccionaron frutos de las categorías "grande" (diámetro polar >260 mm; masa 1001-1700 g) y "mediano" (diámetro polar 230-259 mm; masa 701-1000 g).

La granadilla utilizada fue clasificada en la categoría "Super Extra", de acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 012.002:2024. Para cumplir con esta categoría, los frutos se seleccionaron bajo los siguientes criterios: estar exentos de daños físicos, magulladuras, defectos, manchas necróticas, plagas, olores y/o sabores extraños; además de estar limpios, libres de materia extraña visible, adecuadamente desarrollados y dotados de su tallo o pedúnculo. Asimismo, la materia prima cumplió con los requisitos dimensionales especificados en la norma: una longitud entre 89 y 98 mm, un diámetro entre 74 y 84 mm, y un peso comprendido entre 120 y 177 g.

**Insumos:** Los insumos empleados para la elaboración de néctar incluyeron ácido cítrico, carboximetilcelulosa (CMC) y sorbato de potasio, adquiridos de la empresa Oregon Chem Group S.A.C. (Lima, Perú). El azúcar blanco se obtuvo del establecimiento El Mini Café (Chachapoyas, Perú) y el agua de mesa fue proporcionada por la empresa AWA LIFE (Chachapoyas, Perú).

## **2.3. Metodología**

### **2.3.1. Variables de estudio**

a. Independiente:

- Proporción de zumo de babaco y granadilla (80/20, 60/40, 50/50, 40/60, 20/80).

b. Dependientes:

1° Etapa

- pH
- Sólidos solubles totales
- Acidez titulable
- Color instrumental ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ )
- Capacidad antioxidante
- Concentración de fenoles totales
- Concentración de flavonoides
- Recuento de aerobios mesófilos
- Recuento de coliformes totales
- Recuento de mohos y levaduras
- Aceptabilidad

2° Etapa

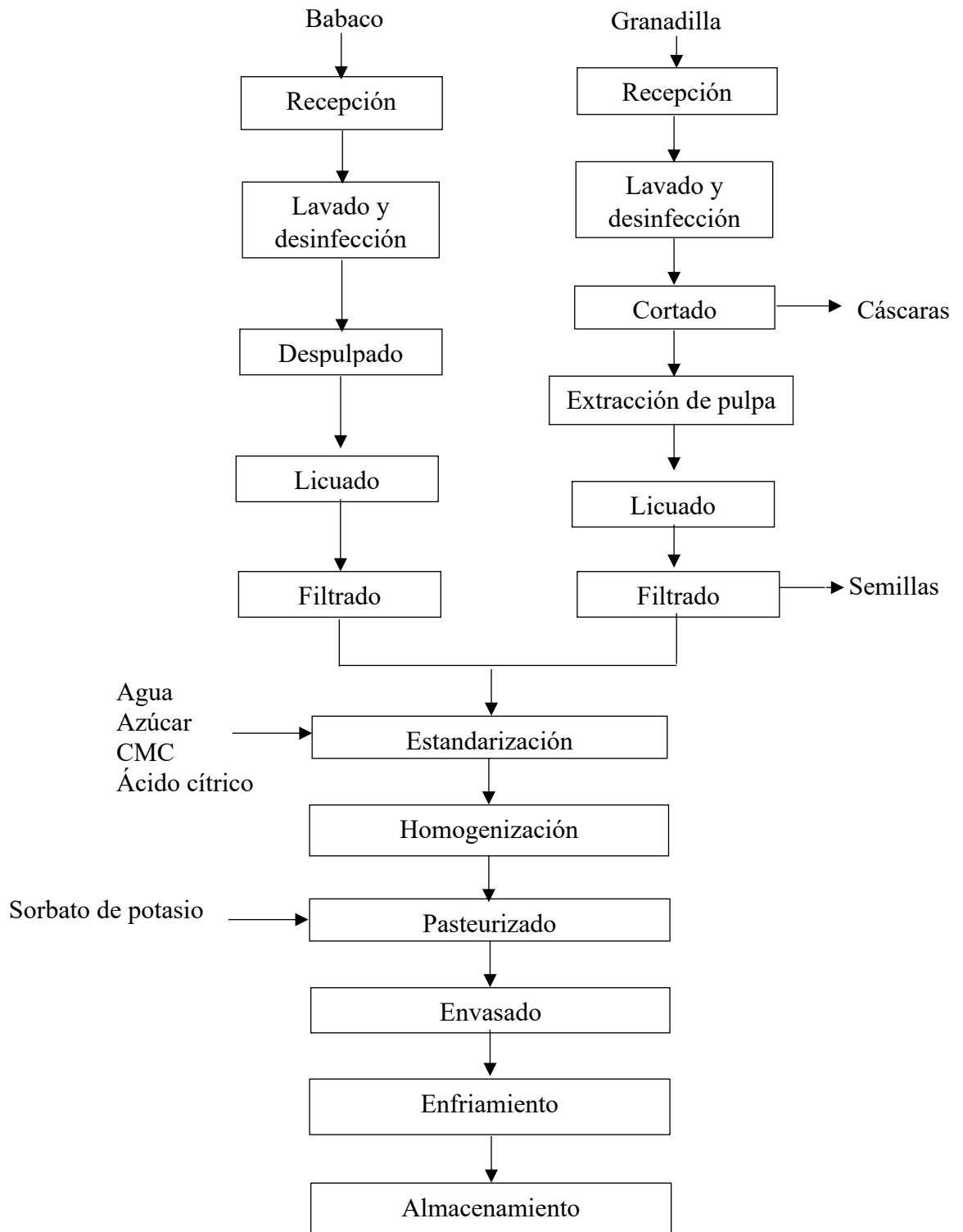
- Constante de velocidad de reacción y el orden de reacción de la variación del calor.

### 2.3.2. Elaboración de néctar

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo de la elaboración del néctar de babaco y granadilla.

**Figura 1**

*Diagrama de flujo de la elaboración del néctar*



**Recepción de la materia prima:** El babaco y la granadilla fueron obtenidos de dos productores locales previamente seleccionados. Durante la recepción, se realizó una inspección visual de los frutos, verificando que se encontraran en buen estado, sin presencia de hongos, magulladuras ni daños mecánicos.

**Lavado y desinfección:** Las frutas fueron sometidas a un proceso de limpieza con agua potable, seguido de una desinfección utilizando una solución de hipoclorito de sodio de 200 ppm (INACAL, 2020).

**Despulpado:** En el caso del babaco, la pulpa se obtuvo mediante el pelado manual con cuchillo, eliminando la cáscara. Para la granadilla, la fruta fue cortada y la pulpa se extrajo de forma manual con ayuda de una cuchara de acero inoxidable, separándola de las cáscaras.

**Licuada:** Una vez extraída la pulpa de ambas frutas (babaco y granadilla), esta fue licuada por separado, la pulpa de babaco durante 60 s y pulpa de granadilla durante 30 s, las dos a una velocidad de licuado de 1500 rpm.

**Filtrado:** Se realizó con una tela organza para evitar la presencia de semillas y fibras.

**Estandarización:** Los jugos de babaco y granadilla fueron mezclados en las proporciones definidas por los tratamientos experimentales. Posteriormente, se adicionó agua potable en una proporción de 1:2 (jugo:agua). A esta mezcla se incorporaron los ingredientes formulados: azúcar blanca, carboximetilcelulosa (CMC) al 0.07 %, ácido cítrico y sorbato de potasio al 0.05 %. La formulación fue ajustada de acuerdo con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 203.110:2022 "Jugos, néctares y bebidas de fruta. Requisitos".

**Homogeneizado:** Una vez incorporados todos los ingredientes, se procedió a homogeneizar la mezcla, con el fin de lograr una distribución uniforme de los componentes.

**Pasteurización:** El proceso de pasteurización se llevó a cabo a 80 °C por un tiempo de 5 min, condiciones establecidas como efectivas para la

inactivación de bacterias aeróbicas, levaduras y mohos, según Hoang et al. (2023).

**Envasado:** Las bebidas se dejaron enfriar a 55 °C, luego se envasaron en botellas de vidrio con capacidad de 300 mL, previamente esterilizadas a 90 °C durante 5 min en baño maría.

**Almacenamiento:** El néctar fue almacenado en refrigeración a 8 °C.

## **2.4. Características fisicoquímicas**

### **2.4.1. pH**

El pH de las pulpas de babaco y granadilla, así como de los tratamientos de néctar, se determinó siguiendo la metodología AOAC 981.12 (2005). Para las pulpas, se homogeneizó 1 g de muestra en 40 mL de agua destilada, mientras que en el néctar la medición se efectuó directamente. La lectura se realizó en un medidor de pH (Hanna Instruments, HI2020-01, EE. UU.), previamente calibrado a pH 4, 7 y 10. Las mediciones se repitieron cuatro veces.

### **2.4.2. Sólidos solubles totales**

Los sólidos solubles totales se determinaron tanto en las pulpas de las frutas como en cada tratamiento de néctar siguiendo el método AOAC 983.17. (2005). Para ello se colocó una pequeña muestra en un refractómetro digital (Milwaukee, MA871, EE. UU.) previamente calibrado, luego se tomó la medida. Las mediciones se repitieron cuatro veces.

### **2.4.3. Acidez titulable**

Se determinó la acidez titulable (AT) en las pulpas de babaco y granadilla, así como en cada tratamiento de néctar, empleando el método AOAC 942.15. (2005). El procedimiento consistió en titular cada muestra con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N, utilizando fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron como porcentaje de AT y se calcularon de la siguiente manera:

$$\% AT = \frac{V_1 * N_{NaOH} * Peq}{m} * 100 \dots \dots (1)$$

Donde:

$V_1$ : volumen de Hidróxido de sodio usado (mL)

$N_{NaOH}$ : normalidad del hidróxido de sodio (0.1 N)

m: masa de la muestra (g)

Peq: 0.06404 g de ácido cítrico anhidro. Peso equivalente del ácido en términos del cual se expresa la acidez.

#### 2.4.4. Color instrumental

Se determinó en un colorímetro (Konica minolta, CR-400, EE.UU.) utilizando el sistema de color CIELab. Los parámetros evaluados fueron  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , en los que el eje  $L^*$  (luminosidad) varía de negro (0) a blanco (100), el eje  $a^*$  de verde (-a) a rojo (+a) y el eje  $b^*$  de azul (-b) a amarillo (+b).

Para cuantificar el cambio de color en el estudio cinético del deterioro, se utilizó la diferencia total de color ( $\Delta E^*$ ), este parámetro se calculó como la distancia euclidiana en el espacio de color CIELAB entre una muestra almacenada y el néctar antes del almacenamiento, según la siguiente ecuación:

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \dots \dots (2)$$

Donde  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  corresponden a la muestra almacenada, y el subíndice "0" indica los valores de color iniciales.

#### 2.4.5. Capacidad antioxidante

Los extractos fueron preparados de acuerdo con la metodología propuesta por Hoffmann et al. (2017), se pesaron 2 g de muestra y se homogeneizaron con 20 mL de etanol 96° por 1 min usando un vortex, posteriormente se centrifugaron por 10 min a 10000 rpm y 4 °C. Se separó el sobrenadante y se utilizó como extracto crudo para determinar la capacidad antioxidante, y las concentraciones de fenoles totales y flavonoides.

**a. Método DPPH**

La capacidad de eliminación de radicales 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) se determinó usando el método reportado por Elbouny et al. (2022) con algunas modificaciones propuestas por AlMotwaa y Al-Otaibi (2022). Se diluyó 2.36 mg de radical DPPH en 100 mL de metanol acuoso al 80 % y luego se siguió diluyendo con etanol de 96° hasta una absorbancia de  $0.700 \pm 0.02$ . Luego se colocó 100  $\mu\text{L}$  de muestra en tubos de ensayo y se adicionó 3.9 mL de solución de radical DPPH, la mezcla se mantuvo en oscuridad durante 30 min, y finalmente se leyó la absorbancia de las muestras en un espectrofotómetro (Thermo Fisher Scientific, Genesis IXX, EE. UU.) a 517 nm.

Los resultados se expresaron como  $\mu\text{mol}$  de equivalente de Trolox (ET)/100 mL, calculados a partir de una curva estándar de Trolox ( $y = -0.0006x + 0.7021$ ;  $R^2 = 0.9962$ ), tal como se presenta en la Figura 19 (ver Anexo 3), utilizando concentraciones entre 25 a 1000  $\mu\text{M}$  (Hu et al. 2016; Zoldan et al. 2023).

**b. Método ABTS**

La capacidad antioxidante utilizando ABTS [ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)] se determinó de acuerdo con el método reportado por Urbizu et al. (2017) y con algunas modificaciones propuestas por Visakh et al. (2022). Se mezcló 5 mL de solución acuosa de ABTS (7 mM) con 88  $\mu\text{L}$  de persulfato de potasio (140 mM) y se mantuvo en oscuridad durante 16 h antes de su uso. Después la mezcla se diluyó con etanol 96° hasta que la absorbancia a 734 nm fue de  $0.700 \pm 0.02$ . Luego, se añadieron 30  $\mu\text{L}$  de extracto y 3 mL de solución radical ABTS azul-verde a los tubos de ensayo, y se dejaron reaccionar en oscuridad por 6 min, finalmente, se midió la absorbancia a 734 nm en un espectrofotómetro (Thermo Fisher Scientific, Genesis IXX, EE. UU.).

Los resultados se expresaron en  $\mu\text{mol ET}/100 \text{ mL}$  de néctar, calculados a partir de una curva estándar de Trolox ( $y = -0.0003x + 0.6743$ ;  $R^2 = 0.9967$ ) con una concentración de 25 a  $1000 \mu\text{M}$  (Urbizu et al., 2017).

**c. Método FRAP**

Este ensayo se realizó de acuerdo con Liu et al. (2014) con algunas modificaciones. La solución FRAP recién preparada contenía 170 mL de buffer de acetato de 300 mM (pH 3.6), 17 mL de TPTZ de 10 mM (disuelto en HCl de 40 mM) y 17 mL de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  de 20 mM. Se pipetearon a los tubos de ensayo 2.7 mL de solución FRAP, 90  $\mu\text{L}$  de extracto y 270  $\mu\text{L}$  de agua destilada, se homogeneizaron en un vortex y se incubaron a  $37^\circ\text{C}$  durante 4 min. Luego se midió la absorbancia a 593 nm usando un espectrofotómetro (Thermo Fisher Scientific, Genesis IXX, EE. UU.).

Los resultados se expresaron como  $\mu\text{mol FeSO}_4/100 \text{ mL}$  y se determinaron a partir de una curva de calibración ( $y = 0.0006x + 0.087$ ;  $R^2 = 0.9953$ ) utilizando  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (sulfato ferroso heptahidratado) 4 mM (55.60 g para 50 mL de agua destilada) en un rango de concentración entre 200 y  $3800 \mu\text{M}$  (Liu et al., 2014). La curva de calibración se muestra en la Figura 21 (ver Anexo 3).

**2.4.6. Concentración de fenoles totales**

La concentración de fenoles totales de todas las muestras se midió mediante el método de Folin-Ciocalteu con algunas modificaciones (Floegel et al., 2011; Hasheminya y Dehghannya, 2021). Se mezclaron 0.5 mL de extracto con 2.5 mL de reactivo Folin Ciocalteu al 10 % v/v y 2.0 mL de solución saturada de carbonato de sodio 4 % p/v. La mezcla se agitó en un vortex y se dejó reposar en oscuridad durante 2 h. Posteriormente, se determinaron las absorbancias de las muestras a 765 nm utilizando un espectrofotómetro (Thermo Fisher Scientific, Genesis IXX, EE. UU.).

La concentración de fenoles totales se calculó con una curva estándar ( $y = 0.0014x + 0.0391$ ;  $R^2 = 0.0391$ ) de ácido gálico (0 - 2500 ppm), como se muestra la Figura 22 (ver Anexo 12), y se expresó como mg de

equivalente de ácido gálico (EAG)/100 mL (Floegel et al. 2011; Hasheminya y Dehghannya, 2021).

#### **2.4.7. Concentración de flavonoides**

La concentración de flavonoides se midió siguiendo el método colorimétrico diseñado por Laukaleja y Kruma (2019) con algunas modificaciones. 400  $\mu$ L de extracto fueron mezclados con 120  $\mu$ L de  $\text{NaNO}_2$  (nitrato de sodio) al 5 % p/v, 120  $\mu$ L de  $\text{AlCl}_3$  (cloruro de aluminio) 10 % p/v, 800  $\mu$ L de NaOH (hidróxido de sodio) a 1 M y ajustados con agua destilada hasta un volumen final de 4 mL (2560  $\mu$ L  $\text{H}_2\text{O}$ ), y se dejó a reaccionar 15 min a temperatura ambiente, luego se midió la absorbancia 415 nm con un espectrofotómetro.

La concentración de flavonoides se calculó a partir de una curva estándar de quercetina ( $y = 0.0009x + 0.0167$ ;  $R^2 = 0.9983$ ), cómo se evidencia en la Figura 23 (ver Anexo 13), y se expresó como mg de quercetina (EQ)/100 mL de muestra (Laukaleja y Kruma, 2019).

### **2.5. Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico se realizó basándose en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, que establece los criterios y parámetros microbiológicos de calidad e inocuidad sanitaria en alimentos y bebidas para consumo humano (Dirección General de Salud Ambiental, 2008). Los microorganismos que se evaluaron fueron aerobios mesófilos totales, coliformes totales, mohos y levaduras.

#### **2.5.1. Aerobios mesófilos totales**

Se realizó utilizando el método de recuento en placa, de acuerdo con lo establecido por la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas de los Alimentos (ICMSF) (2000). Inicialmente, se preparó una solución de agua peptonada al 0.1 %, disolviendo 1.0 g de peptona en 1000 mL de agua destilada. La solución se llevó a punto de ebullición para asegurar la disolución completa y posteriormente se esterilizó en autoclave a 121 °C durante 15 min.

El medio de cultivo utilizado fue Plate Count Agar (PCA), para lo cual se disolvieron 22.5 g en 1000 mL de agua ultrapura. Este también se llevó a

punto de ebullición para garantizar la completa disolución y se esterilizó en autoclave bajo las mismas condiciones de temperatura y tiempo.

En tubos de ensayo previamente codificados, se añadieron 9 mL de agua peptonada estéril, a los cuales se incorporó 1 mL de la muestra de néctar. Cada muestra fue sometida a un esquema de diluciones seriadas hasta alcanzar concentraciones de  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$ .

Posteriormente, se procedió a sembrar las diluciones  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  utilizando la técnica de siembra por incorporación. Una vez solidificado el agar, las placas fueron incubadas a 35 °C durante 48 h. Transcurrido este tiempo, se realizó el recuento de colonias utilizando un contador de colonias.

### **2.5.2. Coliformes totales**

Se utilizó la técnica de tubos múltiples o Número Más Probable (NMP) de acuerdo con lo establecido por la ICMSF (2000). Inicialmente, los tubos de ensayo fueron esterilizados en una estufa a 180 °C durante 2 h. Posteriormente, se colocaron campanas Durham en cada tubo de ensayo, posicionándolas de forma invertida.

El medio de cultivo utilizado fue Caldo Lauril Sulfato, para el cual se disolvieron 36.5 g de este en 1000 mL de agua ultrapura, asegurando una disolución completa mediante agitación. A cada tubo se añadieron 10 mL del medio preparado y se sometieron a un proceso de autoclavado durante 15 min a 121 °C.

Para la preparación de la solución base  $10^{-1}$ , se mezcló 1 mL de néctar con 9 mL de agua ultrapura en un tubo de ensayo. A partir de esta dilución, se inocularon tres tubos de ensayo con medio de cultivo, transfiriendo 1 mL a cada uno (obteniéndose así tres repeticiones). Finalmente, las muestras fueron incubadas a 37 °C durante 48 h.

### **2.5.3. Mohos y levaduras**

Se utilizó la técnica de recuento en placas establecido por la ICMSF, (2000). Inicialmente se prepararon los medios de cultivo Agar Sabouraud (mohos) y Agar Cloranfenicol (levaduras), disolviendo 65 g y 40 g, respectivamente, en 1000 mL de agua ultrapura. Posteriormente, los

medios se esterilizaron en autoclave a 121 °C durante 15 min. En tubos de ensayo previamente codificados, se colocaron 9 mL de agua ultrapura y 1 mL de la muestra de néctar, obteniendo una dilución inicial de  $10^{-1}$ . A partir de esta, se realizaron diluciones seriadas hasta alcanzar concentraciones de  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ . Después, se procedió a sembrar mediante la técnica de siembra por incorporación las diluciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ . Una vez solidificado el agar se incubaron a 28 °C por 48 h. Transcurrido este tiempo, se realizó el recuento de colonias utilizando un contador de colonias.

## **2.6. Aceptabilidad**

La evaluación sensorial de las muestras de néctar se realizó con la participación de 112 panelistas no entrenados, con edades entre 18 y 50 años. Las muestras se presentaron en vasos de 50 mL que contenían 30 mL de néctar, cada uno codificado con un número aleatorio de tres dígitos. A los panelistas se les proporcionó agua para que se enjuagaran el paladar entre muestras. La aceptación del color, olor, sabor, consistencia y aceptabilidad general se evaluaron utilizando una escala hedónica de 9 puntos propuesta por Stone y Sidel (1985), que va desde 1 (me disgusta muchísimo) hasta 9 (me gustó muchísimo). El estudio contó con la aprobación del Comité de Ética de la universidad (ver Anexo 5) y los participantes fueron informados de cada detalle del alcance de la investigación.

## **2.7. Cinética de deterioro (orden de reacción y constante de velocidad)**

El criterio principal para seleccionar el mejor tratamiento será la aceptabilidad sensorial. Como criterios secundarios se considerarán la capacidad antioxidante y la mayor concentración de fenoles y flavonoides totales.

Por lo tanto, la evaluación de la cinética de deterioro del color para el mejor tratamiento se basó en la medición de los indicadores  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  y  $\Delta E^*$  durante 42 días de almacenamiento a 28, 38 y 48 °C. Para el análisis de los datos obtenidos, estos se ajustaron a modelos cinéticos utilizando el software Excel, seleccionándose el modelo más adecuado en función del coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

Dicho análisis se basó en los principios establecidos por Labuza (1984), quien describe que la tasa de ganancia de un factor de calidad indeseable [B] como es

la formación de color marrón en los alimentos como resultado de la reacción de Maillard, puede modelarse mediante la siguiente ecuación diferencial:

$$+ \frac{d[B]}{dt} = k[B]^n \dots \dots (3)$$

Donde:

t: es el tiempo de almacenamiento en días (d)

k: es la constante de velocidad de reacción (d<sup>-1</sup>)

n: orden de reacción

[B]: factor de calidad medido

Si bien Labuza (1984) indica que la mayoría de las reacciones de deterioro en alimentos se ajustan a cinéticas de orden cero (n=0) o de primer orden (n=1), para el caso específico de la formación de color marrón, Van Boekel (2008) confirma que este fenómeno sigue predominantemente un modelo de orden cero.

La integración de la ecuación (3) para los órdenes 0 y 1, da lugar a las ecuaciones integrales linealizadas que se presentan en la Tabla 1

**Tabla 1**

*Modelos de reacción cinética y respectivas ecuaciones integrales*

Orden	Ecuaciones integrales
0	$[B] = [B_0] + kt$
1	$\ln [B] / [B_0] = kt_u$ o $[B] = [B_0]e^{kt}$

*Nota:* [B<sub>0</sub>] representa el valor inicial del factor de calidad.

**Condiciones de almacenamiento**

El tratamiento 5 se replicó tres veces, obteniéndose tres lotes. Cada lote fue dividido y almacenado bajo condiciones controladas a 28 °C, 38 °C y 48 °C. Las muestras fueron analizadas cada 7 días durante un período total de 42 días. En cada punto de evaluación, se extrajo un frasco por lote y temperatura, y se realizaron mediciones por triplicado.

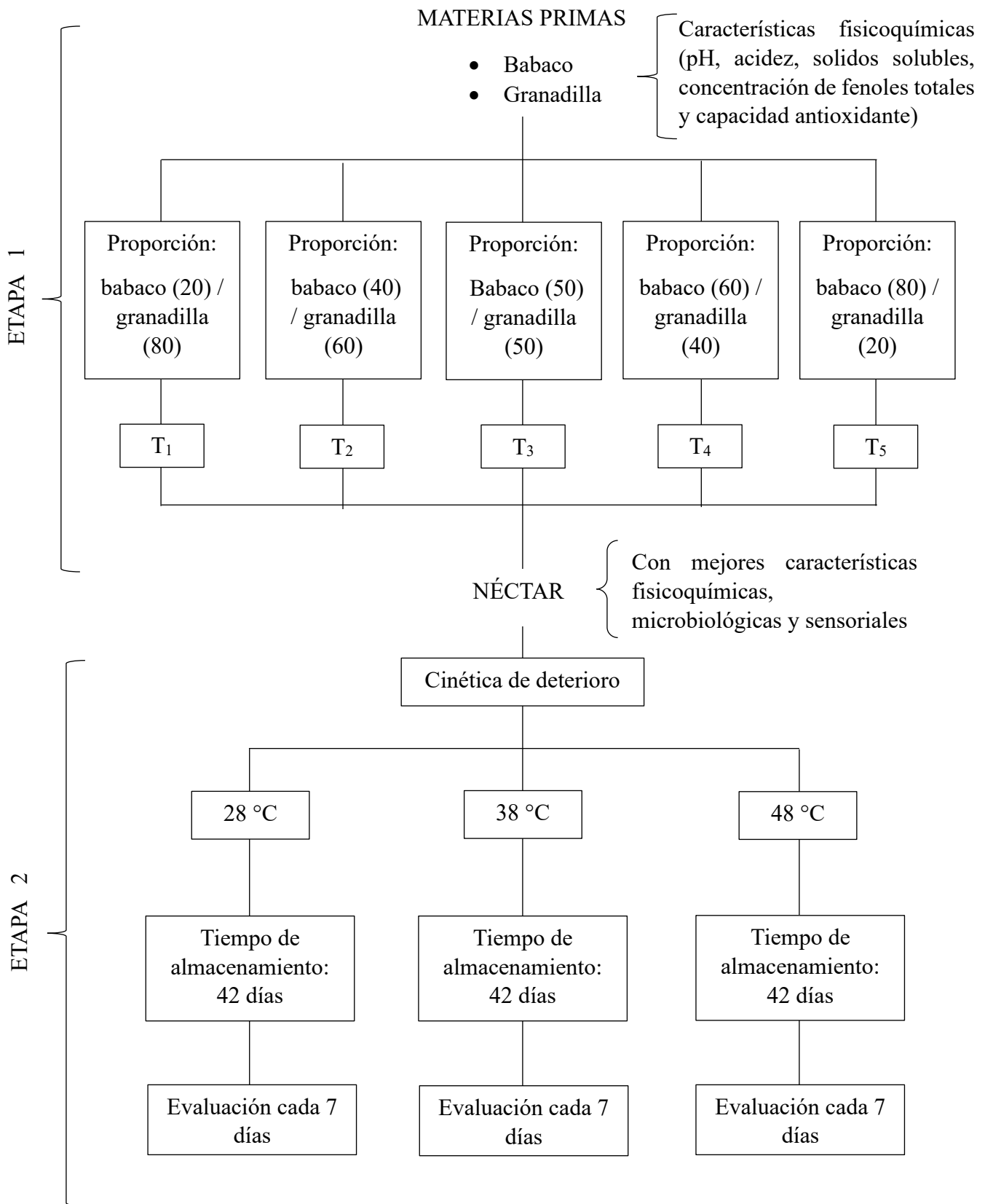
## **2.8. Diseño experimental**

Se aplicó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA). Se realizaron cinco tratamientos y el proceso de elaboración del néctar se repitió tres veces (en días diferentes, por lo que el día de procesamiento se consideró el bloque en el diseño experimental). Esto resultó en quince ensayos experimentales.

La Figura 2 muestra el esquema experimental, el cual se dividió en dos etapas. En la primera, se caracterizó la materia prima y se aplicaron cinco tratamientos que consistieron en mezclar zumo de babaco y granadilla en proporciones de 20/80, 40/60, 50/50, 60/40 y 80/20. A cada tratamiento se le evaluaron sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales con el objetivo de seleccionar la mezcla con mejores características. En la segunda etapa, se determinó la cinética de deterioro del néctar seleccionado. Para ello, se almacenaron muestras bajo tres condiciones de temperatura (28, 38 y 48 °C) y se evaluó la degradación del color cada 7 días.

**Figura 2**

*Esquema experimental de la investigación*



*Nota:* En este esquema se detallan las dos etapas para la ejecución de los análisis propuestos.

La Tabla 2 resume las proporciones de zumo de babaco y granadilla empleadas para la formulación de los cinco tratamientos establecidos para la etapa 1.

**Tabla 2**

*Proporciones de zumo de babaco y granadilla*

Tratamiento	Babaco (%)	Granadilla (%)
T1	20	80
T2	40	60
T3	50	50
T4	60	40
T5	80	20

## 2.9. Análisis de datos

En la primera etapa, los resultados de pH, sólidos solubles, acidez titulable, color instrumental, capacidad antioxidante, concentración de fenoles totales y concentración de flavonoides se sometieron a un Análisis de la Varianza (ANOVA) para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos, previamente se verificó el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Cuando se detectaron diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5 % para determinar las diferencias entre pares de tratamientos. Para la aceptabilidad sensorial se utilizaron las pruebas de Kruskal-Wallis y Dunn a un nivel de significancia del 5% para determinar las diferencias entre tratamientos y entre pares de tratamientos, respectivamente (Granato et al., 2014). Los análisis fueron realizados utilizando el software RStudio. Los datos se presentaron como media  $\pm$  desviación estándar (DE) de las mediciones por triplicado.

Por otro lado, en la segunda etapa, para la determinación de la cinética de deterioro, se evaluaron diferentes modelos utilizando el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que permitió determinar el orden de reacción y la constante de velocidad de reacción asociada, para ello se utilizó el software Excel LTSC versión 2021.

### III. RESULTADOS

#### ETAPA I

#### 3.1. Características fisicoquímicas de la pulpa de babaco y granadilla

En la Tabla 3 se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos realizado por triplicado de las pulpas de babaco y granadilla sin procesar. La pulpa de babaco mostró mayor acidez titulable y capacidad antioxidante (métodos ABTS y FRAP). Por su parte, la de granadilla destacó por sus niveles altos de sólidos solubles totales (14.20 °Brix frente a 4.10 °Brix del babaco), junto con mayor pH, fenoles totales y capacidad antioxidante por DPPH. Ambas pulpas registraron concentraciones similares de flavonoides.

**Tabla 3**

*Características fisicoquímicas de las pulpas de babaco (*Vasconcellea x pentagona*) y granadilla (*Passiflora ligularis* Juss)*

<b>Características fisicoquímicas</b>	<b>Babaco</b>	<b>Granadilla</b>
Acidez titulable - % (ácido cítrico)	0.49 ± 0.00	0.43 ± 0.00
Sólidos solubles totales - SST (°Brix)	4.10 ± 0.06	14.20 ± 0.06
pH10	4.34 ± 0.01	5.14 ± 0.01
Capacidad antioxidante - DPPH (µmol ET/100 g)	200.722 ± 0.962	254.056 ± 0.962
Capacidad antioxidante - ABTS (µmol ET/100 g)	302.111 ± 13.878	287.667 ± 10.000
Capacidad antioxidante - FRAP (µmol Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /100 g)	345.556 ± 3.849	204.444 ± 4.194
Fenoles totales (mg EAG/100 g)	169.214 ± 3.113	360.405 ± 15.817
Flavonoides (mg EQ/100 g)	61.815 ± 3.395	59.963 ± 11.130
Parámetros de color L*	39.84 ± 0.29	38.73 ± 0.02
a*	0.29 ± 0.05	0.20 ± 0.05
b*	7.88 ± 0.09	6.82 ± 0.09

*Nota.* Los valores se expresan como media ± DE.

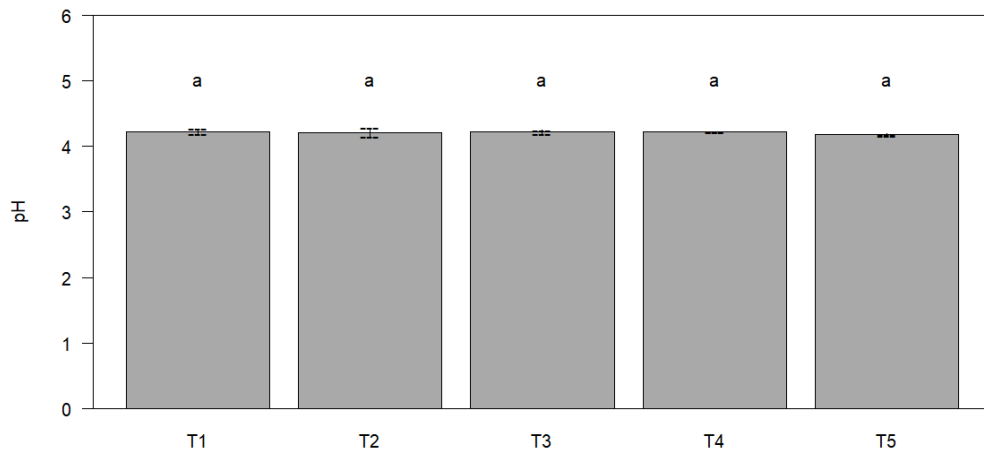
### 3.2. Características fisicoquímicas del néctar

#### pH

La Figura 3 muestra los valores de pH de los cinco tratamientos experimentales, los cuales oscilaron entre  $4.18 \pm 0.014$  y  $4.22 \pm 0.042$  (Tabla 9, Anexo 2), sin diferencias significativas entre ellos ( $p > 0.05$ ).

**Figura 3**

*Valores medios de pH de los tratamientos de néctar*



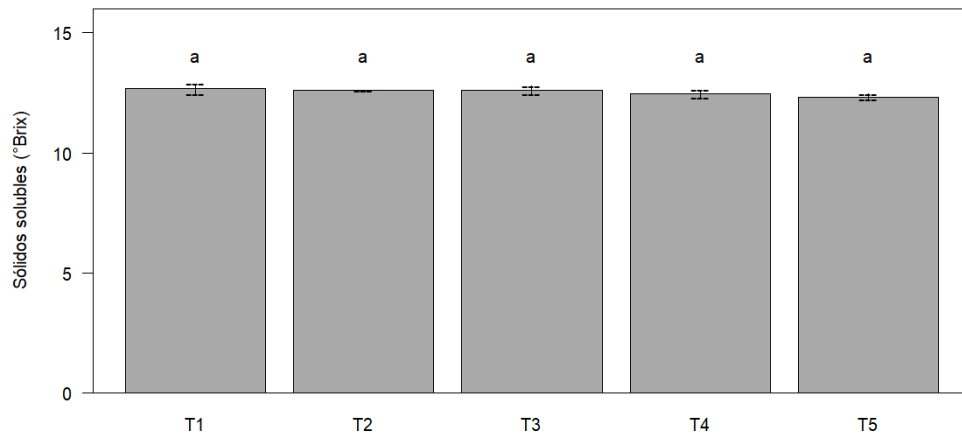
*Nota.* Diferentes letras en superíndice indican una diferencia significativa dentro de la misma figura ( $p < 0.05$ ).

#### Sólidos solubles totales

En la Figura 4 se muestran los resultados de los sólidos solubles totales de los cinco tratamientos, los cuales oscilaron entre  $12.33 \pm 0.115$  y  $12.67 \pm 0.208$  °Brix (Tabla 9, Anexo 2), sin presentar diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ).

#### Figura 4

Valores medios de °Brix de los tratamientos de néctar



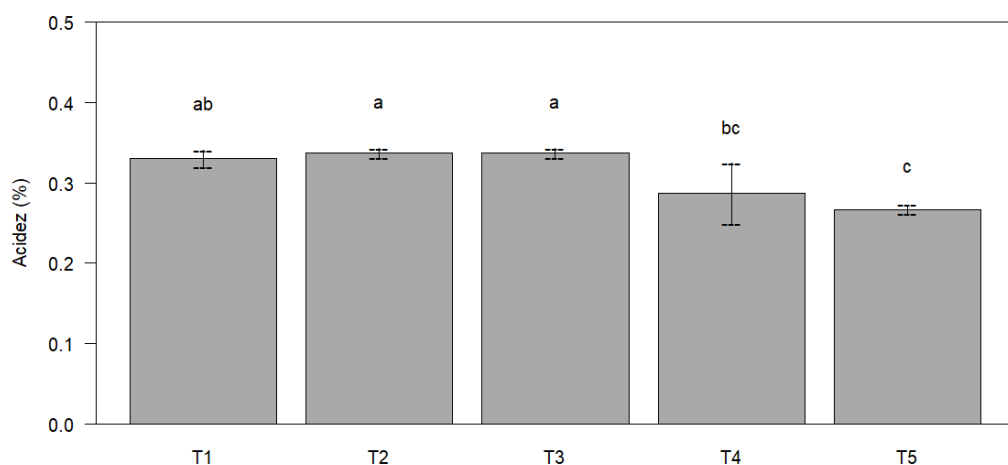
Nota. Diferentes letras en superíndice indican una diferencia significativa dentro de la misma figura ( $p < 0.05$ ).

#### Acidez titulable

En la Figura 5 se observa que los tratamientos T1, T2 y T3 mostraron los mayores valores de acidez titulable, sin diferencias significativas entre ellos. T4 presentó una disminución significativa respecto a T2 y T3, mientras que T5 registró el valor más bajo de acidez titulable, mostrando diferencia significativa con los tres primeros tratamientos. Los valores numéricos detallados se encuentran en la Tabla 9 del Anexo 2.

#### Figura 5

Valores medios de % acidez titulable de los tratamientos de néctar



Nota. Diferentes letras en superíndice indican una diferencia significativa dentro de la misma figura ( $p < 0.05$ ).

## Color instrumental

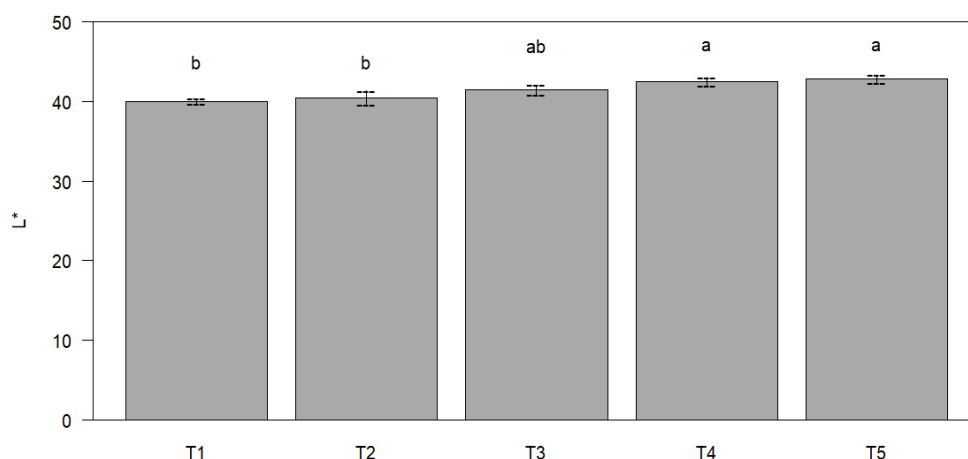
Los parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  fueron determinados para caracterizar las propiedades cromáticas de los néctares elaborados con distintas proporciones de jugo de babaco y granadilla. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada uno de estos valores.

### Parámetro $L^*$

Los valores obtenidos de  $L^*$  de los cinco tratamientos de néctar nos muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre ellos (Figura 6). Podemos identificar que los tratamientos T1 y T2 presentaron menores valores con un promedio de 40.21, mientras que T4 y T5 presentaron mayores valores con un promedio de 42.63, indicando una mayor claridad en su apariencia, por último, T3 presenta un valor medio respecto a los demás tratamientos con un promedio de 41.44 (Tabla 9, anexo 2).

### Figura 6

*Valores del parámetro  $L^*$  en néctares formulados con diferentes proporciones de jugo de babaco y granadilla*



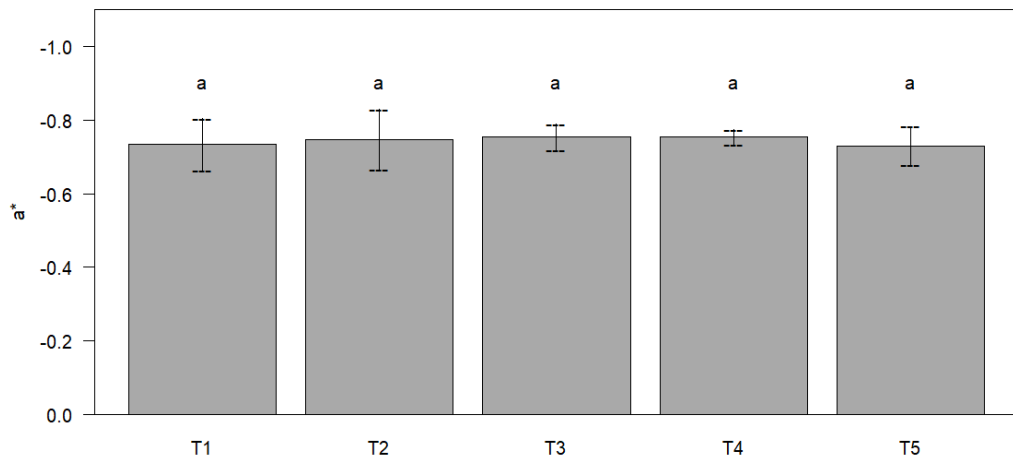
*Nota.* Diferentes letras en superíndice indican una diferencia significativa dentro de la misma figura ( $p < 0.05$ ).

### Parámetro $a^*$

En la Figura 7 se presentan los valores del parámetro  $a^*$  para los cinco tratamientos evaluados. No se observaron diferencias significativas entre ellos ( $p > 0.05$ ), ya que todos mostraron valores similares (Tabla 9, anexo 2).

### Figura 7

Valores del parámetro  $a^*$  en néctares formulados con diferentes proporciones de Jugo de babaco y granadilla



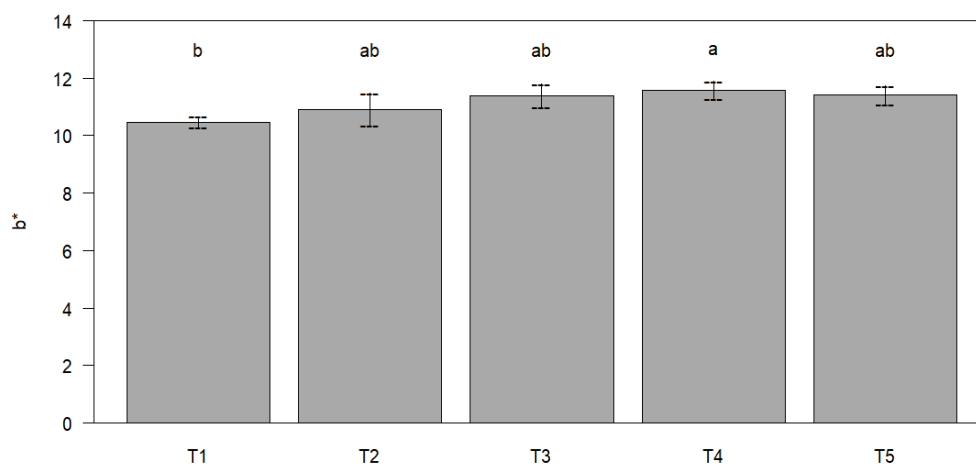
Nota. Diferentes letras en superíndice indican una diferencia significativa dentro de la misma figura ( $p < 0.05$ ).

### Parámetro $b^*$

En la Figura 8 se presentan los valores del parámetro  $b^*$  para los cinco tratamientos formulados. Se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre algunos de ellos. T4 presentó el valor más alto de  $b^*$  con un valor de  $11.59 \pm 0.303$ , siendo significativamente superior a T1 que registró el valor más bajo  $10.47 \pm 0.188$ . Por otro lado, T2, T3 y T5 mostraron valores intermedios, con un valor promedio de 11.28, sin diferencias significativas con respecto a T1 ni a T4 (Tabla 9, anexo 2).

### Figura 8

Valores del parámetro  $b^*$  en néctares formulados con diferentes proporciones de jugo de babaco y granadilla



Nota. Diferentes letras en superíndice indican una diferencia significativa dentro de la misma figura ( $p < 0.05$ ).

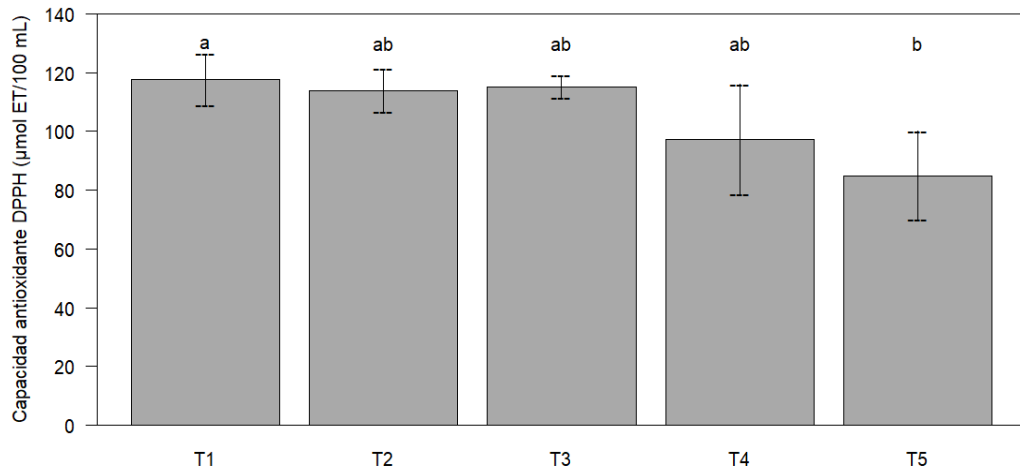
### Capacidad antioxidante - DPPH

La Figura 9 muestra los valores de capacidad antioxidante de los néctares formulados, evaluada mediante el método DPPH y expresada en  $\mu\text{mol}$  equivalentes de Trolox (ET) por 100 mL. Se observó una disminución progresiva en la capacidad antioxidante conforme se redujo la proporción de jugo de granadilla en la mezcla.

T1 mostró el valor más alto, con  $117.66 \pm 8.747 \mu\text{mol ET}/100 \text{ mL}$ , siendo significativamente superior ( $p < 0.05$ ) a T5, que registró el valor más bajo, con  $84.97 \pm 15.019 \mu\text{mol ET}/100 \text{ mL}$  (Tabla 9, anexo 2). Por otro lado, los tratamientos T2, T3 y T4 no difirieron significativamente ni de T1 ni de T5, evidenciando una transición gradual entre ambos extremos de formulación.

### Figura 9

Capacidad antioxidante por DPPH en néctares con diferentes proporciones de jugo babaco y granadilla



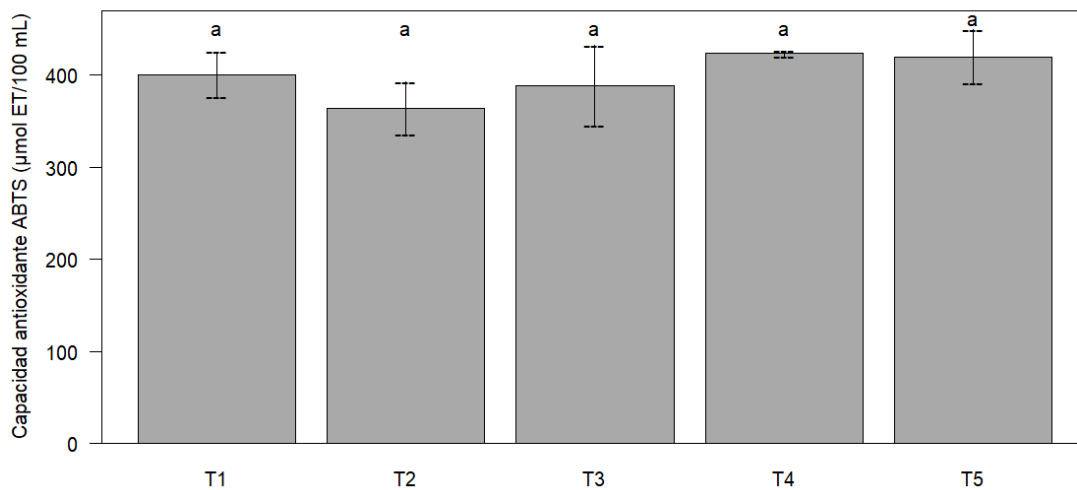
Nota. Diferentes letras en superíndice indican una diferencia significativa dentro de la misma figura ( $p < 0.05$ ).

### Capacidad antioxidante - ABTS

La Figura 10 presenta los valores de capacidad antioxidante determinados mediante el método ABTS para los cinco tratamientos formulados, No se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos. Los valores numéricos detallados se encuentran en la Tabla 9 del Anexo 2.

## Figura 10

Capacidad antioxidante por ABTS en néctares con diferentes proporciones de jugo babaco y granadilla



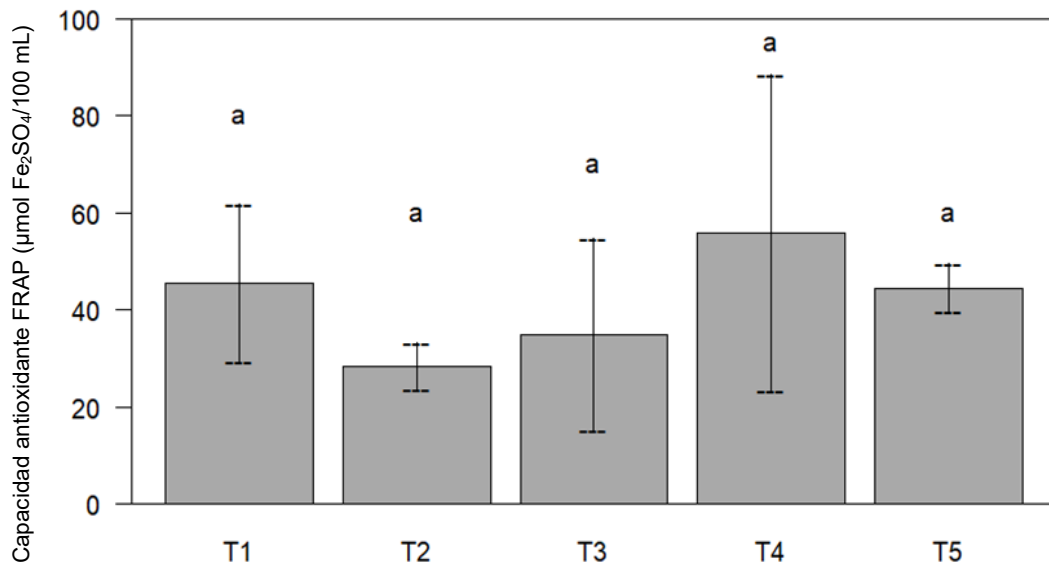
Nota. Diferentes letras en superíndice indican una diferencia significativa dentro de la misma figura ( $p < 0.05$ ).

### Capacidad antioxidante - FRAP

En la Figura 11 se muestran los valores de capacidad antioxidante evaluada por el método FRAP para los cinco tratamientos formulados. T4 presentó el mayor valor promedio ( $55.815 \pm 32.621 \mu\text{mol FeSO}_4/100 \text{ mL}$ ), aunque sin diferencias significativas respecto a los demás tratamientos ( $p > 0.05$ ) (Tabla 9, anexo 2).

**Figura 11**

*Capacidad antioxidante por FRAP en néctares con diferentes proporciones de jugo babaco y granadilla*



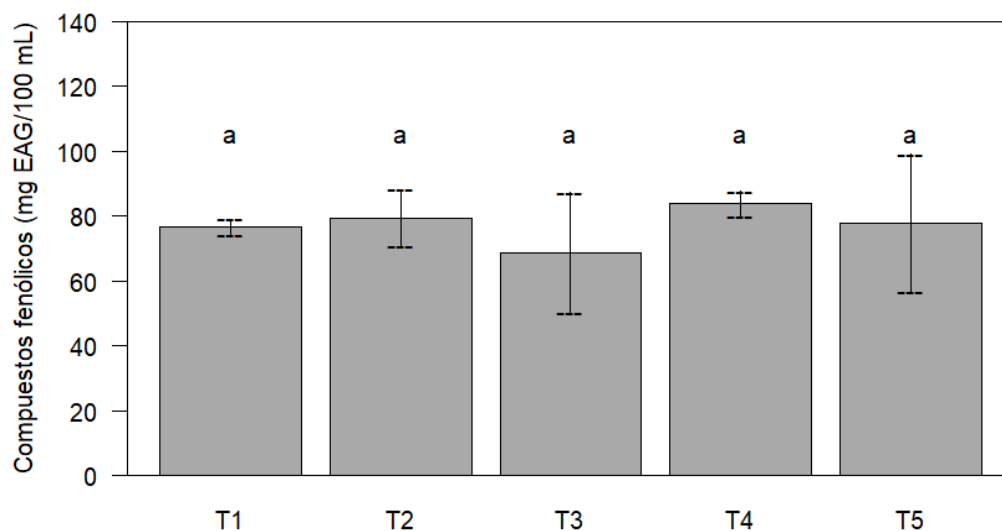
*Nota.* Diferentes letras en superíndice indican una diferencia significativa dentro de la misma figura ( $p < 0.05$ ).

### **Concentración de fenoles totales**

En la Figura 12 se presentan los valores promedio de compuestos fenólicos (mg EAG/100 mL) de los cinco tratamientos de néctar. Los resultados muestran que no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ), los valores promedios oscilaron entre 82.725 mg EAG/100 mL y 127.439 mg EAG/100 mL (Tabla 9, anexo 2).

## Figura 12

Concentración de fenoles totales de los cinco tratamientos de néctar



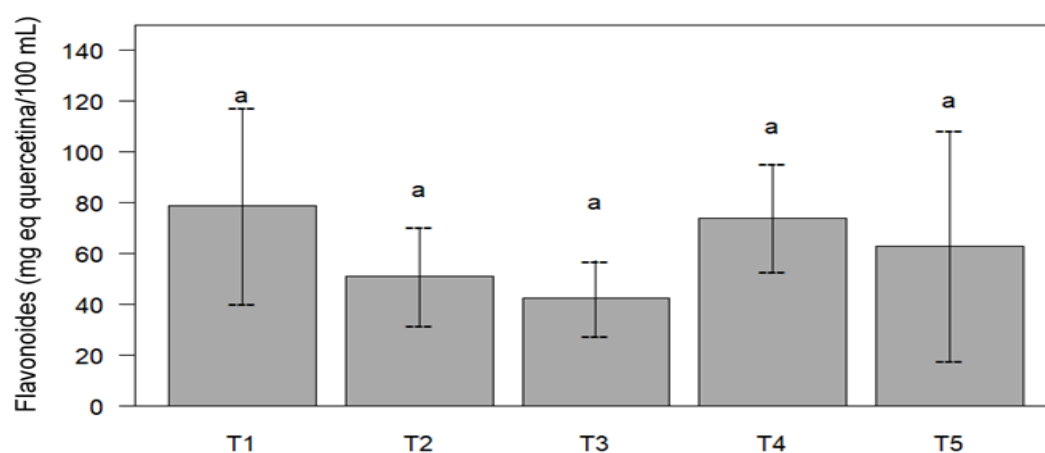
Nota. Diferentes letras en superíndice indican una diferencia significativa dentro de la misma figura ( $p < 0.05$ ).

## Concentración de flavonoides

En la Figura 13 los valores promedio de flavonoides (mg equivalentes de quercetina (QE)/100 mL) de los cinco tratamientos de néctar, nos muestran que no hay diferencias significativas entre los resultados. Los valores oscilaron entre los  $42.381 \pm 14.744$  y  $78.811 \pm 38.664$  mg equivalentes de quercetina (QE) /100 mL (Tabla 9, anexo 2).

**Figura 13**

*Concentración de flavonoides de los cinco tratamientos de néctar*



*Nota.* Diferentes letras en superíndice indican una diferencia significativa dentro de la misma figura ( $p < 0.05$ ).

### 3.3. Características microbiológicas

En la Tabla 4 se presentan los resultados de análisis microbiológicos de los tratamientos experimentales. Todos los tratamientos estuvieron dentro del límite permisible que exige la NTS N° 071- MINSA/DIGESA-V.01 para bebidas no carbonatadas entre ellas los néctares de frutas (DIGESA, 2008). Es importante señalar que estos valores corresponden al día 0, es decir, al momento inicial de evaluación.

**Tabla 4**

*Resultados microbiológicos en néctares de babaco con granadilla*

Microorganismos	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Coliformes NMP/mL	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Aerobios mesófilos UFC/mL	0	0	0	0	0
Recuento de mohos UFC/mL	0	0	0	0	0
Recuento de levaduras UFC/mL	0	0	0	0	0

*Nota.* UFC: Unidad Formadora de Colonias; NMP: Número más probable

### **3.4. Aceptabilidad**

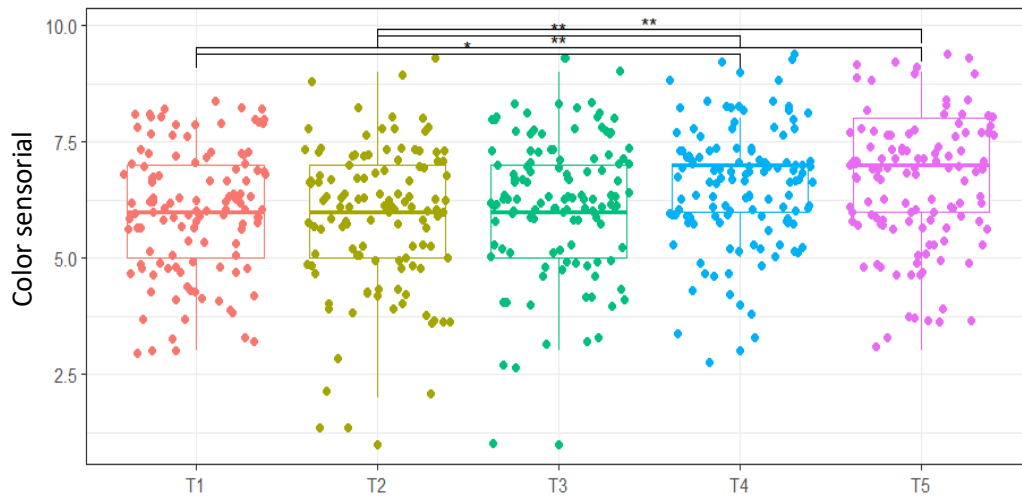
Los resultados del test Kruskal-Wallis determinó diferencia estadística significativa para el atributo del color, lo cual indicó que las diversas proporciones de jugo de babaco y granadilla influye sobre esta variable en estudio, sin embargo, los atributos que no presentaron diferencia significativa fueron el olor, sabor, consistencia y apariencia general.

#### **Color sensorial**

El análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis evidenció diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la percepción del color sensorial entre los tratamientos, lo que confirma que la formulación del néctar influyó en la aceptación de este atributo. A partir de estos resultados se aplicó la prueba de Dunn, para identificar los pares de tratamientos que tienen diferencias significativas (Figura 14). Estos resultados nos permitieron precisar dichas diferencias, mostrando que los tratamientos T4 y T5 obtuvieron valoraciones significativamente superiores en comparación con T1, T2 y T3, destacando que las diferencias más marcadas se presentaron entre T1 y T4, T1 y T5, así como entre T2 y T4, T2 y T5 y entre T3 y T5. Por el contrario, no se hallaron diferencias significativas entre T1 y T2, T1 y T3, ni entre T4 y T5, lo que indica que estos dos últimos alcanzaron niveles similares de aceptación. En conjunto, los resultados muestran que el tratamiento T5 fue el más valorado en cuanto al color, seguido de T4, mientras que T2 y T3 presentaron las calificaciones más bajas, y T1 se ubicó en una posición intermedia sin presentar diferencias relevantes frente a los demás tratamientos.

**Figura 14**

*Puntuaciones del color sensorial en los cinco tratamientos de néctar*



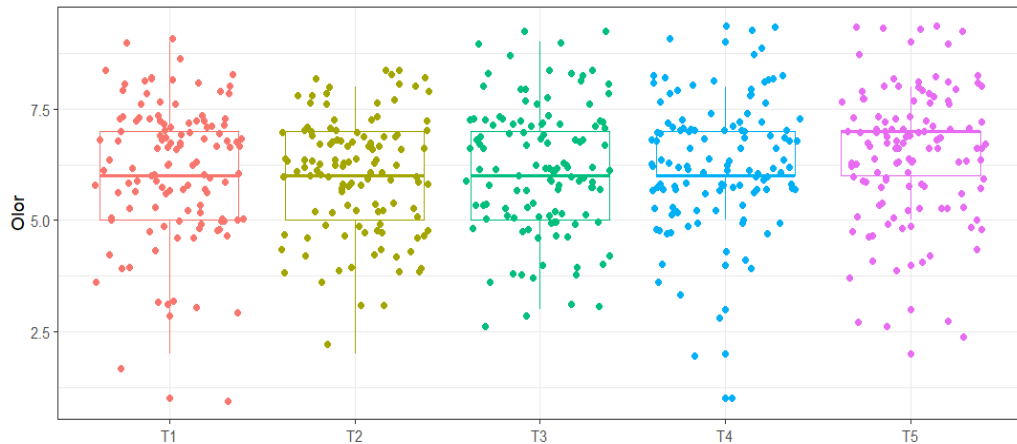
*Nota:* Kruskal-Wallis,  $X^2(4) = 22.87$ ,  $p = 0.00013$ ,  $n = 600$ . Los asteriscos (\*) indican diferencias significativas entre pares de tratamientos ( $p < 0.05$ ). Cada punto en la figura representa una puntuación individual otorgada por los panelistas, registrada mediante una escala hedónica de 9 puntos.

### **Olor**

En la Figura 15, el análisis de Kruskal-Wallis no mostró diferencias significativas en la percepción del olor entre los cinco tratamientos de néctar. Visualmente, todos los tratamientos presentan distribuciones similares, con medianas entre 6 y 7, lo que indica un nivel de agrado moderado a alto por parte de los panelistas. Aunque se observa una ligera tendencia a mayor aceptación en T1 y T5, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

**Figura 15**

*Percepción del olor en los cinco tratamientos de néctar*



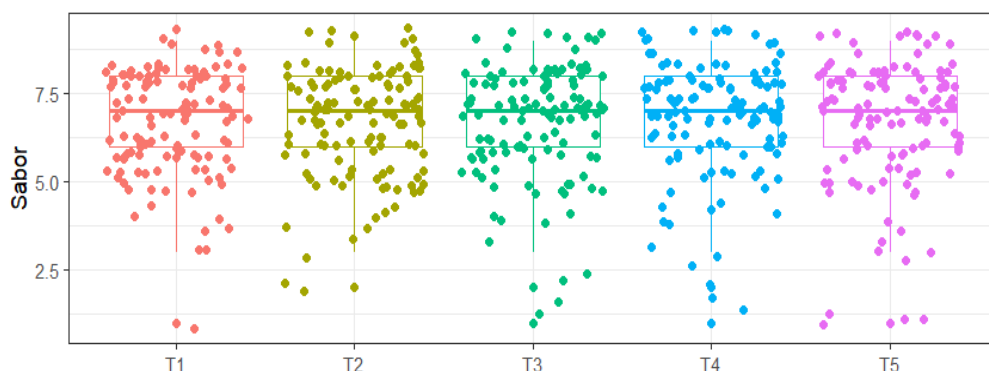
*Nota:* Kruskal-Wallis,  $X^2(4) = 7.37$ ,  $p = 0.12$ ,  $n = 600$ . Cada punto en la figura representa una puntuación individual otorgada por los panelistas, registrada mediante una escala hedónica de 9 puntos.

### **Sabor**

La Figura 16 muestra que la percepción del sabor fue homogénea en todos los tratamientos evaluados, sin diferencias significativas según la prueba de Kruskal-Wallis. Todas las formulaciones presentaron una mediana de 7, lo que indica un nivel de agrado alto por parte de los panelistas. La distribución de las puntuaciones fue similar entre tratamientos y no se observó ningún patrón que sugiera una preferencia destacada.

**Figura 16**

*Percepción de sabor en los diferentes tratamientos*

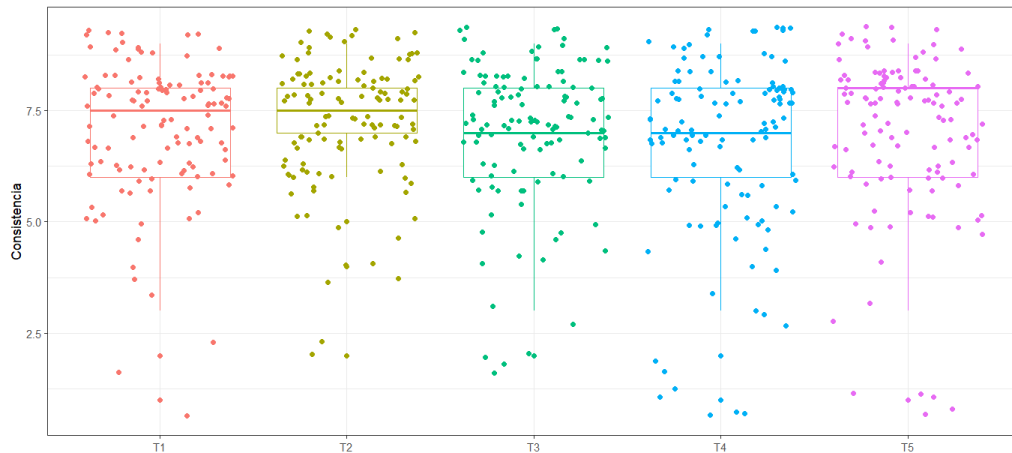


*Nota:* Kruskal-Wallis,  $X^2(4) = 1.46$ ,  $p = 0.83$ ,  $n = 600$ . Cada punto en la figura representa una puntuación individual otorgada por los panelistas, registrada mediante una escala hedónica de 9 puntos.

En la Figura 17 puede apreciarse que la consistencia de los néctares fue similar, independientemente de la proporción de jugos utilizada, sin diferencias significativas según la prueba de Kruskal-Wallis. Las medianas oscilaron entre 7 y 8, lo que indica una valoración sensorial favorable y relativamente uniforme por parte de los panelistas.

### Figura 17

*Evaluación de la consistencia de los néctares*



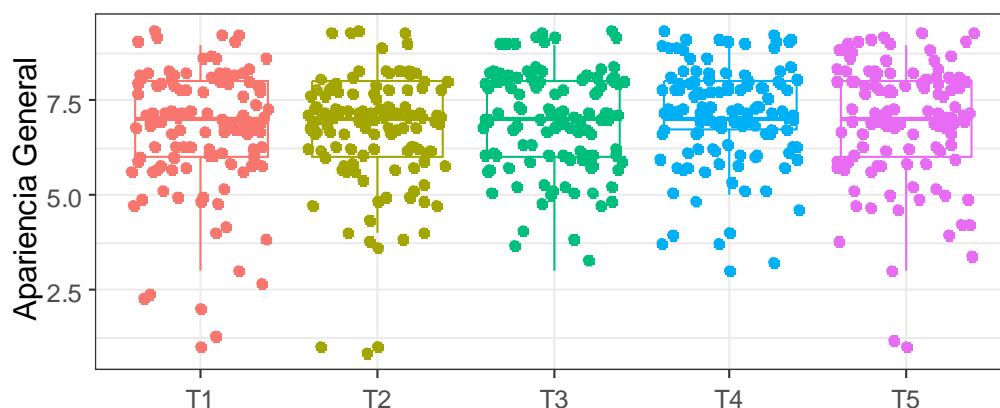
*Nota:* Kruskal-Wallis,  $X^2(4) = 2.17$ ,  $p = 0.7$ ,  $n = 600$ . Cada punto en la figura representa una puntuación individual otorgada por los panelistas, registrada mediante una escala hedónica de 9 puntos.

### Apariencia general

La Figura 18 confirma que, según la prueba de Kruskal-Wallis, no hubo diferencias significativas en la apariencia general entre los tratamientos. Todos presentaron una mediana de 7, lo que refleja una percepción sensorial positiva y homogénea por parte de los panelistas, independientemente de la proporción de babaco y granadilla empleada.

**Figura 18**

*Puntuaciones de apariencia general*



*Nota:* Kruskal-Wallis,  $X^2(4) = 7.57$ ,  $p = 0.11$ ,  $n = 600$ . Cada punto en la figura representa una puntuación individual otorgada por los panelistas, registrada mediante una escala hedónica de 9 puntos.

## ETAPA II

Con base en los resultados de la Etapa I, se seleccionó el Tratamiento 5 por presentar la mejor aceptabilidad sensorial en función del color. Adicionalmente, este tratamiento mostró un alto potencial antioxidante, al obtener la segunda mejor puntuación en la capacidad antioxidante por ABTS y la tercera por FRAP, junto con una concentración significativa de fenoles y flavonoides totales. Sobre el Tratamiento 5 se estudió la cinética de deterioro en condiciones aceleradas de temperatura (28, 38 y 48 °C), analizándose específicamente la degradación del color durante un período de 42 días.

### 3.5. Cinética de deterioro

#### Parámetro $L^*$

En cuanto al color, se observó una reducción de la luminosidad ( $L^*$ ) en los néctares almacenados a las temperaturas de 28, 38 y 48 °C, tal como se observa en la Figura 24 del Anexo 3.

En la Tabla 5 se muestran los valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y de la constante de velocidad ( $k$ ) obtenidos al ajustar los valores de luminosidad a modelos de orden 0 y 1. Dónde se observa que el modelo cinético de orden cero se ajustó mejor a los datos experimentales.

Asimismo, de la Tabla 5, también se observa que las constantes de velocidad (valor  $k$ ) de la coordenada  $L^*$  aumentaron a medida que se incrementó la temperatura de almacenamiento lo que indica que se produjo una degradación del color más rápida a temperaturas más altas.

**Tabla 5**

*Constante de velocidad de reacción ( $k$ ) y coeficientes de determinación ( $R^2$ ) del ajuste cinético del parámetro  $L^*$*

Temperatura (°C)	Orden 0		Orden 1	
	$R^2$	$k (d^{-1})$	$R^2$	$k (d^{-1})$
28	0.4964	-0.0713	0.5013	-0.0012
38	0.5554	-0.0825	0.5491	-0.0014
48	0.5238	-0.112	0.5204	-0.002

*Nota:* d=días

**Parámetro  $a^*$**

El parámetro de color  $a^*$  mostró una tendencia de aumento progresivo durante el periodo de almacenamiento en las tres temperaturas evaluadas (28 °C, 38 °C y 48 °C), tal como se visualiza en la Figura 26 del Anexo 3. Cabe destacar que, mientras que en las condiciones de 28 °C y 38 °C los valores de  $a^*$  se mantuvieron en el rango negativo durante todo el estudio, en el almacenamiento a 48 °C se registró una transición a valores positivos a partir del día 14.

Dada la naturaleza de los datos, donde los valores de  $a^*$  se mantuvieron en el rango negativo para las temperaturas de 28 °C y 38 °C, la aplicación del modelo cinético de primer orden resultó inviable. Esto se debe a que la transformación logarítmica, requerida para la linealización de dicho modelo, no está definida matemáticamente para valores negativos en el dominio de los números reales. Por esta razón, el modelo de orden cero fue el seleccionado para el análisis. En la Tabla 6 se presentan los valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y de la constante de velocidad ( $k$ ) obtenidos del ajuste de los datos de  $a^*$  a este modelo para las tres temperaturas de estudio.

**Tabla 6**

*Constante de velocidad de reacción (k) y coeficientes de determinación (R<sup>2</sup>) del ajuste cinético del parámetro a\**

Temperatura (°C)	Orden 0		Orden 1	
	R <sup>2</sup>	k (d <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	k (d <sup>-1</sup> )
28	0.553	0.0696	-	-
38	0.7742	0.0993	-	-
48	0.9606	0.2019	-	-

*Nota:* d=días

**Parámetro b\***

El parámetro de color b\* mostró una tendencia de aumento progresivo durante el periodo de almacenamiento a las tres temperaturas evaluadas (28, 38 y 48 °C), tal como se observa en la Figura 28 del Anexo 3.

La Tabla 7 presenta los valores del coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) y de la constante de velocidad (k) obtenidos al ajustar los valores del parámetro b\* a modelos de orden 0 y 1. Dónde se observa que el modelo cinético de orden cero se ajustó mejor a los datos experimentales.

Asimismo, se observó que las constantes de velocidad (valor k) aumentaron a medida que incrementó la temperatura de almacenamiento, esto sugiere que la variación del parámetro b\* ocurrió con mayor rapidez en las condiciones de almacenamiento a temperaturas más elevadas.

**Tabla 7**

*Constante de velocidad de reacción ( $k$ ) y coeficientes de determinación ( $R^2$ ) del ajuste cinético del parámetro  $b^*$*

Temperatura (°C)	Orden 0		Orden 1	
	$R^2$	$k$ ( $d^{-1}$ )	$R^2$	$k$ ( $d^{-1}$ )
28	0.5735	0.3186	0.581	0.0097
38	0.661	0.5216	0.6741	0.0137
48	0.7646	0.652	0.7321	0.0158

*Nota:* d= días

### **Diferencial de color total ( $\Delta E^*$ )**

En cuanto a la diferencia del color total, se observa que se incrementa durante el tiempo de almacenamiento tal como se observa en la Figura 30 del Anexo 3.

En la Tabla 8 se muestran los valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y de la constante de velocidad ( $k$ ) obtenidos al ajustar los valores de  $\Delta E^*$  a modelos de orden 0 y 1, observándose que el modelo cinético de orden cero se ajusta mejor a los datos experimentales.

**Tabla****8**

*Constante de velocidad de reacción ( $k$ ) y coeficientes de determinación ( $R^2$ ) del ajuste cinético de  $\Delta E^*$*

Temperatura (°C)	Orden 0		Orden 1	
	$R^2$	$k$ ( $d^{-1}$ )	$R^2$	$k$ ( $d^{-1}$ )
28	0.5036	3.821	0.4547	0.0776
38	0.6639	0.6901	0.5722	0.0295
48	0.7735	0.5366	0.4965	0.0361

*Nota:* d= días

#### IV. DISCUSIÓN

El pH de la pulpa de babaco 4.34 fue superior al valor de 4.0 registrado por Villarreal et al. (2003) y al 3.82 notificado por Auquiñivin y Paucar (2020). Asimismo, los valores de sólidos solubles totales 4.10 °Brix y acidez titulable 0.49 % fueron menores que los 5.75 °Brix y 0.60 %, respectivamente, reportados por estos últimos autores.

Respecto al perfil bioactivo de la pulpa de babaco, los valores de capacidad antioxidante fueron 200.722  $\mu\text{mol ET}/100\text{ g}$  para DPPH, 302.111  $\mu\text{mol ET}/100\text{ g}$  para ABTS y 345.556  $\mu\text{mol FeSO}_4/100\text{ g}$  para FRAP, la concentración fenoles totales fue 169.214 mg EAG/100 g y la concentración de flavonoides 61.815 mg EQ/100 g obtenidos en este estudio resultaron inferiores a los reportados por Mihai et al. (2024), quienes registraron 1283.4  $\mu\text{mol ET}/100\text{ g}$  (DPPH), 1854.2  $\mu\text{mol ET}/100\text{ g}$  (ABTS), 2012.7  $\mu\text{mol FeSO}_4/100\text{ g}$  (FRAP), 529.4 mg EAG/100 g y 529 mg EQ/100 g, respectivamente. Estas diferencias pueden deberse a diferentes factores como el lugar del cultivo o estado de madurez. En este último factor, Mihai et al. (2024) afirma que el estado de madurez del babaco influye significativamente en la concentración de compuestos bioactivos, siendo más altos en frutos maduros.

En el caso de la pulpa de granadilla, los valores de pH 5.14 y sólidos solubles totales 14.2 °Brix coinciden con los reportados por Erazo et al. (2021), quienes encontraron 5.14 y 14.5 °Brix, respectivamente. Sin embargo, la acidez titulable fue ligeramente menor en comparación con el mismo autor. Los parámetros de color de esta pulpa mostraron diferencias notables al compararlas con otras especies del mismo género. En este estudio se registró una luminosidad ( $L^*$ ) de 38.73, con valores de 0.20 para  $a^*$  y 6.82 para  $b^*$ , mientras que para *Passiflora cincinnata* Mast. en estado maduro, de Souza et al. (2020) reportaron menor luminosidad ( $L^*$  21.49), tonalidad más verdosa ( $a^*$  -0.93) y mayor intensidad de amarillo ( $b^*$  7.54). Estas diferencias pueden atribuirse a la variabilidad entre especies del género *Passiflora*, así como al estado de madurez del fruto y a la composición de pigmentos naturales.

Al comparar los parámetros de color entre la pulpa de babaco y granadilla, se observó que el babaco presentó una mayor luminosidad ( $L^*$  39.84) en comparación con la granadilla ( $L^*$  38.73), lo que indica una apariencia más clara. En la coordenada  $a^*$ , ambos frutos mostraron valores bajos y positivos (0.29 en babaco y 0.20 en granadilla), asociados a una tonalidad rojiza muy tenue. Respecto al parámetro  $b^*$ , el babaco también

presentó un valor más alto (7.88) frente a la granadilla (6.82), lo que sugiere una mayor intensidad del componente amarillo. Estas diferencias podrían estar relacionadas con la mayor concentración de flavonoides en la pulpa de babaco, compuestos que no solo contribuyen a la capacidad antioxidante, sino que también influyen en las características cromáticas del fruto.

La capacidad antioxidante de la pulpa de granadilla determinada por el ensayo DPPH fue 254.056  $\mu\text{mol ET}/100\text{ g}$  y por el ensayo ABTS 287.667  $\mu\text{mol ET}/100\text{ g}$ , valores inferiores a los reportados por Rotta et al. (2019), quienes obtuvieron 575 y 625  $\mu\text{mol ET}/100\text{ g}$ , respectivamente.

No obstante, al comparar los valores de capacidad antioxidante con otras especies del género *Passiflora*, se observa una variabilidad considerable. Por ejemplo, Macoris et al. (2012) reportaron una capacidad antioxidante por ABTS en maracuyá amarilla orgánica (*P. edulis* f. *flavicarpa*) con un valor 52 % inferior al hallado en este estudio. Esta variabilidad puede atribuirse a diversos factores que influyen en el potencial antioxidante de las especies del género *Passiflora*, tales como la variedad, las etapas de desarrollo, el sistema de cultivo, el método analítico empleado y la composición de compuestos fenólicos (de Souza et al., 2020).

En cuanto al contenido de fenoles totales, se obtuvo un valor de 360.405 mg EAG/g, inferior al reportado por Isaza et al. (2023) de 2 443 mg EAG/100 g de materia seca (MS). Del mismo modo, el contenido de flavonoides fue de 59.963 mg EQ/100 g, inferior a los 1042.0 mg EQ/100g MS reportado por Hernández et al. (2023). Esta diferencia puede atribuirse al hecho de que los datos en la bibliografía están expresados en base a materia seca, mientras que los obtenidos en este estudio están expresados en base húmeda. Cabe destacar que el contenido de flavonoides para la pulpa de granadilla determinado en esta investigación fue superior a lo reportado por Liu et al. (2024) en cuatro variedades del género *Passiflora*: Flamingo (19), Misty Gem (18), Sweetheart (32) y Panama (20 mg QE/100 g MS).

Tras caracterizar las pulpas de babaco y granadilla de manera individual, se procedió a evaluar el efecto de sus diferentes proporciones en néctares mixtos. Los cinco tratamientos estudiados cumplieron con los requisitos normativos vigentes establecidos en la NTP 203.110: 2022 para jugos, néctares y bebidas de frutas (INACAL, 2022), la

cual específica para néctares un pH inferior a 4.5 y un contenido mínimo de jugo de fruta del 25% v/v.

El análisis estadístico evidenció diferencias significativas en la acidez entre los tratamientos, observándose una disminución progresiva desde T1 hasta T5. Este comportamiento indica que, al aumentar la proporción de babaco, la acidez titulable tiende a reducirse, a pesar de que el babaco presenta mayor acidez que la granadilla de forma individual. Este comportamiento se puede deber a la adición de ácido cítrico durante la formulación para estandarizar el pH, ya que los tratamientos con mayor proporción de granadilla requirieron más ácido cítrico, elevando así la acidez del néctar final.

Este suceso coincide con lo reportado por Fidaleo y Ventriglia (2022) quienes señalan que la incorporación de ácido cítrico en jugos, como el de piña, disminuye el pH e incrementa la acidez titulable. Asimismo, estudios previos confirman que la proporción de pulpa influye en los parámetros fisicoquímicos, Magalhães et al. (2023) hallaron variaciones de pH y acidez titulable en néctares comerciales, evidenciando que las proporciones de pulpa juegan un papel determinante, mientras que Pereira et al. (2020) elaboraron varias formulaciones de néctar mixto de maracuyá y mango donde reportaron valores de acidez que oscilaban entre 0.59 y 0.78 g de ácido cítrico/100 g demostrando como la proporción de pulpa afecta la acidez del producto final.

Por último, es importante recordar que la acidez titulable está relacionada con el pH, ya que niveles elevados ayudan a inhibir el desarrollo de microorganismos patógenos, reduciendo así la necesidad de agregar más ácidos externos (De Almeida et al., 2018). No obstante, este factor también influye en la aceptación sensorial, pues frutas con alta acidez suelen ser menos agradables para el consumo en fresco. En contraste, esta característica resulta ventajosa en la industria de pulpas, donde contribuye a evitar el uso de aditivos ácidos para garantizar la estabilidad microbiológica (Gomes et al., 2019).

En cuanto al color, los valores de luminosidad  $L^*$  aumentaron progresivamente al incrementar la proporción de babaco, mientras que las mezclas con mayor contenido de granadilla (T1 y T2) presentaron los menores valores. Este comportamiento puede atribuirse a la naturaleza más opaca del jugo de granadilla, en comparación al jugo de babaco, que presenta una coloración translúcida.

Los valores negativos obtenidos para el parámetro  $a^*$  en todos los tratamientos indican una ligera tendencia hacia tonalidades verdosas en el néctar, y la ausencia de diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos sugiere que la variación en la proporción de ambas frutas no generó un impacto diferencial en esta coordenada cromática.

Por otro lado, los valores más altos del parámetro  $b^*$  se observaron en los tratamientos con mayor proporción de babaco (T4 y T5), lo que indica que, al incrementar la cantidad de babaco en la mezcla, también aumenta la intensidad del color amarillo del néctar. Este comportamiento fue similar al reportado por Curi et al. (2017), quienes elaboraron zumos mixtos de caqui, naranja y piña, y encontraron que al añadir naranja o caqui se intensificaba el color amarillo del producto.

En cuanto a la capacidad antioxidante de los néctares formulados evaluada mediante el ensayo DPPH, demostró estar directamente relacionada con la proporción de granadilla, observándose una tendencia decreciente desde el tratamiento T1 hasta el T5. T1 que contenía la mayor proporción de granadilla, presentó el valor más alto (117.66  $\mu\text{mol ET}/100 \text{ mL}$ ), siendo significativamente diferente a T5 (84.97  $\mu\text{mol ET}/100 \text{ mL}$ ) el cual contenía la menor proporción (Figura 9). Esta diferencia puede atribuirse a la mayor concentración de compuestos fenólicos presentes en la pulpa de granadilla.

Un comportamiento similar se reportó en el estudio de Machado et al. (2014) sobre néctares de manzana de anacardo, acerola y mango, estos presentaron un amplio rango de capacidad antioxidante medida por DPPH (510 a 1470  $\mu\text{M ET}/100 \text{ mL}$ ), siendo el tratamiento con mayor proporción de acerola el que presentó el valor máximo (1470  $\mu\text{M ET}/100 \text{ mL}$ ), fruta reconocida por su alto contenido de vitamina C. Este hallazgo establece una relación directa entre la inclusión de frutas de alto poder antioxidante y el resultado final del producto.

Por otro lado, en el estudio de Vera et al. (2025) sobre néctar de mango con diversos niveles de pitahaya, se reportaron valores entre 406.6 y 431.8  $\mu\text{mol ET}/100 \text{ mL}$ , siendo menores al tratamiento control. Determinándose que los distintos niveles de pitahaya no aumentaron el contenido de capacidad antioxidante del néctar de mango.

Los valores de capacidad antioxidante por DPPH en esta investigación son inferiores a los reportados por Machado et al. (2014) y Vera et al. (2025). Esta discrepancia es una consecuencia directa y esperable del perfil bioquímico particular de las materias primas seleccionadas, donde la granadilla y el babaco, en comparación con frutas como la acerola

o el mango, presenta una concentración menor de compuestos antioxidantes captadores de radicales libres DPPH.

Por otro lado, los resultados de la capacidad antioxidante evaluada mediante el ensayo ABTS no revelaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos. Este hallazgo contrasta con los obtenidos mediante el ensayo DPPH, donde sí se observaron diferencias significativas, particularmente entre los tratamientos T1 y T5. Un comportamiento similar fue reportado por (Nunes et al., 2019), quienes determinaron que la capacidad antioxidante de un néctar mixto de cupuassu y té verde no presentó diferencias significativas con el ensayo DPPH, pero sí con el ABTS. Estas discrepancias entre métodos podrían deberse a que ciertos compuestos, como algunas dihidrocalconas y flavononas, reaccionan con el radical ABTS, pero no con el DPPH (Platzer et al., 2021).

Asimismo, los valores de capacidad antioxidante cuantificados con ABTS en nuestro estudio oscilaron entre 363.97 y 423.52  $\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$  (Tabla 9, Anexo 2). Dichos valores resultaron inferiores a los documentados por Vera et al. (2025) para néctares mixtos de mango y pitahaya (460.4 - 480.2  $\mu\text{mol ET}/100 \text{ mL}$ ). No obstante, son superiores a los reportados por Stella et al. (2011) para seis néctares comerciales de naranja, cuyos valores se situaron entre 87.59 y 349.32  $\mu\text{mol ET}/100 \text{ mL}$ .

La capacidad antioxidante evaluada mediante el ensayo FRAP para los cinco tratamientos mostraron valores entre 45.59 y 44.54  $\mu\text{mol FeSO}_4/100 \text{ mL}$  (Tabla 9, Anexo 2) sin diferencia significativa entre ellos. Estos valores indican que el néctar presenta un bajo potencial antioxidante reductor (FRAP) en comparación con otros estudios. Por ejemplo, Anwar et al. (2024) reportaron para un néctar de granada y naranja valores superiores, que oscilaron entre 53.37 y 73.47  $\mu\text{mol FeSO}_4/100 \text{ mL}$ . Del mismo modo, Tosun y Ustun, (2003) evaluaron cuatro tipos de néctares y encontraron capacidades antioxidantes notablemente mayores: naranja (654  $\mu\text{mol FeSO}_4/100 \text{ mL}$ ), cereza ácida (801  $\mu\text{mol FeSO}_4/100 \text{ mL}$ ), albaricoque (568  $\mu\text{mol FeSO}_4/100 \text{ mL}$ ) y melocotón (519  $\mu\text{mol FeSO}_4/100 \text{ mL}$ ).

En relación con la concentración de compuestos fenólicos totales, los resultados no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos. Esto indica que las diversas proporciones de babaco y granadilla no afectaron esta variable, a pesar de que la pulpa de granadilla tiene un mayor contenido de compuestos fenólicos. Una posible explicación para esta homogeneidad la proporciona Muñoz et al. (2023), quienes sugieren

que la cuantificación de compuestos fenólicos puede verse influenciada por algunos azúcares, lo que homogenizaría los resultados entre muestras de distinta composición.

Este hallazgo contrasta con lo reportado por Vera et al. (2024), quienes sí observaron un incremento en los fenoles al aumentar la proporción de pitahaya en un néctar mixto con mango. Además de esta discrepancia en la tendencia, los valores reportados por Vera et al. (2024) para néctares de pitahaya y mango (entre 50.9 y 53.7 mg EAG/100 mL) fueron consistentemente inferiores a los del presente estudio, que oscilaron entre 95.15 y 110.19 mg EAG/100 mL (Tabla 9, Anexo 2).

Asimismo, al comparar con néctares de otros frutos, Touati et al. (2016) evaluaron néctares comerciales de naranja, piña y uva, cuyos valores fueron de 45.88, 37.61 y 113.43 mg EAG/100 mL, respectivamente. Mientras que los néctares de naranja y piña presentaron valores inferiores a los aquí encontrados, el de uva resultó ligeramente superior al tratamiento con mayor contenido de fenoles (110.19 mg EAG/100 mL).

Respecto a la evaluación de la concentración de flavonoides, esta no reveló diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos. Esta similitud podría atribuirse a que las pulpas de ambas materias primas, babaco y granadilla, poseen contenidos semejantes de estos compuestos bioactivos, 61.815 y 59.963 mg EQ/100 g, respectivamente.

Los valores de concentración de flavonoides obtenidos en los néctares formulados se encontraron entre 16.44 y 28.58 mg EQ/100 mL, los cuales resultaron notablemente superiores a los reportados en la literatura para bebidas similares. Sharaf y Ayad (2019), por ejemplo, encontraron concentraciones significativamente menores en néctares de naranja, guayaba y mango con guayaba (2.09, 2.03 y 2.21 mg EQ/100 mL, respectivamente). Asimismo, los presentes valores exceden a los de varios jugos comerciales analizados por Barroso et al. (2019), tales como açai (0.72 mg QE/100 mL), manzana (3.09 mg QE/100 mL), albaricoque (2.73 mg QE/100 mL), mango (6.04 mg QE/100 mL) y fresa (7.39 mg QE/100 mL). Una excepción destacable es el jugo comercial de uva roja, el cual presenta una concentración excepcionalmente alta (669 mg EQ/100 mL) en comparación a los valores reportados en esta investigación.

Con respecto a la aceptabilidad sensorial, el único atributo que presentó diferencias significativas entre las muestras fue el color, siendo los tratamientos más aceptados T4 y T5, ambos tuvieron una mayor proporción de babaco con respecto a la granadilla y son los tratamientos que presentaron mayor luminosidad, según los datos instrumentales. Este

comportamiento es análogo al reportado por Gordillo et al. (2012), quienes, al evaluar el efecto de la proporción de jugos de naranja, papaya y piña en un néctar mixto, encontraron que la mayor aceptabilidad para el color correspondió a la formulación con proporciones iguales de naranja y papaya, excluyendo la piña. Resulta particularmente relevante que, en dicho estudio, la mayor aceptabilidad del color se asoció a un mayor contenido de papaya, una fruta que, al igual que el babaco utilizado en este trabajo, pertenece a la familia Caricaceae. Esta coincidencia sugiere que las características fisicoquímicas propias de esta familia botánica podrían tener un papel determinante en la preferencia del consumidor hacia el color de néctares mixtos cuando estas frutas predominan en la formulación.

A pesar de que el aroma del babaco es una de sus características más apreciables (Aguirre et al., 2024), los cambios en su proporción respecto a la granadilla no modificaron la percepción del olor entre los tratamientos, lo que sugiere que su aporte aromático no fue lo suficientemente distintivo en la mezcla. Este resultado contrasta con lo reportado por de Rocha y Bolini (2015) donde el aroma distintivo del maracuyá influyó significativamente en las calificaciones del olor de los néctares mixtos con mayor contenido de esta fruta. De manera similar Pereira et al. (2020), observaron que, en néctares de maracuyá y mango, la formulación con mayor contenido de maracuyá tuvo mayor aceptación y preferencia de los catadores con respecto al olor.

Una vez determinado el mejor tratamiento, se procedió a evaluar la cinética de deterioro durante el almacenamiento; al evaluar los cambios en todos los parámetros de color estudiados, el modelo cinético de orden cero fue el que mejor se ajustó a los datos experimentales. Este hallazgo está en línea con lo reportado por Wibowo et al. (2015b) donde el cambio en los valores CIE  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  de jugo de naranja en el almacenamiento se describen mejor mediante un modelo cinético de orden cero. De manera similar, do Nascimento et al. (2013) reportaron que la variación de  $\Delta E^*$  en zumo de mango durante el almacenamiento se ajustaba al mismo modelo cinético. En un estudio posterior sobre zumo de mango, Wibowo, et al. (2015c) también encontraron que el cambio de color del néctar de mango almacenado a 42 °C se describía mejor con un modelo de orden cero.

En cuanto a la interpretación de los parámetros de color de manera individual, la disminución de los valores de  $L^*$  indica un oscurecimiento del néctar, mientras que el aumento de los valores de  $b^*$  refleja un incremento en la amarillez, además, el simultáneo

aumento de los valores de  $a^*$ , señala el desarrollo de tonalidades rojizas, confirmando en conjunto que el color durante el almacenamiento cambió considerablemente. Estos cambios en el color son posiblemente resultado de reacciones de oscurecimiento no enzimáticas, como la oxidación de la vitamina C y la reacción de Maillard, que provocan la formación de pigmentos oscuros en el producto, aceleradas por las temperaturas más altas (do Nascimento et al., 2013; Van Boekel, 2008). Esta tendencia coincide con Koca et al. (2003), quienes observaron que el color del jugo de naranja pasteurizado se volvía gradualmente marrón durante el almacenamiento a 28, 37 y 45 °C.

Para cuantificar integralmente esta alteración, se utilizó la diferencia total de color ( $\Delta E^*$ ), la cual se utiliza comúnmente como indicador de la calidad del color en la industria. Este valor cuantifica la magnitud de la diferencia de color entre las muestras almacenadas y las de control (el néctar justo antes del almacenamiento) e indica si esta diferencia es perceptible. Según la clasificación de Cserhalmi et al. (2006), las diferencias de color perceptibles se pueden clasificar analíticamente como: imperceptibles (0-0.5), ligeramente perceptibles (0.5-1.5), perceptibles (1.5-3.0), bien visibles (3.0-6.0) y grandes diferencias ( $>6,0$ ). En nuestro estudio, el néctar almacenado a 48 °C registró un  $\Delta E^*$  de 8.161 a los 7 días, lo que constituye una gran diferencia. Para las muestras a 28 y 38 °C, esta misma categoría se alcanzó recién entre el día 7 y 14. Este resultado evidencia que las temperaturas más altas provocan que las diferencias de color sean visualmente discernibles en un periodo significativamente más corto.

En el presente estudio, los valores de  $R^2$  de todos los parámetros evaluados para la cinética de degradación del color fueron  $<0.7746$  en la mayoría de condiciones, con una excepción notable en el parámetro  $a^*$  a 48°C ( $R^2 = 0.9606$ ). Si bien el consenso en modelización de deterioro de alimentos establece  $R^2 > 0.90$  como indicador de buen ajuste para cinéticas de orden cero, los valores aquí encontrados limitarían la confiabilidad del modelo para realizar predicciones cuantitativas robustas. Específicamente, la incertidumbre en las constantes de velocidad derivadas de estos ajustes se propagaría a las predicciones de cambio de color a temperaturas de almacenamiento reales.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

La caracterización fisicoquímica reveló que la pulpa de granadilla presentó una mayor concentración de sólidos solubles totales, fenoles totales y una mayor capacidad antioxidante por el método DPPH en comparación con la pulpa de babaco. No obstante, el babaco destacó por una mayor capacidad antioxidante medida por FRAP, y una acidez notablemente superior, lo que se refleja en su pH significativamente más bajo. Ambas pulpas mostraron valores similares de flavonoides y en las coordenadas de color en la escala CIELab.

La combinación de pulpas de babaco y granadilla afectó significativamente la capacidad antioxidante determinada por DPPH, siendo el tratamiento T1, el que presentó el valor más alto. En el color, los tratamientos T4 y T5 presentaron mayor luminosidad y mayores valores de  $a^*$ , estos contenían más proporción de babaco. En el caso de pH, sólidos solubles totales y acidez titulable todos los tratamientos de néctar estuvieron dentro de los rangos permitidos y cumplieron con todas las características fisicoquímicas de la norma técnica peruana para jugos, néctares y bebidas de frutas.

La evaluación microbiológica confirma que el producto es seguro y apto para el consumo humano, ya que todos los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa peruana.

La evaluación sensorial del néctar concluyó que únicamente el atributo color presentó diferencias significativas entre los tratamientos, evidenciando que la formulación influyó de manera directa en la percepción visual de este. En este sentido, el tratamiento T5 alcanzó la mayor aceptación en color, mientras que los demás obtuvieron puntuaciones inferiores. Por otro lado, en los atributos olor, sabor, consistencia, y apariencia general no se observaron diferencias significativas, lo que indica que, desde el punto de vista estadístico, los jueces percibieron de manera similar a todas las formulaciones.

El análisis de la cinética de deterioro reveló que los parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  y  $\Delta E^*$  siguieron una cinética de orden cero durante el almacenamiento. Los resultados de este estudio indicaron que la degradación del color se vio influenciada por la temperatura y el tiempo de almacenamiento. El pardeamiento

se detectó claramente y se hizo más evidente a temperaturas de almacenamiento elevadas.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda dar continuidad a la aplicación tecnológica del babaco mediante la investigación de su uso en néctares, explorando combinaciones con otras frutas para potenciar su perfil sensorial y nutricional. Sería de gran interés evaluar la aplicación de nuevas tecnologías de pasteurización no térmicas, como el ultrasonido, las altas presiones hidrostáticas, o pulsos eléctricos, con el fin de comparar su impacto en la retención de las propiedades antioxidantes finales frente a los métodos tradicionales.

Dada la escasa información disponible sobre el babaco, se considera fundamental realizar una caracterización avanzada de sus compuestos bioactivos. Para ello, se recomienda llevar a cabo un análisis mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) que permita identificar y cuantificar de manera precisa los compuestos fenólicos individuales presentes en el babaco, lo que enriquecería significativamente el conocimiento científico sobre su valor nutricional.

En cuanto a la evaluación de la cinética de deterioro del néctar durante el almacenamiento, es crucial realizar la medición del color instrumental inmediatamente después de retirar las muestras de la incubadora. Esta práctica es esencial para registrar los valores reales del producto durante el almacenamiento controlado, puesto que, cuando la temperatura de las muestras se equilibra a la temperatura ambiente, estas cambian de color.

Dado que el color es una de las características más susceptibles al cambio durante el almacenamiento del néctar de babaco y granadilla (debido a fenómenos de pardeamiento no enzimático) y carece de límites regulatorios definidos, se sugiere la aplicación de la metodología de estadística de supervivencia, ya que se fundamenta en la percepción de consumidores reales y no en criterios arbitrarios, proporcionando así una estimación más precisa y confiables.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (2005). *Métodos oficiales de Análisis*. AOAC International (18° edición). Washington, DC.
- Agencia Agraria de Noticias. (2025). *Exportaciones peruanas de granadilla crecieron 309% en volumen y 408% en valor en 2024*.  
<https://agraria.pe/noticias/exportaciones-peruanas-de-granadilla-crecieron-309-en-volumen-38740>
- Aguirre-Rodríguez, A., Duarte-Casar, R., Rojas-Le-Fort, M., & Romero-Benavides, J. C. (2024a). Food uses, functional activities, and bioactive compounds of three Ecuadorian Vasconcellea fruits: Bibliometric analysis and review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101244>
- AlMotwaa, S. M., & Al-Otaibi, W. A. (2022). Formulation design, statistical optimization and in vitro biological activities of nano-emulsion containing essential oil from cotton-lavender (*Santolina chamaecyparissus* L.). *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 75, 103664.  
<https://doi.org/10.1016/J.JDDST.2022.103664>
- Angel-Isaza, J., Carmona-Hernandez, J. C., González-Correa, C. H., & Narváez-Solarte, W. V. (2023). Potential Hypoglycemic and Antilipidemic Activity of Polyphenols from *Passiflora ligularis* (Granadilla). *Molecules*, 28(8).  
<https://doi.org/10.3390/molecules28083551>
- Anwar, A., Ali, E., Nisar, W., Ashraf, S., Javed, N., Anwar, L., Zulfiqar, A., Abid Nasir, M., & Tahir, F. (2024). Development and quality evaluation of functional carbonated pomegranate orange nectar. *Agrobiological Records*, 15, 52–58.  
<https://doi.org/10.47278/journal.abr/2023.048>
- Auquiñivin, E., & Paucar, L. (2020). Comparative study of the physicochemical characteristics and shelf life of native papayas, “monte papayita” (*Carica pubescens* Lenné & K. Koch) and “babaco” (*Carica pentagona* Heilborn) (Caricaceae) dehydrated by lyophilization. *Arnoldoa*, 27(1), 115–128.  
<https://doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.271.27105>

- Barroso, M., Carvalho, A., Correia, M., Ramalhosa, M. J., Delerue-Matos, C., & Grosso, C. (2019). Characterization of Bioactive Compounds in Flavored Waters and Fruit Juices. In *Bottled and Packaged Water* (pp. 311–366). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815272-0.00012-X>
- Cadena, R. S., Cruz, A. G., Netto, R. R., Castro, W. F., Faria, J. de A. F., & Bolini, H. M. A. (2013). Sensory profile and physicochemical characteristics of mango nectar sweetened with high intensity sweeteners throughout storage time. *Food Research International*, *54*(2), 1670–1679. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.10.012>
- Cserhalmi, Z., Sass-Kiss, Á., Tóth-Markus, M., & Lechner, N. (2006). Study of pulsed electric field treated citrus juices. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *7*(1–2), 49–54. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2005.07.001>
- Curi, P. N., de Almeida, A. B., Tavares, B. de S., Nunes, C. A., Pio, R., Pasqual, M., & de Souza, V. R. (2017). Optimization of tropical fruit juice based on sensory and nutritional characteristics. *Food Science and Technology (Brazil)*, *37*(2), 308–314. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.24716>
- De Almeida Lima, L. L., Oliveira E Silva, A. M., Ferreira, I. M., Nunes, T. P., & De Carvalho, M. G. (2018). Mixed nectar of imbu (*Spondias tuberosa* Arr. Camera) and mangaba (*Hancornia Speciosa* Gomes): Elaboration and quality evaluation. *Brazilian Journal of Food Technology*, *21*. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.03417>
- Rocha, I. F., & Bolini, H. M. (2015). Passion fruit juice with different sweeteners: sensory profile by descriptive analysis and acceptance. *Food science & nutrition*, *3*(2), 129–139. <https://doi.org/10.1002/fsn3.195>.
- de Souza Silva, G., da Silva Campelo Borges, G., Pinho da Costa Castro, C. D., de Tarso Aidar, S., Telles Biasoto Marques, A., Tonetto de Freitas, S., Poloni Rybka, A. C., & Cardarelli, H. R. (2020). Physicochemical quality, bioactive compounds and in vitro antioxidant activity of a new variety of passion fruit cv. BRS Sertão Forte (*Passiflora cincinnata* Mast.) from Brazilian Semiarid region. *Scientia Horticulturae*, *272*. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109595>
- Dirección General de Salud Ambiental. (2008). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y

bebidas de consumo humano. En Ministerio de Salud (NTS N° 071 – MINSa/DIGESA; Vol. 1.

<http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RM591MINSANORMA.pdf>

do Nascimento, A., Mota, A., Paes, J., & Rodrigues, M. (2013a). Cinética de degradação e vida-de-prateleira de suco integral de manga Kinetics of degradation and shelf-life of whole mango juice. *Ciencia Rural*, 43(1), 172–177.

Elbouny, H., Ouahzizi, B., El-guourrami, O., Drioua, S., Mbarek, A. N., Sellam, K., & Alem, C. (2022). Chemical profile and biological properties of the essential oil of *Thymus atlanticus* (Ball) Roussine. *South African Journal of Botany*, 151, 475–480. <https://doi.org/10.1016/J.SAJB.2022.10.028>

Embaby, H. E. S., & Mokhtar, S. M. (2019). Impact of adding goldenberry (*Physalis peruviana* L.) on some quality characteristics and bio-functional properties of pasteurized carrot (*Daucus carota* L.) nectar. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 966–975. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03563-y>

Erazo, S. P., Siguenza, S. N., Ureña, M. I., Morales, & Flavio. (2021). Organoleptic, physical-chemical and microbiological characteristics of a fruit wine: Granadilla. *Revista Espacios*, 42(12), 40–50. <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n12p04>

Fidaleo, M., & Ventriglia, G. (2022). Application of Design of Experiments to the Analysis of Fruit Juice Deacidification using Electrodialysis with Monopolar Membranes. *Foods*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/foods11121770>

Floegel, A., Kim, D. O., Chung, S. J., Koo, S. I., & Chun, O. K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(7), 1043–1048. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2011.01.008>

Gomes, F. R., Souza, P. H. M. de, Costa, M. M., Sena-Júnior, D. G. de, Souza, A. L. P., Azevedo, V. M., Carneiro, L. C., Cruz, S. C. S., Costa, C. H. M. da, & Silva, D. F. P. da. (2019). Quality of the Pulp of Passion Fruit Produced in the Brazilian Savanna. *Journal of Agricultural Science*, 11(4), 470. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n4p470>

- Gordillo, C., Guerrero, N., Izáziga, N., Laguna, B., Lázaro, M.A. & Rojas, J.E., (2012). Efecto de la proporción de naranja (*Citrus sinensis*), papaya (*Carica papaya*) y piña (*Ananas comosus*) en la aceptabilidad sensorial de un néctar mixto.
- Granato, D., de Araújo Calado, V. Ô. M., & Jarvis, B. (2014). Observations on the use of statistical methods in Food Science and Technology. In *Food Research International* (Vol. 55, pp. 137–149). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.10.024>
- Hasheminya, S. M., & Dehghannya, J. (2021). Chemical composition, antioxidant, antibacterial, and antifungal properties of essential oil from wild *Heracleum rawianum*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 31, 101913. <https://doi.org/10.1016/J.BCAB.2021.101913>
- Hernández-Martínez, A. X., Lozano-Puentes, H. S., Camacho-Montealegre, C. M., Costa, G. M., & Díaz-Ariza, L. A. (2023). Establishing the Relationship Between Flavonoid Content, Mycorrhization, and Soil Nutritional Content in Different Species of the Genus *Passiflora* in Colombia. *ACS Omega*, 8(43), 40647–40656. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c05606>
- Hidalgo Viquez, C., Cortés Herrera, C., & Cerdas Nuñez, M. (2023). Generation of analytical food composition data for traditionally consumed fruits and vegetables in Costa Rica. *Journal of Food Composition and Analysis*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105546>
- Hoang, B. Q., Tran Ho, U. P., & Duong, D. N. T. (2023). Impact of pasteurisation and storage conditions on the physicochemical properties of acerola jelly. *Ministry of Science and Technology, Vietnam*, 66(3), 97–104. <https://doi.org/10.31276/VJSTE.2023.0044>
- Hoffmann, J. F., Zandoná, G. P., dos Santos, P. S., Dallmann, C. M., Madruga, F. B., Rombaldi, C. V., & Chaves, F. C. (2017). Stability of bioactive compounds in butiá (*Butia odorata*) fruit pulp and nectar. *Food Chemistry*, 237, 638–644. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.05.154>
- Hu, Y., Pan, Z. J., Liao, W., Li, J., Gruget, P., Kitts, D. D., & Lu, X. (2016). Determination of antioxidant capacity and phenolic content of chocolate by attenuated total reflectance-Fourier transformed-infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, 202, 254–261. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2016.01.130>

- International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). (2000) Vol. 1, Parte II (traducción de la versión 1988) Reimpreso el 2000, 2°. Edición, Editorial Acribia 1983. Pp : ( 117 -134)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. 2005. Frutas frescas. Babaco. Requisitos. 1998:2005
- Instituto Nacional de Calidad, (2020). Guía para la limpieza y desinfección de manos y superficies (1ª ed.). <https://www.mimp.gob.pe/sinavol/guia-normalizacion.pdf>
- Instituto Nacional de Calidad, (2022). Norma técnica peruana (NTP 203.110.2022) Jugos, Néctares y Bebidas de frutas. Requisitos, 2da edición, 1-35.
- Koca, N., Selen Burdurlu, H., & Karadeniz, F. (2003). Kinetics of nonenzymatic browning reaction in citrus juice concentrates during storage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27(6), 353–360. <https://doi.org/10.3906/tar-0305-8>
- Labuza, T. P. (1984). Application of Chemical Kinetics to Deterioration of Foods. *Journal of Chemical Education*, 61(4), 348–358. <https://pubs.acs.org/sharingguidelines>
- Laukaleja, I., & Kruma, Z. (2019). Phenolic and volatile compound composition influence to specialty coffee cup quality. *Agronomy Research*, 17, 1367–1379. <https://doi.org/10.15159/AR.19.074>
- Liu, F., Wang, Y., Li, R., Bi, X., & Liao, X. (2014). Effects of high hydrostatic pressure and high temperature short time on antioxidant activity, antioxidant compounds and color of mango nectars. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 21, 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.09.015>
- Liu, H., Agar, O. T., Imran, A., Barrow, C. J., Dunshea, F. R., & Suleria, H. A. R. (2024). LC-ESI-QTOF-MS/MS characterization of phenolic compounds in Australian native passion fruits and their potential antioxidant activities. *Food Science and Nutrition*, 12(4), 2455–2472. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3928>
- Machado, P., Mota, A., Souza, E., Arraes, G., Cordeiro, H., Matias, G., & Da Costa, M. (2014). Use of mixture design to improve a tropical mexid fruit nectar. *Boletim Do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 32(2), 249–258. <https://doi.org/https://doi.org/10.5380/cep.v32i2.39044>

- Macoris, M. S., de Marchi, R., Janzantti, N. S., & Monteiro, M. (2012). The influence of ripening stage and cultivation system on the total antioxidant activity and total phenolic compounds of yellow passion fruit pulp. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *92*(9), 1886–1891. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5556>
- Magalhães, R. F. S. de, Lemos, J. C. de A., Gomes, M. A., Ferreira, M. S., & Esperança, I. P. L. de C. (2023). Análises físico-químicas e de rotulagem de marcas comerciais brasileiras de néctar de frutas com adição de suco de maçã para adoçar. *Research, Society and Development*, *12*(6), e7112641632. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i6.41632>
- Ministerio de Salud del Perú, Dirección General de Salud Ambiental. (2008). Norma técnica de salud que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01). <https://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RM591MINSANORMA.pdf>
- Mihai, R. A., Canchignia Guacollantes, M. G., Vivanco Gonzaga, R. F., Cubi-Insuaste, N. S., & Catana, R. D. (2024a). Impact of Babaco (*Vasoncelea x pentagona* (Heilborn) Mabb.) Fruit Ripening Stages on Phytochemical Composition and Biological Properties. *Metabolites*, *14*(12). <https://doi.org/10.3390/metabo14120718>
- Moseki, Y. C., Sithole, N. J., Mwelase, S., Ngcobo, B. L., & Ncama, K. (2025). Moringa-Based Coating Preserves Organic Acids and Antioxidant Compounds of ‘Ester’ Granadilla Fruit Exocarps During Storage. *Horticulturae*, *11*(4). <https://doi.org/10.3390/horticulturae11040363>
- Muñoz Murillo, P., García Mendoza, J., & Saltos Alcívar, S. (2023). Pitahaya (*Hylocereus undatus*)-based nectar with passion fruit (*Passiflora edulis flavicarpa*) peel flour: Antioxidant compounds, physicochemical stability and sensory acceptability. *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*, *43*(3), 63–73. <https://doi.org/10.12873/433munoz>
- Nunes, G., Gonçalves Virgínia, De Oliveira, T., & Fernandes, A. (2019a). Mixed Nectar of Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) and Green Tea and the Effect of

Preservatives and Storage on Nutritional and Sensorial Characteristics. *Journal of Food and Nutrition Research*, 7(5), 361–369. <https://doi.org/10.12691/jfnr-7-5-5>

Pereira Costa, D., de Andrade Avelar da Silva, R., Nunes Climaco, G., Kelly Lima Hunaldo, V., Hunaldo dos Santos, L., & Santos Melo Lobato, J. (2020a).

Elaboração de néctar misto de manga e maracujá Elaboration of mixed nectar of mango and passion fruit Elaboración de néctar de mango mixto con maracuyá. *Research, Society and Development*, 9(9). <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.7190>

Platzer, M., Kiese, S., Herfellner, T., Schweiggert-Weisz, U., Miesbauer, O., & Eisner, P. (2021). Common trends and differences in antioxidant activity analysis of phenolic substances using single electron transfer based assays. *Molecules*, 26(5). <https://doi.org/10.3390/molecules26051244>

Rotta, E. M., Rodrigues, C. A., Jardim, I. C. S. F., Maldaner, L., & Visentainer, J. V. (2019). Determination of phenolic compounds and antioxidant activity in passion fruit pulp (*Passiflora* spp.) using a modified QuEChERS method and UHPLC-MS/MS. *LWT*, 100, 397–403. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.052>

Selen, H., & Karadeniz, F. (2003). Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates. *Food Chemistry*, 80(1), 91–97. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00245-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00245-5)

Sharaf, A. M., & Ayad, M. D. (2019). The Effect of Ginger Powder on Quality Attributes of some Fruit Nectars. In *J. Food and Dairy Sci., Mansoura Univ* (Vol. 10, Issue 2).

Stella, S. P., Ferrarezi, A. C., dos Santos, K. O., & Monteiro, M. (2011). Antioxidant activity of commercial ready-to-drink orange juice and nectar. *Journal of Food Science*, 76(3). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02055.x>

Stone, H., and Sidel, J.L. (1985). *Sensory Evaluation Practices*, pp. 230–236. Academic Press, London.

Tosun, I., & Ustun, S. (2003). An Investigation about Antioxidant Capacity of Fruit Nectars. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(3), 167–169.

Touati, N., Barba, F. J., Louaileche, H., Frigola, A., & Jose Esteve, M. (2016). Effect of storage time and temperature on the quality of fruit nectars: Determination of

- nutritional loss indicators. *Journal of Food Quality*, 39(3), 209–217.  
<https://doi.org/10.1111/jfq.12189>
- Urbizu-González, A. L., Castillo-Ruiz, O., Martínez-Ávila, G. C. G., & Torres-Castillo, J. A. (2017). Natural variability of essential oil and antioxidants in the medicinal plant *Turnera diffusa*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 10(2), 121–125.  
<https://doi.org/10.1016/J.APJTM.2017.01.013>
- Van Boekel, M. A. J. S. (2008a). Kinetic Modeling of Food Quality: A Critical Review. *Comprehensive Journals on Food Science and Food Safety*, 7, 144–158.
- Vera, J., Moreira, N., & Muñoz, J. (2025a). Antioxidant activity and physicochemical properties of mango nectar with pitahaya. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 42(1). [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v42.n1.V](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v42.n1.V)
- Vera, J., Moreira, N., & Muñoz, J. (2025b). Antioxidant activity and physicochemical properties of mango nectar with pitahaya. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 42(1). [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v42.n1.V](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v42.n1.V)
- Villarreal, L., Dhuique-Mayer, C., Dornier, M., Rualesa, J., & Reynes, M. (2003). Évaluation de l'intérêt du babaco (*Carica pentagona* Heilb.). *Fruits*, 58(1), 39–52.  
<https://doi.org/10.1051/fruits:2002035>
- Visakh, N. U., Pathrose, B., Chellappan, M., Ranjith, M. T., Sindhu, P. V., & Mathew, D. (2022). Chemical characterisation, insecticidal and antioxidant activities of essential oils from four Citrus spp. fruit peel waste. *Food Bioscience*, 50, 102163.  
<https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2022.102163>
- Wibowo, S., Grauwet, T., Gedefa, G. B., Hendrickx, M., & Van Loey, A. (2015). Quality changes of pasteurised mango juice during storage. Part II: Kinetic modelling of the shelf-life markers. *Food Research International*, 78, 410–423.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.001>
- Wibowo, S., Vervoort, L., Tomic, J., Santiago, J. S., Lemmens, L., Panozzo, A., Grauwet, T., Hendrickx, M., & Van Loey, A. (2015a). Colour and carotenoid changes of pasteurised orange juice during storage. *Food Chemistry*, 171, 330–340. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.007>

- Wibowo, S., Vervoort, L., Tomic, J., Santiago, J. S., Lemmens, L., Panozzo, A., Grauwet, T., Hendrickx, M., & Van Loey, A. (2015b). Colour and carotenoid changes of pasteurised orange juice during storage. *Food Chemistry*, *171*, 330–340. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.007>
- Wiliantari, S., Iswandana, R., & Elya, B. (2022). Total Polyphenols, Total Flavonoids, Antioxidant Activity and Inhibition of Tyrosinase Enzymes from Extract and Fraction of *Passiflora ligularis* Juss. *Pharmacognosy Journal*, *14*(3), 660–671. <https://doi.org/10.5530/pj.2022.14.86>
- Zoldan, J., De Marco, I., Verruck, S., Gomide, A. I., Cartabiano, C. E. L., de Melo Pereira, G. V., & De Dea Lindner, J. (2023). Evaluation of viability to simulated gastrointestinal tract passage of probiotic strains and pioneer bioaccessibility analyses of antioxidants in chocolate. *Food Bioscience*, *52*, 102494. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2023.102494>

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, expresamos nuestro sincero agradecimiento a Dios por ser nuestra guía y fuente de fortaleza en nuestra etapa universitaria, y por concedernos su sabiduría para la culminación de este trabajo.

Nuestro profundo agradecimiento se dirige a nuestro asesor, el Dr. Hubert Arteaga, por su invaluable orientación, su paciencia y su constante apoyo durante todo el proceso de investigación.

De manera especial, agradecemos al Dr. César Balcázar, director del Laboratorio de Ingeniería de Alimentos y Poscosecha del IIDAA, así como a su equipo técnico, los ingenieros Zayda, Angel y Alexa, por brindarnos acceso a sus instalaciones y por su guía en cada uno de los análisis realizados.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a la Dirección de los Centros de Producción de Bienes y Servicios de la Universidad Nacional de Jaén, por facilitarnos el uso del Laboratorio del Centro de Análisis Espectrométrico para realizar la segunda etapa de nuestra investigación.

## DEDICATORIA

A mi madre, Rosa Cieza, por ser mi sustento incondicional y mi inspiración constante. Su amor, fortaleza y aliento han sido el cimiento de cada logro en mi vida, especialmente durante la culminación de este trabajo.

A mi padre, Isaul Ramírez, por su invaluable apoyo y guía, que fueron esenciales para alcanzar este objetivo académico.

A mi hermana Vanesa y a mis primos Noelita, José y Vila, por su apoyo constante a lo largo de mi trayectoria universitaria.

Brayan Raul Ramirez Cieza

A Dios, por permitirme llegar a cumplir esta meta.

A mis padres, por haber estado a mi lado en cada momento de mi carrera, todo lo que soy ahora, es gracias a los valores que me enseñaron.

A mí mismo, por no rendirme y mantenerme constante en los momentos más difícil y recordar que cada esfuerzo tiene su recompensa en el tiempo.

A quienes creen en el valor del conocimiento, entendido no solo como un objetivo individual, si no como una contribución académica que ayude a construir un mundo donde aprender y compartir saberes sea siempre una forma de sembrar futuro.

Yover Elias Herrera Bermeo

## ANEXOS

### Anexo 1

Ficha de consentimiento informado y ficha de evaluación sensorial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS

---

#### Consentimiento informado de aplicación de análisis sensorial de néctar

**Producto:** Néctar elaborado a base de babaco (*Vasconcellea x pentagona*) y granadilla (*Passiflora ligularis* Juss).

**Fecha:** .../.../....

Yo, ..... identificado con documento de identidad N° ....., edad....., ciclo....., he sido informado plenamente sobre los objetivos del proyecto y por voluntad propia doy mi consentimiento para la aplicación de análisis sensorial de néctar, que están llevando a cabo las estudiantes a cargo Yover Elías Herrera Bermeo y Brayan Raul Ramirez Cieza del proyecto de “Evaluación de las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de néctar a base de babaco (*Vasconcellea x pentagona*) y granadilla (*Passiflora ligularis* Juss)”, llevado a cabo en la Universidad Nacional de Jaén.

La evaluación sensorial del néctar será realizada utilizando la prueba hedónica de 9 puntos que varía de 1 (Me disgusta muchísimo) hasta 9 (Me gusta muchísimo) en los atributos olor, sabor, color y aceptabilidad general. Serán reclutadas 120 panelistas que tengan disponibilidad e interés en participar de la evaluación sensorial; un criterio de exclusión para los panelistas es que no padezca de problemas respiratorios.

Por lo antes mencionado, hago constar que he leído y entendido en su totalidad este documento, por lo que en constancia firmo y acepto su contenido.

---

Firma del panelista

Estudiantes responsables:

-----

## FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

**Nombre:**  
**Fecha:**

**Edad:**  
**Sexo:**

**Producto:** Néctar elaborado a base de babaco y granadilla.

### Instrucciones:

Identifique el código de la muestra del néctar, luego proceda a probar y evaluar. Según la escala asigne un puntaje para cada atributo. Para distinguir mejor los sabores, tomar agua después de evaluar una muestra.

Escala	Puntaje
Me disgusta muchísimo	1
Me disgusta mucho	2
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta ligeramente	4
No me gusta ni me disgusta	5
Me gusta ligeramente	6
Me gusta moderadamente	7
Me gusta mucho	8
Me gusta muchísimo	9

Atributos	Código de las muestras evaluadas					
	921	268	183	597	606	764
Color						
Olor						
Sabor						
Consistencia						
Apariencia general						

MUCHAS GRACIAS.

## Anexo 2

### Resultados fisicoquímicos y análisis estadístico completo

**Tabla 9**

*Resultados de las características fisicoquímicas de los tratamientos formulados*

Tratamientos	Acidez titulable (%)	pH	SST (°Brix)	Color			Capacidad antioxidante			Fenoles totales (mg EAG/100 mL)	Flavonoides (mg eq EQ/100 mL)
				L*	a*	b*	DPPH ( $\mu\text{mol ET}/100 \text{ mL}$ )	ABTS ( $\mu\text{mol ET}/100 \text{ mL}$ )	FRAP ( $\mu\text{mol FeSO}_4/100 \text{ mL}$ )		
T1	0.33% $\pm$ 0.000	4.22 $\pm$ 0.042	12.67 $\pm$ 0.208	40.00 $\pm$ 0.356	-0.74 $\pm$ 0.071	10.47 $\pm$ 0.188	117.66 $\pm$ 8.747	400.80 $\pm$ 24.347	45.59 $\pm$ 16.161	103.10 $\pm$ 2.460	28.58 $\pm$ 12.891
T2	0.34% $\pm$ 0.000	4.21 $\pm$ 0.068	12.60 $\pm$ 0.00	40.42 $\pm$ 0.865	-0.75 $\pm$ 0.082	10.90 $\pm$ 0.566	113.87 $\pm$ 7.353	363.97 $\pm$ 28.353	28.42 $\pm$ 4.712	105.87 $\pm$ 8.780	19.34 $\pm$ 6.457
T3	0.34% $\pm$ 0.000	4.22 $\pm$ 0.026	12.59 $\pm$ 0.154	41.44 $\pm$ 0.594	-0.75 $\pm$ 0.038	11.38 $\pm$ 0.398	115.20 $\pm$ 3.759	388.77 $\pm$ 43.478	34.83 $\pm$ 19.802	95.15 $\pm$ 18.426	16.44 $\pm$ 4.913
T4	0.29% $\pm$ 0.000	4.22 $\pm$ 0.008	12.48 $\pm$ 0.158	42.46 $\pm$ 0.511	-0.75 $\pm$ 0.023	11.59 $\pm$ 0.303	97.24 $\pm$ 18.752	423.52 $\pm$ 2.940	55.82 $\pm$ 32.621	110.19 $\pm$ 3.900	27.02 $\pm$ 7.091
T5	0.27% $\pm$ 0.000	4.18 $\pm$ 0.014	12.33 $\pm$ 0.115	42.80 $\pm$ 0.526	-0.73 $\pm$ 0.052	11.41 $\pm$ 0.321	84.98 $\pm$ 15.019	420.01 $\pm$ 29.200	44.54 $\pm$ 4.920	104.27 $\pm$ 21.206	23.35 $\pm$ 15.078

**Tabla 10***Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para acidez total titulable*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.84221	0.0135
Homogeneidad de varianza	Bartlett	$K^2 = 10.92$ gl=4	0.02748

**Tabla 11***Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para pH*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.94484	0.4471
Homogeneidad de varianza	Bartlett	$K^2 = 8.408$ gl=4	0.07773

**Tabla 12***Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para solidos solubles totales*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.94694	0.4776
Homogeneidad de varianza	Bartlett	$K^2 = \text{Inf}$ gl=4	< 2.2e-16

**Tabla 13***Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para L\**

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.93379	0.3106
Homogeneidad de varianza	Bartlett	$K^2 = 1.3758$ gl=4	0.8484

**Tabla 14***Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para a\**

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.96482	0.7754
Homogeneidad de varianza	Bartlett	$K^2 = 3.2249$ gl=4	0.5209

**Tabla 15***Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para b\**

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.95667	0.6384
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K <sup>2</sup> = 2.068 gl=4	0.7233

**Tabla 16***Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para capacidad antioxidante por método DPPH*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.96304	0.745
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K <sup>2</sup> = 4.3423 gl=4	0.3617

**Tabla 17***Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para capacidad antioxidante por método ABTS*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.95622	0.6271
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K <sup>2</sup> = 6.8017 gl=4	0.1467

**Tabla 18***Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para capacidad antioxidante por método FRAP*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.95444	0.5969
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K <sup>2</sup> = 7.5592 gl=4	0.1091

**Tabla 19***Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para concentración de fenoles totales*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.92842	0.2584
Homogeneidad de varianza	Bartlett	K <sup>2</sup> = 8.4856 gl=4	0.07533

**Tabla 20***Supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para flavonoides*

Test	Prueba	Estadístico	p
Normalidad	Shapiro-Wilk	W=0.97649	0.9399
Homogeneidad de varianza	Bartlett	$K^2 = 2.9147$ gl=4	0.5722

**Tabla 21***Análisis de varianza (ANVA) de la acidez total titulable*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	0.012707	0.003177	9.724	0.00178
Residuales	10	0.003267	0.000327		
Total	14	0.015974			

**Tabla 22***Análisis de varianza (ANVA) de los valores de pH*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	0.004333	0.001083	0.739	0.587
Residuales	10	0.014667	0.001467		
Total	14	0.019			

**Tabla 23***Análisis de varianza (ANVA) de los sólidos solubles totales*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	0.2133	0.05333	2.424	0.117
Residuales	10	0.22	0.022		
Total	14	0.4333			

**Tabla 24***Análisis de varianza (ANVA) de los valores de luminosidad (L\*)*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	17.96	4.49	12.72	0.00062
Residuales	10	3.531	0.353		
Total	14	21.491			

**Tabla 25***Análisis de varianza (ANVA) de los valores del parámetro a\* (verde-rojo)*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	0.00147	0.000367	0.114	0.974
Residuales	10	0.03207	0.003207		
Total	14	0.03354			

**Tabla 26***Análisis de varianza (ANVA) de los valores del parámetro b\* (azul-amarillo)*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	2.491	0.6227	4.395	0.0262
Residuales	10	1.417	0.1417		
Total	14	3.908			

**Tabla 27***Análisis de varianza (ANVA) de la capacidad antioxidante (método DPPH)*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	2403	600.7	4.16	0.0307
Residuales	10	1444	144.4		
Total	14	3847			

**Tabla 28***Análisis de varianza (ANVA) de la capacidad antioxidante (método ABTS)*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	7131	1782.8	2.149	0.149
Residuales	10	8297	829.7		
Total	14	15428			

**Tabla 29***Análisis de varianza (ANVA) de la capacidad antioxidante (método FRAP)*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	1337	334.3	0.948	0.476
Residuales	10	3528	352.8		
Total	14	4865			

**Tabla 30***Análisis de varianza (ANVA) de la concentración de fenoles totales*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	362.5	90.64	0.51	0.73
Residuales	10	1776.0	177.6		
Total	14	2138.5			

**Tabla 31***Análisis de varianza (ANVA) de la concentración de flavonoides*

FV	GL	SC	CM	F	p
Tratamientos	4	2804	701.0	0.764	0.572
Residuales	10	9173	917.3		
Total	14	11977			

**Tabla 32***Prueba de Kruskal-Wallis*

Atributo sensorial	n	Estadístico H	gl	p
<b>Color</b>	600	22.90	4	0.000134
<b>Olor</b>	600	7.37	4	0.118
<b>Sabor</b>	600	1.46	4	0.834
<b>Consistencia</b>	600	2.17	4	0.704
<b>Apariencia general</b>	600	7.57	4	0.109

**Tabla 33***Prueba de Dunn para color*

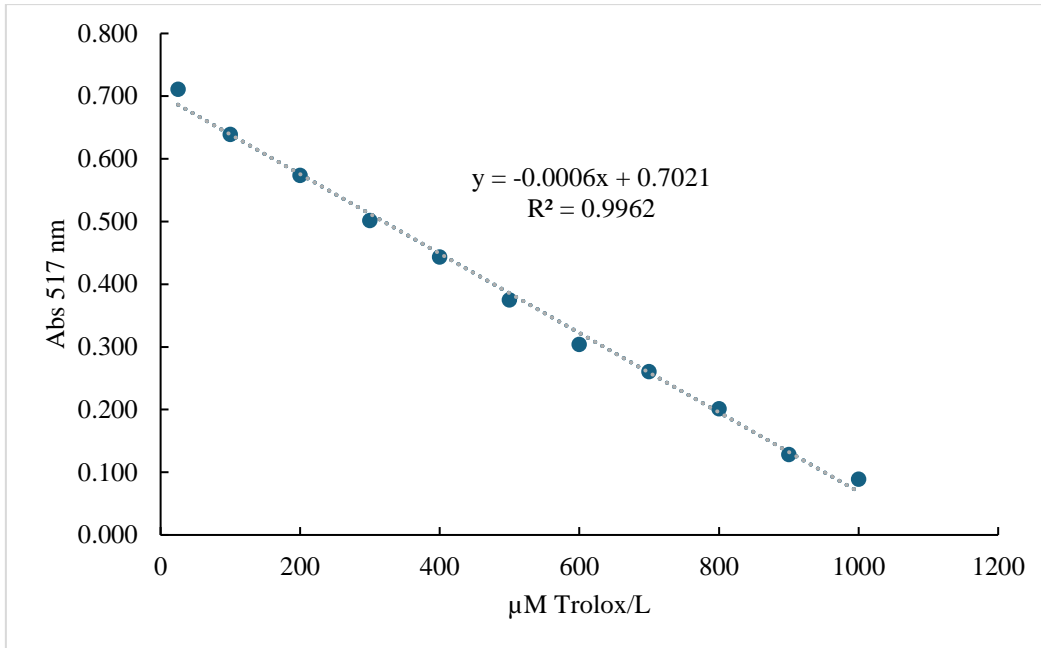
Atributo sensorial	Tratamientos	Tratamientos	n1	n2	Estadístico-D	p
<b>Color</b>	T1	T2	120	120	-0.501	0.616
<b>Color</b>	T1	T3	120	120	1.12	0.263
<b>Color</b>	T1	T4	120	120	2.92	0.00349
<b>Color</b>	T1	T5	120	120	3.26	0.00110
<b>Color</b>	T2	T3	120	120	1.62	0.105
<b>Color</b>	T2	T4	120	120	3.42	0.000621
<b>Color</b>	T2	T5	120	120	3.77	0.000166
<b>Color</b>	T3	T4	120	120	1.80	0.0714
<b>Color</b>	T3	T5	120	120	2.15	0.0319
<b>Color</b>	T4	T5	120	120	0.343	0.732

### Anexo 3

#### Curvas de calibración de los estándares utilizados en los ensayos de capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos.

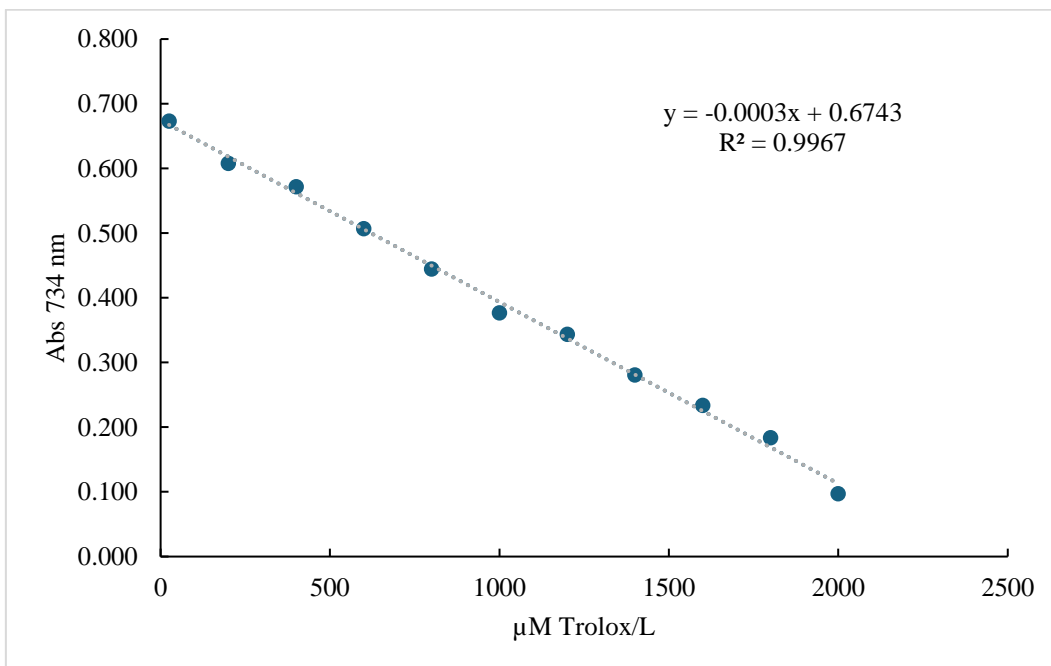
**Figura 19**

*Curva de calibración de la capacidad antioxidante por el método DPPH*



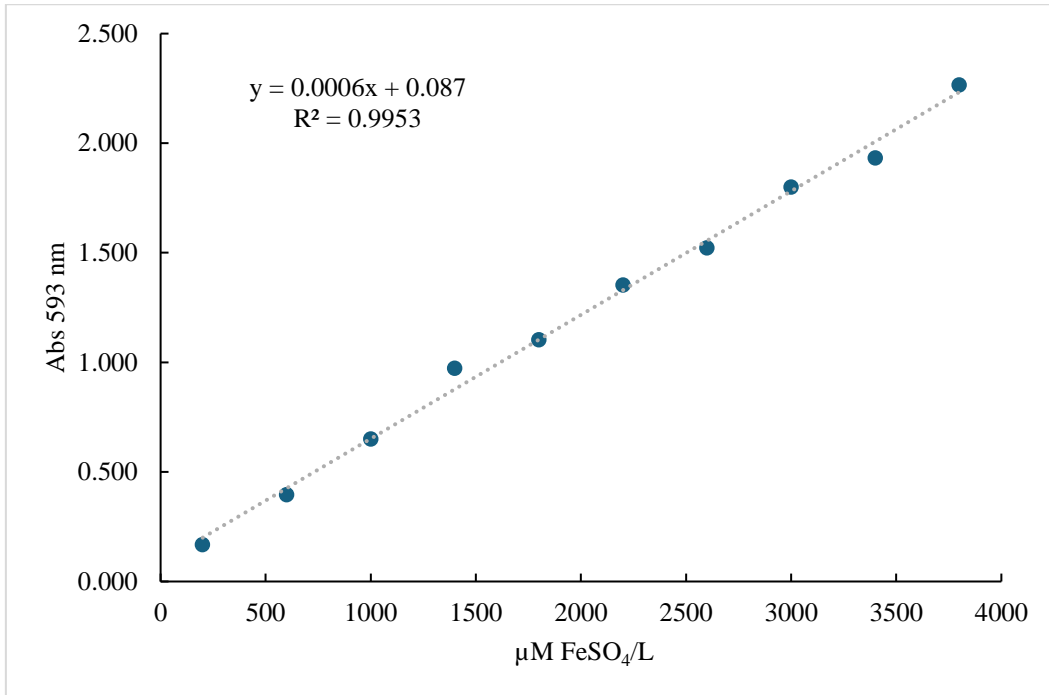
**Figura 20**

*Curva de calibración de la capacidad antioxidante por el método ABTS*



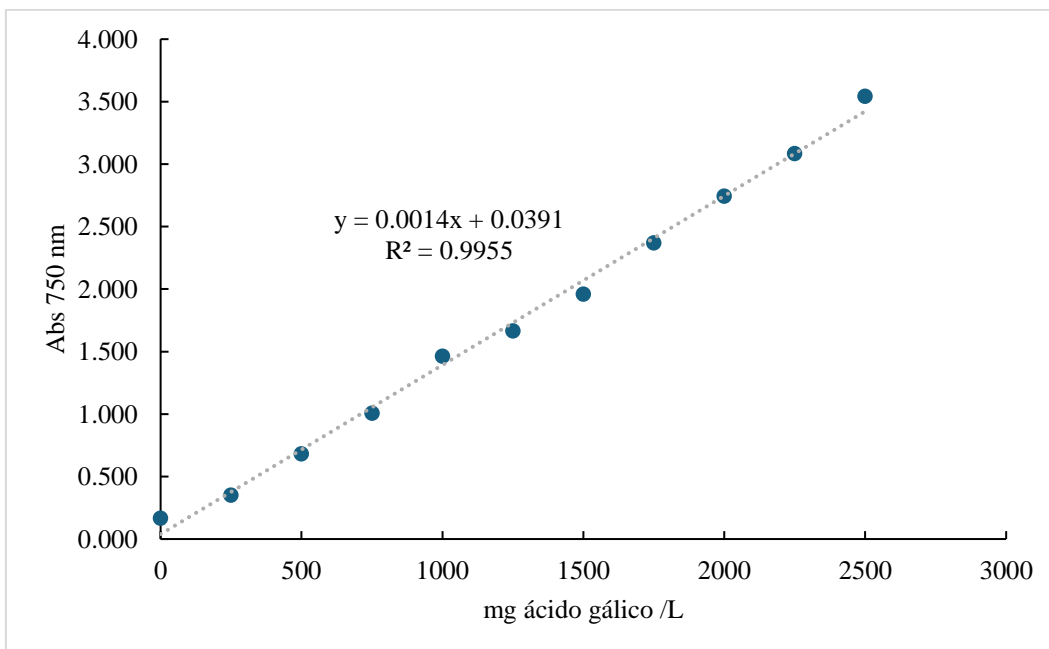
**Figura 21**

*Curva de calibración de la capacidad antioxidante por el método FRAP*



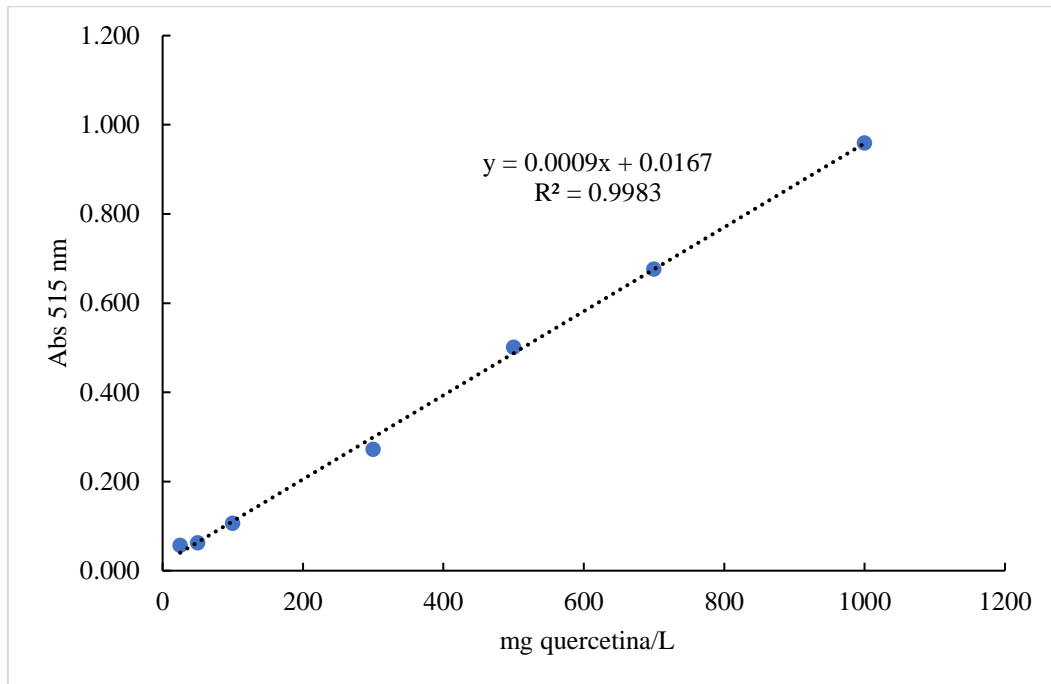
**Figura 22**

*Curva de calibración para la concentración de fenoles totales*



**Figura 23**

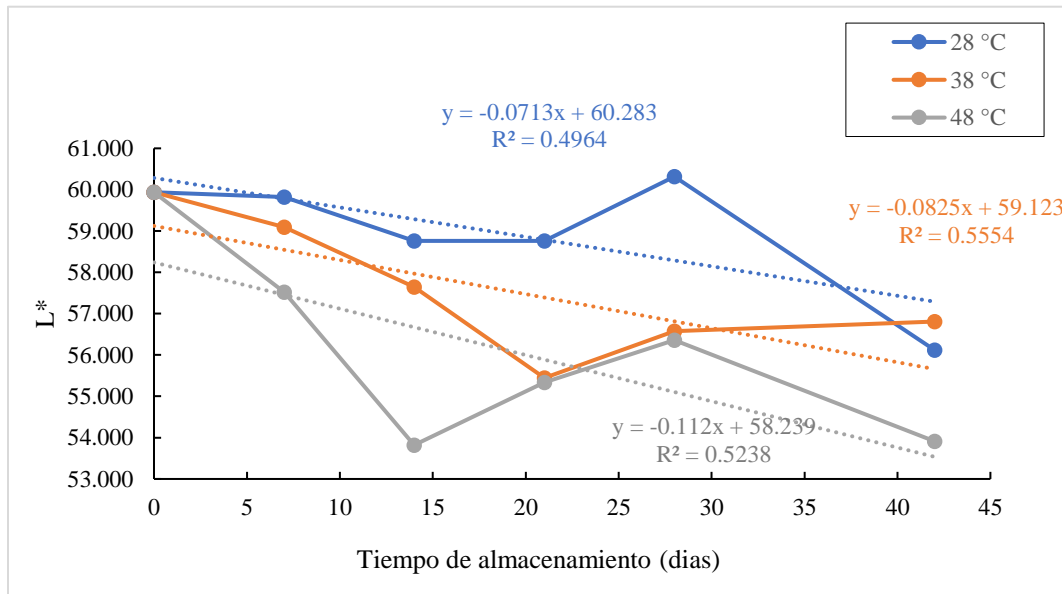
*Curva de calibración para la concentración de flavonoides totales*



**Curvas de cinética de deterioro**

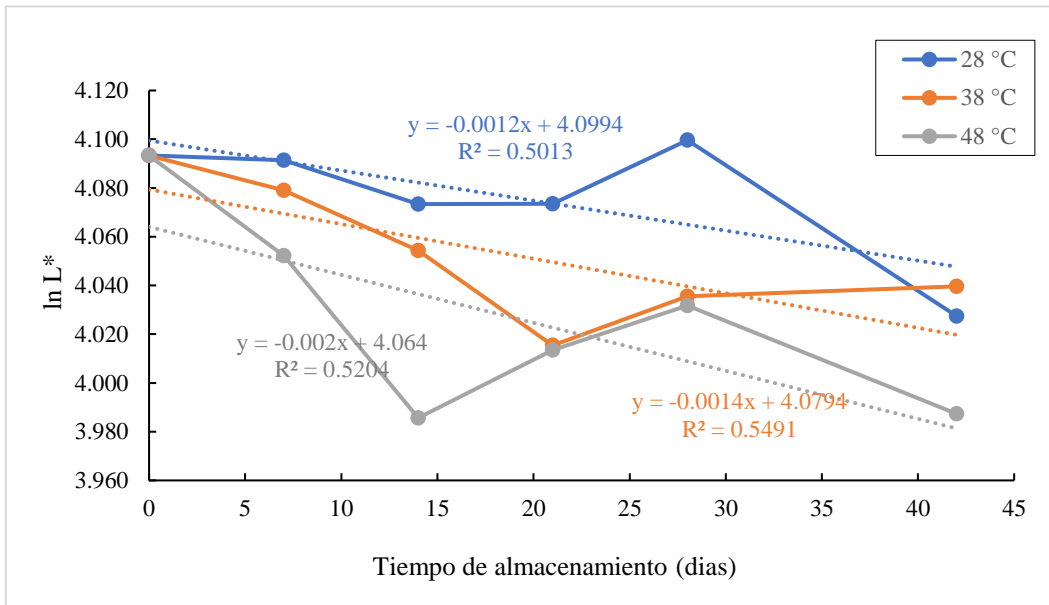
**Figura 24**

*Modelo cinético de orden cero para la evolución del parámetro  $L^*$*



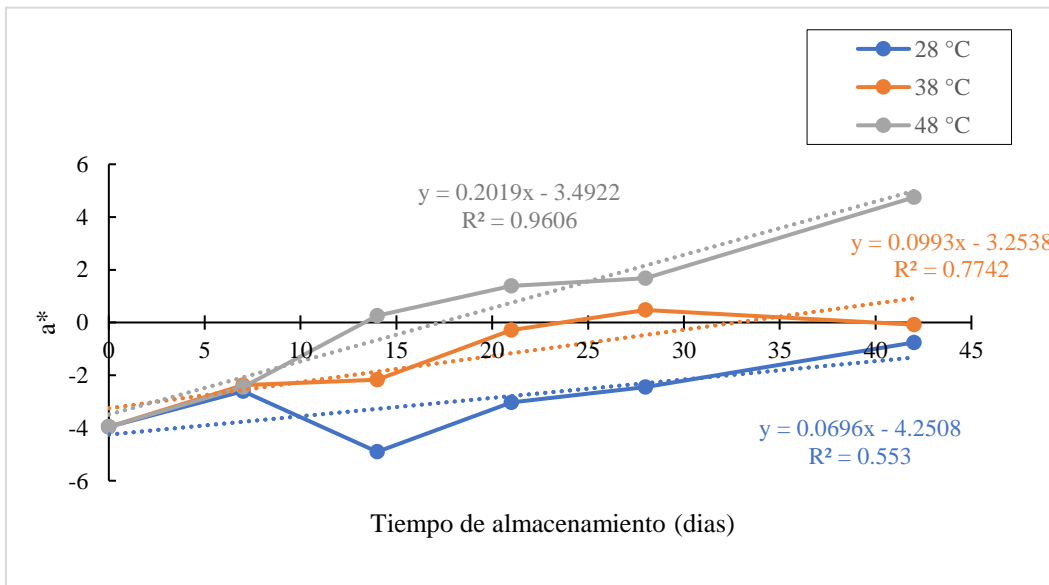
**Figura 25**

*Modelo cinético de primer orden para la evolución del parámetro  $L^*$*



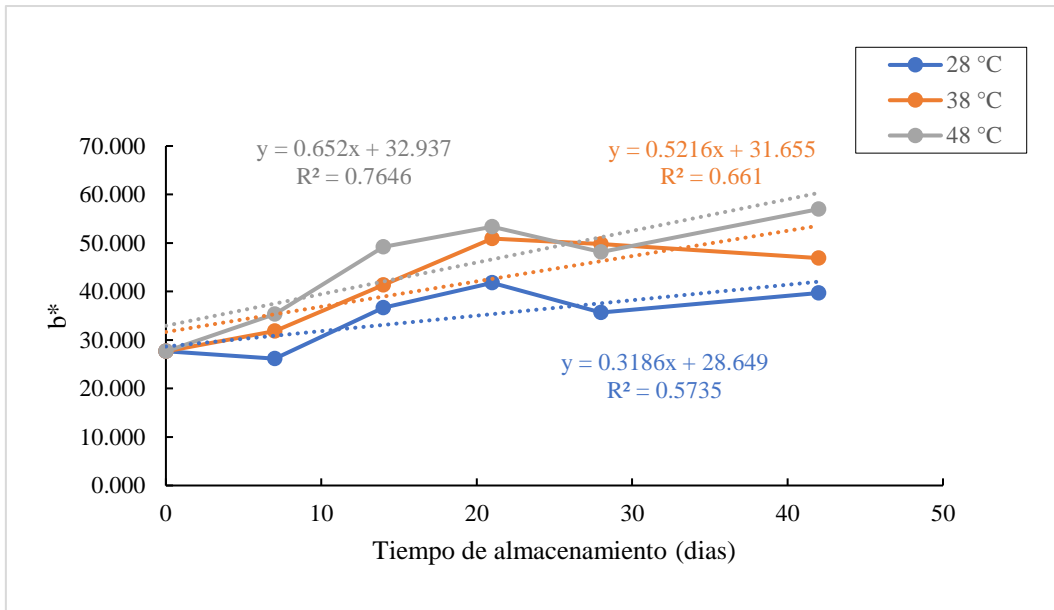
**Figura 26**

*Modelo cinético de orden cero para la evolución del parámetro  $a^*$*



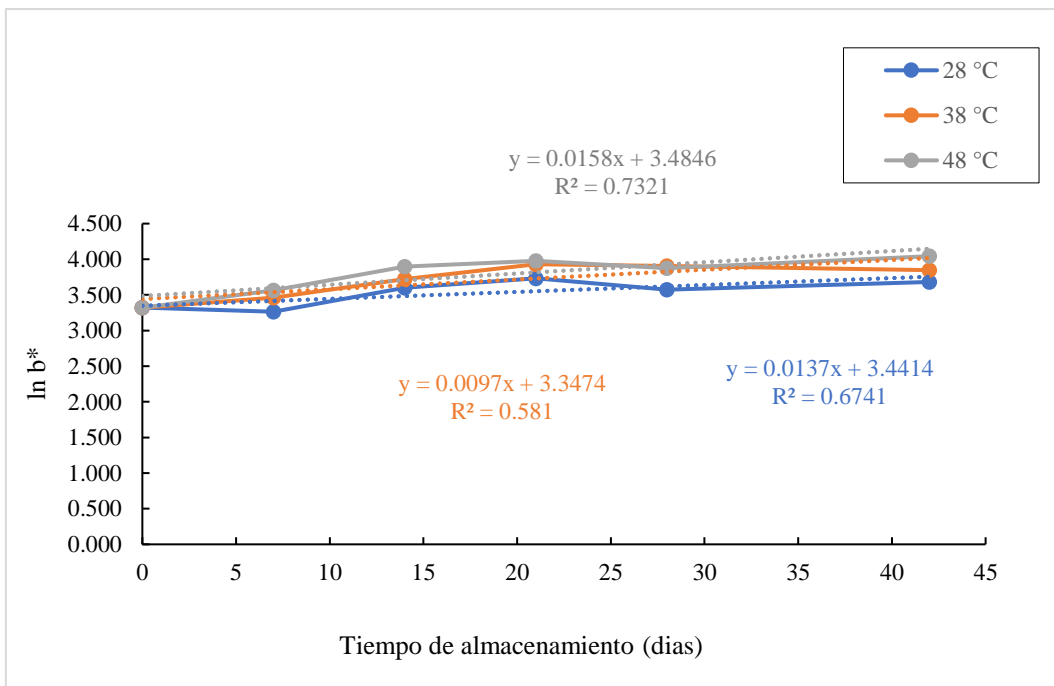
**Figura 27**

*Modelo cinético de orden cero para la evolución del parámetro  $b^*$*



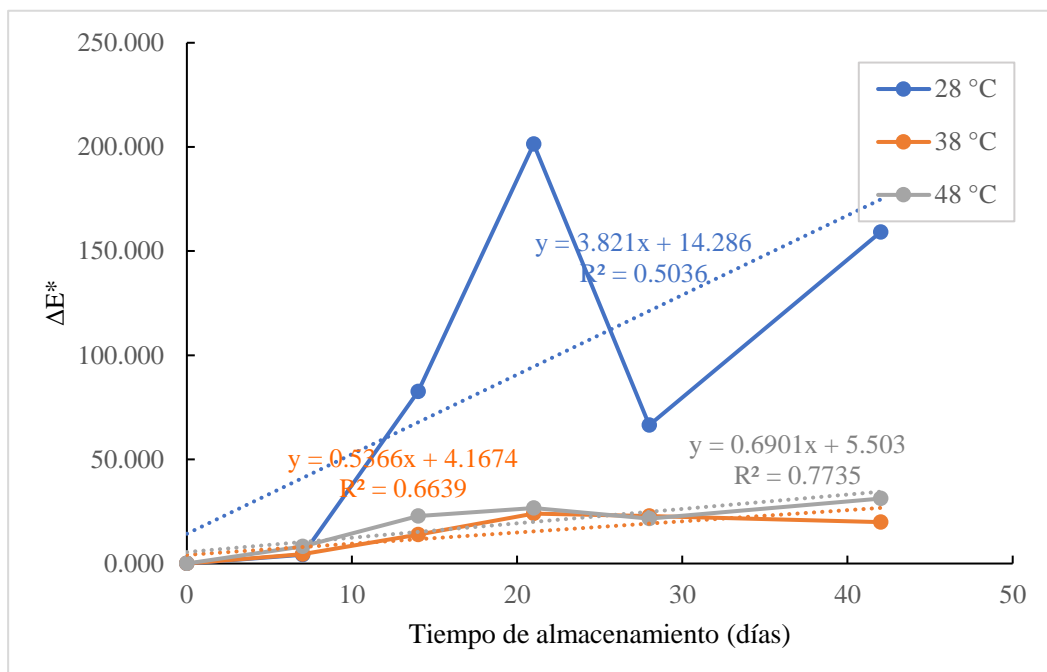
**Figura 28**

*Modelo cinético de primer orden para la evolución del parámetro  $b^*$*



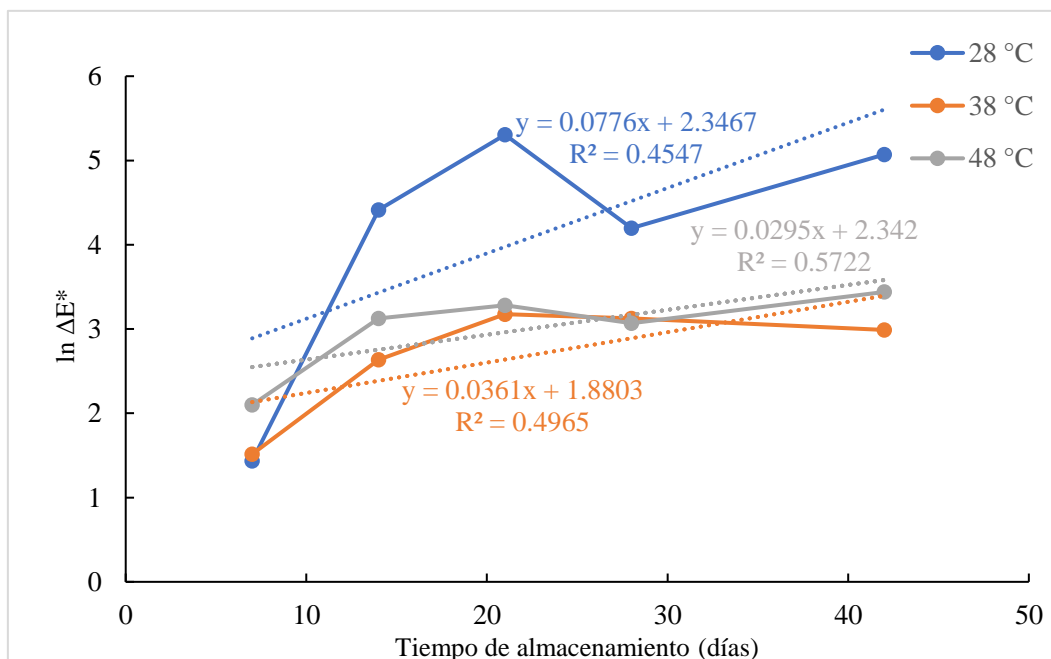
**Figura 29**

*Modelo cinético de orden cero para la evolución del  $\Delta E^*$*



**Figura 30**

*Modelo cinético de primer orden para la evolución del  $\Delta E^*$*



## Anexo 4

Galería fotográfica de la recolección, producción, análisis fisicoquímico, microbiológicos y evaluación sensorial de néctar de babaco y granadilla.

**Figura 31**

*Selección de materia prima*



**Figura 32**

*Lavado y desinfectado*



**Figura 33**

*Despulpado*



**Figura 34**

*Licuada y filtrado*



**Figura 35**

*Estandarizado*



**Figura 36**

*Envasado*



**Figura 37**

*Caracterización de materias primas*



**Figura 38**

*Medición de pH*



**Figura 39**

*Medición de acidez titulable*



**Figura 40**

*Medición de color instrumental*



**Figura 41**

*Preparación de reactivos*



**Figura 42**

*Medición de absorbancias*



**Figura 43**

*Preparación de cultivos*



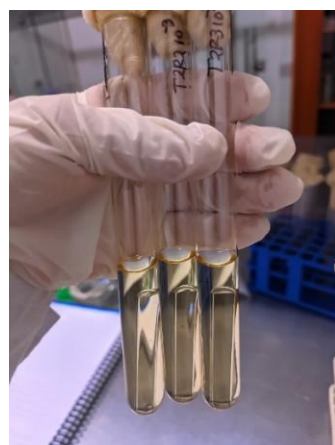
**Figura 44**

*Medición de aerobios mesófilos*



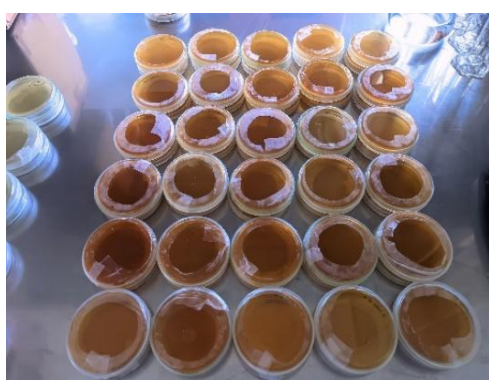
**Figura 45**

*Medición de coliformes*



**Figura 46**

*Medición de hongos y levaduras*



**Figura 47**

*Almacenamiento*



**Figura 48**

*Medición de turbidez*



**Figura 49**

*Evaluación sensorial*



## Anexo 5

### Constancia de aprobación del proyecto



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE JAÉN

LEY DE CREACION 29304. RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N°002-  
2019-SUNEDU CD

VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN

COMITÉ DE ÉTICA

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana".

Jaén, 02 de diciembre del 2025

INFORME N°003-2025- CEI-VPI-UNJ

## CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE PROYECTO

### COMITÉ DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN-UNJ

El presidente del titulado comité institucional de ética en investigación de la Universidad Nacional de Jaén hace constar que el proyecto: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE NÉCTAR A BASE DE BABACO (VASCONCELLEA X PENTAGONA) Y GRANADILLA (PASSIFLORA LIGULARIS JUSS)" presentado por Yover Elías Herrera Bermeo y Brayan Raúl Ramírez Cieza, ha sido analizado y aprobado en base al Código de Ética en Investigación Científica de la Universidad Nacional de Jaén que cuenta con Resolución de Consejo de Comisión Organizadora N°065-2025-CCO-UNJ.



*JDM*

**Dr. JUAN DARIO RIOS MERA**  
Presidente del Comité de Ética en investigación  
Universidad Nacional de Jaén

SOLIDARIA - SALUDABLE - SOSTENIBLE  
www.unj.edu.pe

CONTACTO

EMAIL

comite.etica@unj.edu.pe

DIRECCIÓN

Carretera 1a/6 San Ignacio km 24  
Sector Fariyacu

## Anexo 6

### Fichas de consentimiento informado de aplicación del análisis sensorial de néctar

