

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO**  
**AGROINDUSTRIAL**

Efecto de la proporción de dilución y pasteurización en el contenido de compuestos bioactivos, aceptabilidad general y vida útil del néctar de tomate de árbol.

**PRESENTADO POR:**

Bach. Díaz Cieza Elizabeth

Bach. Guevara Gonzales Roxana Yaneth

**ASESOR:**

Ph. D. Frank Fluker Velásquez Barreto

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser la del asesor, Frank Fluker Velásquez Barreto. La firma está escrita sobre una línea horizontal punteada.

CHOTA – PERÚ

2025



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**  
**ASESOR DE INFORME DE TESIS**

**Constancia de Originalidad y Uso de  
Inteligencia Artificial**

**CO-001-2025-FFVB-EPIA-FCA**

El que suscribe, Asesor del Informe de Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis Titulado “**Efecto de la proporción de dilución y pasteurización en el contenido de compuestos bioactivos, aceptabilidad general y vida útil del néctar de tomate de árbol**” perteneciente a las tesis Elizabeth Díaz Cieza y Roxana Yaneth Guevara Gonzáles; presenta un **GRADO DE SIMILITUD de 19 % y USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE 0 %**, en base al análisis realizado por el Software Antiplago Turnitin (12/12/2025) y este corresponde a una similitud menor al 20 %, por lo que se considera producción intelectual propia (Art. 27e del Reglamento de Grados y Títulos 2025 aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 770-2025-UNACH).




La presente se emite al interesado para los trámites que estime conveniente.

Chota, 12 de diciembre de 2025.

**Ph. D. Frank Fluker Velásquez Barreto**  
*Asesor de Informe de Tesis*  
*Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial*  
*Facultad de Ciencias Agrarias*

# Frank Fluker Velásquez Barreto

## Tesis final Elizabeth y Roxana

-  Tesis Elizabeth y Roxana
-  Tesis Elizabeth y Roxana
-  Universidad Nacional Autonoma de Chota

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3442804988

Fecha de entrega

12 dic 2025, 9:19 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

12 dic 2025, 9:51 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

ROXANA\_y\_ELY\_5.docx

Tamaño del archivo

58.0 MB

160 páginas

28.478 palabras

157.524 caracteres




# 19% Similitud general

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

## Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía

## Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

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

-  **Caracteres reemplazados**  
102 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

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.

## Fuentes principales

- 19% Fuentes de Internet
- 6% Publicaciones
- 7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	2%
2	Internet	hdl.handle.net	2%
3	Internet	repositorio.unach.edu.pe	1%
4	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
5	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
6	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
7	Internet	repositorio.utn.edu.ec	<1%
8	Internet	repositorio.uns.edu.pe	<1%
9	Internet	repositorio.unas.edu.pe	<1%
10	Internet	dspace.unitru.edu.pe	<1%
11	Internet	repositoriousco.co	<1%

12	Internet	es.scribd.com	<1%
13	Internet	sqperu.org.pe	<1%
14	Trabajos del estudiante Escuela Politecnica Nacional		<1%
15	Internet	repositorio.unp.edu.pe	<1%
16	Internet	repositorio.upec.edu.ec	<1%
17	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
18	Trabajos del estudiante Universidad Nacional del Centro del Peru		<1%
19	Internet	dspace.ucuenca.edu.ec	<1%
20	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
21	Trabajos del estudiante ucss		<1%
22	Internet	repositorio.ulima.edu.pe	<1%
23	Internet	www.coursehero.com	<1%
24	Internet	renati.sunedu.gob.pe	<1%
25	Internet	www.researchgate.net	<1%

26	Internet	repositorio.unicauca.edu.co:8080	<1%
27	Internet	notulaebotanicae.ro	<1%
28	Internet	ojs.unemi.edu.ec	<1%
29	Internet	repositorio.unprg.edu.pe	<1%
30	Internet	riunet.upv.es	<1%
31	Internet	sired.udenar.edu.co	<1%
32	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%
33	Internet	repositorio.undac.edu.pe	<1%
34	Trabajos del estudiante	espan	<1%
35	Internet	ouci.dntb.gov.ua	<1%
36	Internet	idoc.pub	<1%
37	Internet	repositorio.uta.edu.ec	<1%
38	Internet	www.potravinarstvo.com	<1%
39	Internet	repositorio.espan.edu.ec	<1%

40	Internet	repositorio.utc.edu.ec	<1%
41	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD	<1%
42	Internet	dokumen.pub	<1%
43	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Jaen	<1%
44	Internet	repositorio.uan.edu.co	<1%
45	Internet	repositorio.ucss.edu.pe	<1%
46	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
47	Publicación	Barragan Condori, Melquiades. "Evaluación y caracterización de compuestos bioa..."	<1%
48	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
49	Internet	docplayer.es	<1%
50	Internet	repositorio.unajma.edu.pe	<1%
51	Internet	cybertesis.unmsm.edu.pe	<1%
52	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	<1%
53	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%

54	Trabajos del estudiante	UNIV DE LAS AMERICAS	<1%
55	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
56	Publicación	LUZ MARINA ZAPATA. "OBTENCIÓN DE EXTRACTO DE ANTOCIANINAS A PARTIR D...	<1%
57	Trabajos del estudiante	The Koc School	<1%
58	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	<1%
59	Internet	pastebin.com	<1%
60	Internet	repository.javeriana.edu.co	<1%
61	Internet	repositorio.uancv.edu.pe	<1%
62	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
63	Internet	www.magyp.gob.ar	<1%
64	Trabajos del estudiante	Saint Dominic School	<1%
65	Internet	repositorio.umsa.bo	<1%
66	Internet	repositorio.unsa.edu.pe	<1%
67	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	<1%

68	Internet	unach.edu.pe	<1%
69	Internet	www.slideshare.net	<1%
70	Internet	manualzz.com	<1%
71	Internet	produccioncientificaluz.org	<1%
72	Internet	doku.pub	<1%
73	Internet	fondoeditorial.unaat.edu.pe	<1%
74	Internet	juancarlosoroscocortez.blogspot.com	<1%
75	Internet	www.ijera.com	<1%
76	Internet	www.scipedia.com	<1%
77	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%
78	Internet	1library.co	<1%
79	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	<1%
80	Internet	repositorio.unal.edu.co	<1%
81	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María	<1%

82	Internet	ebin.pub	<1%
83	Internet	rcb.unal.edu.co	<1%
84	Internet	repositorio.unica.edu.pe	<1%
85	Internet	vrin.unsaac.edu.pe	<1%
86	Internet	www.unhcr.org	<1%
87	Trabajos del estudiante	Colegio Virgen de Europa	<1%
88	Publicación	Fernandez Ayma, Alfredo. "Estudio del modelo cinético y propiedades geométrica..."	<1%
89	Trabajos del estudiante	Ana G. Méndez University	<1%
90	Trabajos del estudiante	Universidad San Francisco de Quito	<1%
91	Internet	c63556ea-93f3-442c-9abe-10565520ce02.filesusr.com	<1%
92	Internet	qdoc.tips	<1%
93	Trabajos del estudiante	Colegio Fontanar	<1%
94	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Barranca	<1%
95	Trabajos del estudiante	Universidad Técnica de Machala	<1%

96	Internet	apirepositorio.unu.edu.pe	<1%
97	Internet	repositorio.uide.edu.ec	<1%
98	Internet	repository.uamerica.edu.co	<1%
99	Internet	www.fcb.uanl.mx	<1%
100	Internet	www.repositorio.usac.edu.gt	<1%
101	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Educacion Enrique Guzman y Valle	<1%
102	Internet	rest-dspace.ucuenca.edu.ec	<1%
103	Internet	www.revista.ueg.br	<1%
104	Publicación	Milagro León T, Gerardo Garrido G, María Castañeda D, Emma Rueda de A. "Early ...	<1%
105	Internet	acikerisim.aydin.edu.tr	<1%
106	Internet	fdocuments.ec	<1%
107	Internet	patents.google.com	<1%
108	Internet	repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080	<1%
109	Internet	repositorio.uladech.edu.pe	<1%

110	Internet	revistabiociencias.uan.mx	<1%
111	Internet	www.hbg.saline.k12.il.us	<1%
112	Internet	Jorge García Ivars. "OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MEMBRANAS POLIMÉRI...	<1%
113	Internet	cienciadigital.org	<1%
114	Internet	ideas.repec.org	<1%
115	Internet	jhpr.birjand.ac.ir	<1%
116	Internet	portal.amelica.org	<1%
117	Internet	repositorio.cientifica.edu.pe	<1%
118	Internet	repositorio.urp.edu.pe	<1%
119	Internet	sedici.unlp.edu.ar	<1%
120	Publicación	Blanca Natividad Pérez Aguilar. "Revisión de los valores del espectro de absorció...	<1%
121	Publicación	Ccopa Flores, Ruth Mery. "Optimización del proceso de extracción y evaluación d...	<1%
122	Publicación	E. Sinde, C. S. Gallardo, A. Saa, A. Castillo, L. A. Rodríguez. "ESTUDIO BACTERIOLÓ...	<1%
123	Trabajos del estudiante	Escuela Superior Politécnica del Litoral	<1%

124	Publicación	Francisco Javier Herraiz García. "Desarrollo de herramientas morfológicas y genó...	<1%
125	Internet	comprometidosconasturias.com	<1%
126	Publicación	der Ohannesian, Martín. "Efecto de la Incorporación de Frutos Rojos Deshidratad...	<1%
127	Internet	doi.org	<1%
128	Internet	dspace-uh-tmp.igniteonline.la	<1%
129	Internet	dspace.udla.edu.ec	<1%
130	Internet	issuu.com	<1%
131	Internet	repositorio.unh.edu.pe	<1%
132	Internet	revistas.untrm.edu.pe	<1%
133	Internet	www.digital-sochi.ru	<1%
134	Internet	www.wma.net	<1%
135	Publicación	César Ozuna López. "Estudio de la aplicación de ultrasonidos de alta intensidad e...	<1%
136	Publicación	EDWIN BALDEON CHAMORRO. "Desarrollo de la técnica de lengua electrónica vol...	<1%
137	Publicación	María Desamparados Andrés Bello. "Aplicación de nuevas tecnologías para el dis...	<1%

138	Publicación	William Senior, Mairin Lemus, Nieves González, Manuel Rey-Méndez, Cesar Lodeir...	<1%
139	Internet	bdigital.unal.edu.co	<1%
140	Publicación	de Barros, Diana Brito. "Sustainable Valorisation and Development of Innovative ...	<1%
141	Internet	dspace.esoch.edu.ec	<1%
142	Internet	es.slideshare.net	<1%
143	Internet	kupdf.net	<1%
144	Internet	mcta.uas.edu.mx	<1%
145	Internet	repositorio.uas.edu.mx	<1%
146	Internet	repositorio.unaj.edu.pe:8080	<1%
147	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%
148	Internet	repositorio.xoc.uam.mx	<1%
149	Internet	revistas.unu.edu.pe	<1%
150	Internet	rgsa.openaccesspublications.org	<1%
151	Internet	vbook.pub	<1%

152	Internet	www.colvet.es	<1%
153	Internet	www.frontiersin.org	<1%
154	Internet	www.losandes.com.ar	<1%
155	Internet	www.scribd.com	<1%
156	Internet	livrosdeamor.com.br	<1%
157	Publicación	ADRIANA CONTRERAS OLIVA. "Efecto de tratamientos poscosecha novedosos en I...	<1%
158	Internet	www.mdpi.com	<1%



Anexo 01:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

REG. N° 057-2025-FCA


Siendo las 16:10 horas, del día 19 de noviembre de 2025, los miembros del Jurado de Tesis titulada: Efecto de la proporción de dilución y pasteurización en el contenido de compuestos bioactivos, aceptabilidad general y vida útil del néctar de tomate de árbol, integrado por:

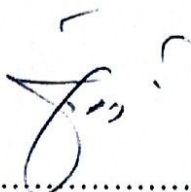
1. M. Sc. Janneth Marilyn Edquén Núñez      Presidente
2. MBA. José Felipe Garrido Julca      Secretario
3. Mg. Pedro Wilfredo Gamboa Alarcón      Vocal


Sustentada de manera presencial (X), virtual ( ) por Elizabeth Díaz Cieza y Roxana Yaneth Guevara Gonzáles, con la finalidad de obtener el Título Profesional de (Ingeniero Agroindustrial).

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda (Aprobar) la tesis, calificándola con la nota de: ( *TRECE* ), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el correspondiente título profesional

Colpa Huacaris, 19 de noviembre del 2025

  
.....  
M. Sc. Janneth Marilyn Edquén Núñez  
Presidente

  
.....  
MBA. José Felipe Garrido Julca  
Secretario

  
.....  
Mg. Pedro Wilfredo Gamboa Alarcón  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A Dios, por la existencia y el bienestar, por ser mi luz en los momentos de incertidumbre, mi fortaleza en los desafíos y mi inspiración constante para llevar a cabo este trabajo de investigación y alcanzar mis objetivos personales y profesionales.

A mis padres, Humberto Díaz y Dorila Cieza, por el amor incondicional, apoyo inquebrantable y sacrificio constante, todo ello ha sido el faro luminoso que ha guiado cada paso en este camino hacia la culminación de la tesis.

*Elizabeth Díaz*

A Dios, por la vida, por iluminar mi camino para actuar con discernimiento y entendimiento, por inspirar cada palabra escrita y cada descubrimiento alcanzado en esta tesis y por ayudarme a superar cada desafío, guiándome hacia una comprensión más profunda y una contribución significativa.

A mis padres, Carlos Guevara y Olga Gonzales, por la inspiración y sostén a lo largo de toda mi vida, su incondicional apoyo, paciencia y sacrificio han hecho posible cada paso de mi formación académica, a través de su demostración de compromiso, puntualidad, integridad y constancia.

*Roxana Yaneth Guevara*

## **AGRADECIMIENTOS**

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, por ofrecernos una educación de calidad.

A los jefes y técnicos de los laboratorios (Instituto de Investigación del Mejoramiento Productivo, laboratorio de Tecnología de Frutas y Hortalizas, laboratorio de Tecnología de la Leche y Derivados, laboratorio de Análisis y Control de Calidad de Frutas y Hortalizas, laboratorio de Tecnología de Carne y Panificación, laboratorio de Microbiología y Biotecnología Agroindustrial), por las facilidades para ejecutar nuestro de investigación.

A nuestro asesor Ph. D. Frank Fluker Velásquez Barreto, por la orientación y por compartir sus conocimientos, experiencias y sabiduría, que fueron oportunas para salvar situaciones difíciles a lo largo del desarrollo de la tesis.

## Índice de Contenido

<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
1.1. Planteamiento del Problema.....	10
1.2. Formulación del Problema .....	12
1.3. Justificación.....	12
1.4. Objetivos .....	13
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1. Antecedentes .....	15
2.2. Bases Teórico - Científicas .....	18
2.3. Marco conceptual .....	37
2.4. Hipótesis.....	38
2.5. Operacionalización de variables.....	38
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>41</b>
3.1. Tipo de Investigación .....	41
3.2. Nivel de Investigación.....	41
3.3. Diseño de Investigación .....	41
3.4. Métodos de Investigación.....	42
3.5. Población, Muestra y Muestreo.....	43
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	43
3.8. Procedimientos de Recolección de Datos .....	56
3.9. Aspectos Éticos .....	56
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>57</b>
4.1 Descripción de Resultados .....	57
4.2 Contratación de Hipótesis.....	100
4.3 Discusión de Resultados.....	100
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>112</b>
5.1. Conclusiones .....	112
5.2. Recomendaciones.....	114
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>115</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación taxonómica del tomate de árbol</i> .....	19
<b>Tabla 2</b> <i>Composición fisicoquímica de la pulpa de tomate de árbol</i> .....	21
<b>Tabla 3</b> <i>Composición del tomate de árbol en base a mg/100 g muestra</i> .....	27
<b>Tabla 4</b> <i>Fórmulas tiempo de vida media para diferentes órdenes de reacción (n)</i> .....	35
<b>Tabla 5</b> <i>Requisitos microbiológicos</i> .....	37
<b>Tabla 6</b> <i>Variables dependientes e independientes</i> .....	38
<b>Tabla 7</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....	39
<b>Tabla 8</b> <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i> .....	45
<b>Tabla 9</b> <i>Preparación de soluciones para curva patrón</i> .....	52
<b>Tabla 10</b> <i>Características fisicoquímicas del néctar elaborado a base de tomate de árbol</i> ....	57
<b>Tabla 11</b> <i>Compuestos bioactivos del néctar elaborado a base de tomate de árbol</i> .....	67
<b>Tabla 12</b> <i>Aceptabilidad general del néctar elaborado a base de tomate de árbol</i> .....	79
<b>Tabla 13</b> <i>Parámetros de Color del néctar elaborado a base de tomate de árbol</i> .....	83
<b>Tabla 14</b> <i>Contenido de ácido ascórbico del néctar tomate de árbol durante el almacenamiento</i> .....	93
<b>Tabla 15</b> <i>Contenido de fenoles totales del néctar tomate de árbol durante el almacenamiento</i> .....	95
<b>Tabla 16</b> <i>Valores de regresión lineal para la degradación de ácido ascórbico y fenoles totales para cada temperatura de almacenamiento en el néctar de tomate de árbol</i> .....	97
<b>Tabla 17</b> <i>Constante de velocidad de reacción de primer orden</i> .....	98
<b>Tabla 18</b> <i>Energía de activación (Ea) en la degradación de los compuestos bioactivos del néctar de tomate de árbol</i> .....	98
<b>Tabla 19</b> <i>Constante de velocidad de reacción (k) y tiempo de vida media (t1/2) del néctar, según su contenido de ácido ascórbico y fenoles totales, a temperaturas de 25, 15 y 5 °C</i> ...	99
<b>Tabla 20</b> <i>Resultados de los análisis microbiológicos</i> .....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Fruto de tomate de árbol</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Molécula del ácido ascórbico</i> .....	21
<b>Figura 3</b> <i>Estructura química de las antocianinas</i> .....	23
<b>Figura 4</b> <i>Estructura de los polifenoles</i> .....	25
<b>Figura 5</b> <i>Estructura química de carotenoides</i> .....	26
<b>Figura 6</b> <i>Reacciones de distintos órdenes</i> .....	33
<b>Figura 7</b> <i>Diseño experimental del proyecto</i> .....	42
<b>Figura 8</b> <i>Flujograma del proceso de elaboración de néctar</i> .....	46
<b>Figura 9</b> <i>Gráficas de contorno para los °Brix en función a la temperatura, tiempo y dilución</i> .....	59
<b>Figura 10</b> <i>Superficie de respuesta tridimensional para los °Brix en función a los factores estudiados</i> .....	60
<b>Figura 11</b> <i>Gráficas de contorno para el pH en función a la temperatura, tiempo y dilución</i> 62	62
<b>Figura 12</b> <i>Superficie de respuesta tridimensional para el pH en función a los factores estudiados</i> .....	63
<b>Figura 13</b> <i>Gráficas de contorno para la acidez titulable en función en función a los factores estudiados</i> .....	65
<b>Figura 14</b> <i>Superficie tridimensional para la acidez titulable en función a los factores estudiados</i> .....	66
<b>Figura 15</b> <i>Gráficas de contorno para el ácido ascórbico en función a los factores estudiados</i> .....	69
<b>Figura 16</b> <i>Superficie de respuesta tridimensional para el ácido ascórbico en función a los factores estudiados</i> .....	70
<b>Figura 17</b> <i>Gráficas de contorno para las antocianinas en función a los factores estudiados</i> 72	72
<b>Figura 18</b> <i>Superficie de respuesta tridimensional para las antocianinas en función a los factores estudiados</i> .....	73
<b>Figura 19</b> <i>Gráficas de contornos para fenoles totales en función a los factores estudiados</i> .75	75
<b>Figura 20</b> <i>Superficie de respuesta tridimensional para fenoles totales en función a los factores estudiados</i> .....	76
<b>Figura 21</b> <i>Superficie de contorno para carotenoides en función a los factores estudiados</i> ... 77	77
<b>Figura 22</b> <i>Superficie de respuesta tridimensional para carotenoides en función a los factores estudiados</i> .....	78

<b>Figura 23</b> <i>Superficie de contorno para la aceptabilidad en función a los factores estudiados</i> .....	81
<b>Figura 24</b> <i>Superficie de respuesta tridimensional para la aceptabilidad en función a los factores estudiados.....</i>	82
<b>Figura 25</b> <i>Superficie de contorno para la luminosidad (<math>L^*</math>) en función a los factores estudiados</i> .....	85
<b>Figura 26</b> <i>Superficie de respuesta tridimensional para la luminosidad (<math>L^*</math>) en función a los factores estudiados.....</i>	86
<b>Figura 27</b> <i>Superficie de contorno para <math>a^*</math> en función a la temperatura, tiempo y dilución...</i>	88
<b>Figura 28</b> <i>Superficie de respuesta tridimensional para <math>a^*</math> en función a los factores estudiados</i> .....	89
<b>Figura 29</b> <i>Superficie de respuesta para <math>b^*</math> en función a los factores estudiados.....</i>	91
<b>Figura 30</b> <i>Superficie de respuesta tridimensional para <math>b^*</math> en función a la temperatura, tiempo y dilución.....</i>	92
<b>Figura 31</b> <i>Variación del contenido de ácido ascórbico en el néctar de tomate de árbol almacenado a temperaturas de 35, 45 y 55 °C.....</i>	94
<b>Figura 32</b> <i>Variación del contenido de fenoles totales en el néctar de tomate de árbol almacenado a temperaturas de 35, 45 y 55 °C.....</i>	96

## RESUMEN

Los parámetros y condiciones de procesamiento de un alimento son esenciales para lograr un producto con peculiaridades fisicoquímicas, bioactivas y sensoriales adecuadas y que reflejen la calidad requerida. El propósito del estudio fue analizar cómo la cantidad de dilución y el proceso de pasteurización influyen en las propiedades fisicoquímicas, los compuestos bioactivos, la aceptación general, el color y la durabilidad del néctar de tomate de árbol. Se trabajó con 5 proporciones de agua: pulpa (2,0:1; 2,28:1; 2,86:1; 3,83:1 y 5,0:1), 5 temperaturas de pasteurización (65; 69,05; 75; 80,95 y 85 °C) y 5 tiempos (10; 14,05; 20; 25,95 y 30 min). Se determinó sus características fisicoquímicas (pH, °Brix, acidez titulable), compuestos bioactivos (ácido ascórbico, antocianinas, fenoles y carotenoides), aceptabilidad, color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) y la vida útil. Se observó efectos significativos ( $p < 0,05$ ) de las proporciones, temperaturas y tiempos sobre las características fisicoquímicas, bioactivas, aceptabilidad y el color. A una dilución de 1:2,86, temperatura de 75° C y un tiempo de 20 min se obtuvo la mayor aceptabilidad. El contenido de compuestos bioactivos fue menor al incrementarse la temperatura. Los parámetros cinéticos de degradación arrojaron un  $R^2$  superior a 0,872, predominando la reacción de primer orden con valores cercanos a 1. Finalmente, el tiempo de vida media del néctar fue mayor a temperaturas bajas y menor cuando esta se incrementó, alcanzando tiempos de 22,39 h a 25 °C; 23,14 h a 15 °C y 56,96 h a 5 °C en función al ácido ascórbico, y para los fenoles totales, fue de 16,23 h para 25 °C, 24,92 h para 15 °C y 39, 53 h para la temperatura de 5 °C.

**Palabras Claves:** Proporción, pasteurización, difusión, tomate de árbol y vida útil.

## ABSTRACT

The parameters and processing conditions of a food are essential to achieve a product with adequate physicochemical, bioactive and sensory peculiarities and that reflect the required quality. The purpose of the study was to analyze how the amount of dilution and the pasteurization process influence the physicochemical properties, bioactive compounds, general acceptance, color, and durability of tree tomato nectar. We worked with 5 proportions of water: pulp (2.0:1; 2.28:1; 2.86:1; 3.83:1 and 5.0:1), 5 pasteurization temperatures (65; 69.05; 75; 80.95 and 85 °C) and 5 times (10; 14.05; 20; 25.95 and 30 min). Their physicochemical characteristics (pH, °Brix, titratable acidity), bioactive compounds (ascorbic acid, anthocyanins, phenols and carotenoids), acceptability, color ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ) and shelf life were determined. Significant effects ( $p < 0.05$ ) of proportions, temperatures and times on physicochemical and bioactive characteristics, acceptability and color were observed. At a dilution of 1:2.86, a temperature of 75° C and a time of 20 min, the highest acceptability was obtained. The content of bioactive compounds was lower as the temperature increased. The kinetic degradation parameters yielded an  $R^2$  higher than 0.872, with the first-order reaction predominating with values close to 1. Finally, the half-life of the nectar was longer at low temperatures and shorter when it was increased, reaching times of 22.39 h at 25 °C; 23.14 h at 15 °C and 56.96 h at 5 °C as a function of ascorbic acid, and for total phenols, it was 16.23 h for 25 °C, 24.92 h for 15 °C and 39.53 h for 5 °C temperature.

**Key words:** Proporción, pasteurización, difusión, tomate de árbol y vida útil.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del Problema

El tomate de árbol es una fruta que crece en climas tropicales muy apreciada debido a su significativo aporte de sustancias bioactivas, que comprenden antioxidantes, vitaminas y minerales, fundamentales para el bienestar humano (Isla et al., 2022). Esta fruta tiene un sabor único y, además, aporta beneficios nutricionales que fortalecen el sistema inmune y previenen distintas enfermedades (Diep et al., 2022). En cuando a su producción, en Perú en los últimos años, esta importante fruta se viene cultivando en zonas altas, principalmente en la sierra y selva, encontrándose la mayor producción de este fruto en las regiones como La Libertad, Apurímac y Cajamarca, dichas regiones han reportado una producción aproximada de 5 864 t, 2 506 t y 1 131 t, respectivamente (Díaz, 2021). Sin embargo, su industrialización principalmente en la región Cajamarca es limitada, persistiendo su comercialización en estado fresco, debido al desconocimiento de las formas de aprovechamiento y de sus componentes nutricionales que posee, esto genera pérdida de esta importante fruta y por ende perjudica la economía de los agricultores que cada vez se ven más obligados a reducir su producción.

En lo que respecta la valorización de esta fruta a través de la producción de néctar enfrenta complejos retos, substancialmente en lo que respecta a la conservación de sus propiedades nutricionales y sensoriales a lo largo de la cadena productiva de esta bebida y su almacenamiento (Isla et al., 2022).

La pasteurización y la proporción de dilución son dos factores críticos que influyen en los atributos finales del néctar a base de la materia prima mencionada. Dichos factores son fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria, pero también tienen un impacto adverso en el contenido de componentes bioactivos, así como en la aceptabilidad general y la vida útil del producto (Dhawan & Kumari, 2018). En el caso de la pasteurización, se emplea para reducir los microorganismos patógenos; sin embargo, reduce significativamente el

contenido de compuestos fenólicos y antioxidantes en jugos y néctares de frutas (Mandha et al., 2023). Otro factor que influye en la concentración de compuestos bioactivos es la proporción de dilución, que además altera las características organolépticas del producto, incluyendo el gusto, la fragancia y la consistencia, lo que afecta directamente su aceptación por parte de los consumidores (Dhawan & Kumari, 2018). Todo esto, revela la necesidad de optimizar ambos factores para desarrollar productos de alta calidad que conserven los beneficios nutricionales de la fruta original.

A nivel internacional, la creciente búsqueda de productos orgánicos y saludables ha provocado un incremento en los estudios sobre el procesamiento de frutas tropicales. Sin embargo, muchos estudios se han centrado en frutas más comercializadas, dejando al tomate de árbol en un segundo plano. En el contexto nacional, la industria de procesamiento de frutas en Perú ha experimentado un crecimiento significativo, impulsada por un interés creciente en productos que fomenten el bienestar y la salud de la población consumidora (Viera et al., 2022). A pesar de este crecimiento, la falta de estudios específicos sobre el tomate de árbol reduce la habilidad del sector para crear y perfeccionar..

A nivel local, en la región de Cajamarca, donde la producción de tomate de árbol es considerable, los pequeños productores enfrentan dificultades significativas para acceder a tecnologías de procesamiento adecuadas y conocimientos técnicos que les permiten mejorar la calidad de sus productos (Peirano et al., 2023). En este sentido, la implementación de prácticas de pasteurización y dilución optimizadas podría no solo mejorar la calidad del néctar de tomate de árbol, sino también incrementar su valor de mercado y la competitividad de los productores locales.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuál es el efecto de la proporción de dilución y pasteurización en las características fisicoquímicas, contenido de compuestos bioactivos, aceptabilidad general, parámetros de color y vida útil del néctar a base de tomate de árbol?.

## **1.3. Justificación**

En el aspecto económico esta investigación se fundamenta en el hecho de que podría incentivar a diversas instituciones y entidades a fomentar el desarrollo agrícola y la comercialización de esta fruta, generando mayores ingresos para los productores locales, contribuyendo al desarrollo económico de la región, mediante la elaboración de un producto más saludable y de mejor calidad. Además, para lograr una mayor aceptación y comercialización, se deben cumplir las regulaciones establecidas MINSA, tales como, la como la Resolución N° 7992 de 1991 y otras normas de control y vigilancia sanitaria de alimentos y bebidas, que garantizan la seguridad del producto al ser consumido.

En el ámbito social, los clientes de hoy no solo exigen productos alimentarios seguros e higiénicos, sino también productos que sean beneficiosos para la salud y como parte de esta solución, la elaboración de un néctar a base tomate de árbol es una opción importante, ya que este fruto presenta distintos compuestos bioactivos con capacidad de disminuir la probabilidad de padecer enfermedades cardíacas, cáncer, sobrepeso y diabetes (Torres, 2012). La preparación de una bebida de tomate de árbol, que conserve sus compuestos bioactivos gracias a métodos de dilución y pasteurización adecuados, ofrecerá un producto nutracéutico que mejorará la vida de los usuarios y cumplirá con sus deseos de salud y bienestar.

Esta investigación también tiene un enfoque tecnológico importante, ya que busca optimizar los procesos de dilución y pasteurización para conservar al máximo los compuestos bioactivos del néctar. La accesibilidad de tecnología para producir néctares, junto con la abundancia de materia prima en la provincia de Chota, permite la implementación de estos

procesos con equipos que ya se utilizan para otras bebidas similares. Esta investigación contribuirá al avance tecnológico en la industria alimentaria local.

Desde una perspectiva práctica, esta investigación va a posibilitar la determinación de los parámetros ideales para pasteurización y dilución en la producción del néctar de tomate de árbol. De esta manera, se prevé una mayor aceptación y conservación de compuestos bioactivos. La investigación proporcionará una guía para los productores sobre cómo controlar la temperatura y el tiempo de pasteurización para maximizar los beneficios del producto, facilitando su implementación en la industria local con procesos y equipos ya existentes.

Además, al elaborar este producto se fomenta el uso responsable de la materia prima al aprovechar los frutos maduros y con defectos no aptos para la venta directa, lo que minimiza los residuos y contribuye con la valorización de subproductos como las cáscaras y la pulpa residual. Todo ello conlleva a la producción más eficiente a través de prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente.

Por tanto la investigación no solo contribuirá al conocimiento científico sobre el procesamiento del tomate de árbol, sino que también tendrá un impacto económico, agrícola, social, tecnológico y legal significativo. Al crear un producto de gran calidad y valor adicional, se fomentará el crecimiento económico y agrícola de la zona, se garantizará que las regulaciones actuales sean cumplidas y se beneficiará la salud de los clientes.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo General***

Evaluar el efecto de la proporción de dilución y la pasteurización en las características fisicoquímicas, contenido de compuestos bioactivos, aceptabilidad general, parámetros de color y vida útil del néctar a base de tomate de árbol.

### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

- a) Caracterizar las características fisicoquímicas de la materia prima y el néctar elaborado a base de tomate de árbol.
- b) Evaluar el efecto de la proporción de dilución y pasteurización en el contenido de compuestos bioactivos del néctar elaborado a base de tomate de árbol.
- c) Evaluar el efecto de la proporción de dilución y pasteurización en la aceptabilidad general del néctar elaborado a base de tomate de árbol.
- d) Evaluar el efecto de la proporción de dilución y pasteurización en los parámetros de color en el néctar elaborado a base de tomate de árbol.
- e) Determinar la vida útil del néctar con mayor aceptabilidad y contenido de compuestos bioactivos utilizando la cinética de deterioro.
- f) Determinar las características microbiológicas del néctar con mayor aceptabilidad y contenido de compuestos bioactivos.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Lacerda *et al.* (2022) determinaron la vida útil de la pulpa de granadilla sometida a un proceso de pasteurización rápida y evaluaron de qué manera influye el almacenamiento sobre las propiedades funcionales y organolépticas mediante pruebas aceleradas. La pulpa se pasteurizó usando un binomio de 82 °C x 20 s y se almacenó a temperaturas de 25, 35 y 45 °C en siete periodos de almacenamiento 0, 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días. En el último día de las pruebas aceleradas, la pulpa pasteurizada presentó recuentos de (<1,0; 6,70 y 6,30) UFC/g de mohos y levaduras, para temperaturas de 25, 35 y 45 °C, respectivamente. Las reducciones de vitamina C después de 12 días de almacenamiento se mantuvieron entre el 16,93 % (25 °C) y el 18,87 % (45 °C); la acción antioxidante o habilidad de atrapar radicales de oxígeno (ORAC), se obtuvieron porcentajes de reducción entre 46,20 % (25 °C) y 62,91 % (45 °C), la actividad antioxidante por poder antioxidante reductor férrico (FRAP) 46,81 % (25 °C) y 50,93 % (45 °C). El período de vida útil a 25 °C fue de 12, 10 y 8 días, en temperaturas de 35 y 45 °C respectivamente. Se determinó que a 25 °C se alcanzó el mayor tiempo de conservación de la pulpa de granadilla y que a lo largo del tiempo de almacenamiento se notó una reducción notable en la cantidad de flavonoides, vitamina C y la capacidad antioxidante; no obstante, en la prueba sensorial, los resultados estadísticos indicaron que no hubo diferencias relevantes.

Palacios (2022) analizó la pulpa de maracuyá utilizando microbiología predictiva para establecer la permanencia de la vida útil de un microorganismo (*Aspergillus*), se guardó la pulpa en tres temperaturas diferentes: 10, 15 y 25 °C a través de pruebas aceleradas. Seguidamente se estableció la mejor concentración de la pulpa de maracuyá que resultó ser de 119,8 g de agua por cada 100 g de pulpa; además evaluó la aceptabilidad del consumidor utilizando un modelo factorial de 12 tratamientos. La temperatura que permitió alcanzar el mayor tiempo de duración fue de 43,83 horas sin la adición de preservantes, con una Ea de

64833,40 kJ/kg y 19,09 mg por cada 100 g de ácido ascórbico, logrando un nivel de aceptabilidad de 9,096. Finalmente concluyó que a la temperatura de 10 °C se consiguió una mayor conservación de la pulpa debido a que el crecimiento microbiano era lento, mientras que a las temperaturas de 15 y 25 °C la evolución microbiana fue rápida; puesto que, el microorganismo se adaptó más al medio.

Rojas *et al.* (2017) establecieron la formulación de néctar de *Cyphomandra betacea* que retenga en mayor medida los compuestos bioactivos como ácido ascórbico, compuestos fenólicos, carotenoides totales y capacidad antioxidante; para ello, se aplicó el método de Taguchi con un diseño ortogonal L9 (3<sup>4</sup>), cuyo diseño incluye un grupo de cuatro variables que fueron manipuladas (independiente). Se logró una mayor retención de la capacidad antioxidante y de los componentes bioactivos, al conseguir un pH de 3,33 y una concentración de sólidos solubles del 13 % a una dilución de pulpa: agua (1:2,5) y pasteurizar a 99,5 °C por un minuto. Los hallazgos indicaron que el  $\beta$ -caroteno tuvo una concentración de 1,68 mg por cada 100 g, la vitamina C llegó a los 11,45 mg de ácido ascórbico por cada 100 g y los compuestos fenólicos fueron de 32,96 mg equivalentes de ácido gálico por cada 100 g. La capacidad antioxidante, calculada a través de las metodologías DPPH y ABTS, fue de 1,38  $\mu$ mol de Trolox por gramo en el primer caso y 2,0  $\mu$ mol de Trolox por gramo en el segundo. Concluyeron que la dilución y la temperatura de pasteurización eran los factores con mayor influencia significativa en la retención máxima de componentes bioactivos y actividad antioxidante.

Orosco (2017) cómo la temperatura afecta la rapidez con que se descompone la vitamina C en la pulpa de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). El método 2,6-diclorofenol indofenol se utilizó para determinar la vitamina C. Se realizó un análisis de varianza para estudiar la hipótesis, además de calcular los parámetros cinéticos por medio del método de mínimos cuadrados. El intervalo de temperaturas oscila entre 60 y 80 °C. En todos los

tratamientos, la vitamina C mostró una degradación de primer orden ( $k = 0,0165 \pm 0,0008 - 0,0825 \pm 0,003 \text{ min}^{-1}$ ;  $R^2 > 0,90$ ). Se calculó la vida media en 45,9 y 8,4 minutos a temperaturas de 60 °C y 80 °C. La energía mínima requerida ( $E_a$ ) se estimó en 21,434 kcal/mol. Se concluyó, por último, que la temperatura tuvo un efecto significativo en la velocidad de degradación del ácido ascórbico en la pulpa de tomate de árbol. Además, se determinó que esta variable coincidía con una cinética de primer orden y la ecuación de Arrhenius.

Cerna (2018) evaluó el efecto del tiempo y la temperatura de conservación en la cantidad de ácido ascórbico en néctar de berenjena. Para lograrlo, preparó el néctar de berenjena y se mantuvo en refrigeración y a temperatura ambiente, en ambos casos repitiendo el proceso cuatro veces; posteriormente, se midió la cantidad de ácido ascórbico usando el método de 2,6-diclorofenolindofenol (DCFIZ) bajo ambas condiciones térmicas según el periodo de concentración. Los datos sobre la reducción de ácido ascórbico almacenado a temperatura ambiente desde la semana 0 hasta la semana 4 mostraron una disminución de 2,497 a 0,826 mg/100 mL, mientras que a temperatura de refrigeración se observó un cambio de 2,497 a 2,073 mg/100 mL. Se llegó a la conclusión de que el ácido ascórbico a temperatura ambiente disminuye con el tiempo, mientras que, a 4 °C, en refrigeración, se mantenía estable.

Barboza (2022) cómo el tiempo y la temperatura de pasteurización afectan la aceptación y duración del néctar combinado de tuna y grosella dorada; para esto, empleó un diseño 3 k con dos variables: la temperatura y el tiempo de pasteurización, utilizando 3 niveles (75, 80 y 85) °C y (10, 15 y 20) min. Las formulaciones del néctar fueron evaluadas organolépticamente (consistencia, olor, color y sabor) con 80 panelistas no entrenados; el tratamiento óptimo fue sujeto a cambios debido a efectos de deterioro con el fin de analizar cuánto tiempo puede durar su vida útil, examinando la descomposición de los compuestos fenólicos totales, betacianinas y betaxantinas, que se conservaron a temperaturas de 45, 55 y 65 °C durante períodos de 30, 20 y 10 horas. El análisis fisicoquímico sobre el deterioro siguió una cinética de primer orden,

obteniendo valores de (20,86; 17,58; 17,58) kcal/mol-K para betacianinas, betaxantinas y compuestos fenólicos totales. Igualmente, se descubrió que el T<sub>8</sub> tuvo una vida útil de 10; 34 y 125 días a temperaturas de 25; 15 y 5 °C en el caso de las betacianinas.; para betaxantinas 12; 33 y 100 días a 25; 15 y 5 °C y los fenoles totales 10; 29 y 88 días a 25; 15 y 5 °C. Finalmente concluyó que la duración y las temperaturas de pasteurización más elevadas impactaron de manera notable en la preferencia por el néctar; además, se señaló que, durante el almacenamiento, la temperatura afectó la duración de su vida útil.

## **2.2. Bases Teórico - Científicas**

### **2.2.1 Generalidades del tomate de árbol (*Solanum betaceum*)**

**A. Origen y distribución.** El tomate de árbol es un fruto originario de los bosques andinos de clima templado y se encuentra en países del Ecuador, Colombia, Bolivia y Perú. Ecuador, se desarrolla a una elevación de entre 2000 y 2800 metros sobre el nivel del mar, y en un rango de temperatura que va de 13 a 24 grados Celsius, además es una planta semiperenne que empieza a producir en el primer año después de la siembra y alcanza un rendimiento de 60 a 80 t por año por cada 5,000 h de cultivo lo cual se localizan en las provincias de Carchi, Chimborazo, Cañar, Pichincha, Cotopaxi, Azuay, Tungurahua y Loja (Feican et al. , 2016); en Perú, se siembra en las zonas montañosas de Cajamarca, Cusco, Huancayo, Junín y Ancash. (Tapia y Fries, 2007).

**B. Clasificación Taxonómica.** El fruto del tomate de árbol tiene una clasificación importante e interesante, la misma que se categoriza en la jerarquía taxonómica según lo que se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1***Clasificación taxonómica del tomate de árbol*

<b>Categorización</b>	<b>Detalle</b>
Reino Plantae	Se clasifica dentro de las plantas
División Angiospermae	Pertenece al grupo de plantas con flores
Clase Magnoliopsida	Se encuentra dentro de las dicotiledóneas
Orden Solanales	Forma parte del orden Solanales
Familia Solanaceae	Integra la familia de las solanáceas
Género <i>Solanum</i>	Se ubica dentro del género <i>Solanum</i>
Especie <i>Solanum betaceum</i>	Su denominación científica es <i>Solanum betaceum</i> .
Nombre común	Conocido comúnmente tomate de árbol

*Nota.* Extraído de Cárdenas (2017).

**C. Descripción del fruto.** Los frutos son ovalados y tienen unas dimensiones de cerca de 5 cm de ancho por 8 cm de largo. Su piel es fina y sedosa, apta para resistir el traslado, y está cubierta por una cáscara gruesa de sabor amargo que puede ser amarilla, naranja o roja dependiendo de la especie. La carne es extremadamente jugosa y posee un sabor agridulce muy distintivo. Según el tipo, el fruto se puede conservar entre 14 y 18 días sin necesidad de refrigeración. El tiempo de conservación se puede ampliar considerablemente hasta 88 días en refrigeración (Lucas *et al.*, 2011),

**Figura 1***Fruto de tomate de árbol*

*Nota.* Características del tomate de árbol. Extraído de Ecograins (2014).

**D. Usos de los frutos del tomate de árbol.** Esta fruta presenta un sabor agradable por lo que se puede usar de muchas maneras y se vende fresco. También se emplea en la agroindustria para crear golosinas, mermeladas, jaleas, bebidas, conservas y alimentos congelados (Gutierrez & López, 1999). En la república del Ecuador los frutos del tomate de árbol se destinan principalmente a la industria conservera para la elaboración de diversos productos alimentarios como las frutas enlatas en su jugo; mientras que en Colombia la industria alimentaria ya sea pequeña o grande elabora salsas picantes tipo ketchup, así como en la preparación de jugos y néctares (Gutierrez & López, 1999).

**2.2.2 Composición fisicoquímica del tomate de árbol**

Los datos sobre la composición química y el valor nutricional de una porción comestible de pulpa de tomate de árbol se presentan en la Tabla 2. Cabe mencionar que este tipo de fruta presenta un importante contenido nutricional que contribuye de manera positiva y significativa en el bienestar de los consumidores, sin embargo, estos componentes pueden variar dependiendo de la variedad, tipo de suelo y otras condiciones edafoclimáticas en las cuales ha sido cultivado la planta, e incluso en el cuidado que se le da en el proceso de maduración de sus frutos.

**Tabla 2***Composición fisicoquímica de la pulpa de tomate de árbol en base a 100 g*

Componente	Valor promedio
Humedad (%)	88,72 ± 0,12
Proteína (g)	1,49 ± 0,02
Grasa (g/)	0,34 ± 0,01
Fibra bruta (g/)	1,11 ± 0,02
Ceniza (g/)	0,83 ± 0,03
Carbohidratos (g/)	7,50 ± 0,15
pH	3,61 ± 0,04
Sólidos solubles (°Brix)	11,09 ± 0,27
Acidez titulable (% ácido cítrico)	1,67 ± 0,07
Energía total (kcal)	39,06 ± 0,51

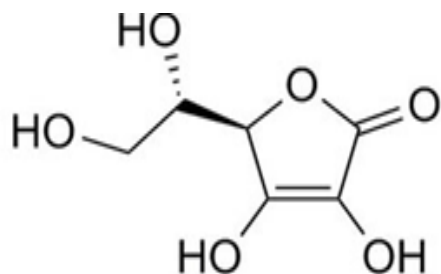
*Nota.* Adaptado de Rojas *et al.* (2017).

### 2.2.3 Compuestos bioactivos en el tomate de árbol

**A. Ácido ascórbico.** Viene a ser un componente orgánico soluble en líquidos como el agua, se halla en vegetales y frutas frescas como el tomate de árbol. Al igual que otras vitaminas, la vitamina C es un poderoso antioxidante, dado que nuestro cuerpo no la produce, sino que es necesario incorporar a nuestro organismo a través de los alimentos (Pamela, 2011).

**Figura 2**

*Molécula del ácido ascórbico*



*Nota.* Estructura de la molécula de ácido ascórbico, extraído de Schaefer y Santos (2014).

La vitamina C tiene una función significativa en la alimentación de los seres humanos, debido a sus propiedades citoprotectoras, capacidad antioxidante y absorción de hierro (Byrd *et al.*, 2014). Recientemente se utilizó la inyección de vitamina C para contrarrestar pacientes con Covid-19 (Hernández *et al.*, 2020); también tiene la principal función de mejorar el sistema inmunológico (Carr y Maggini, 2017).

***Pérdida de Vitamina C.*** Dado que se descompone rápidamente durante la manipulación y preservación de los alimentos (Such *et al.*, 2009), es muy sensible a factores como la luz, el oxígeno, la temperatura y el pH.

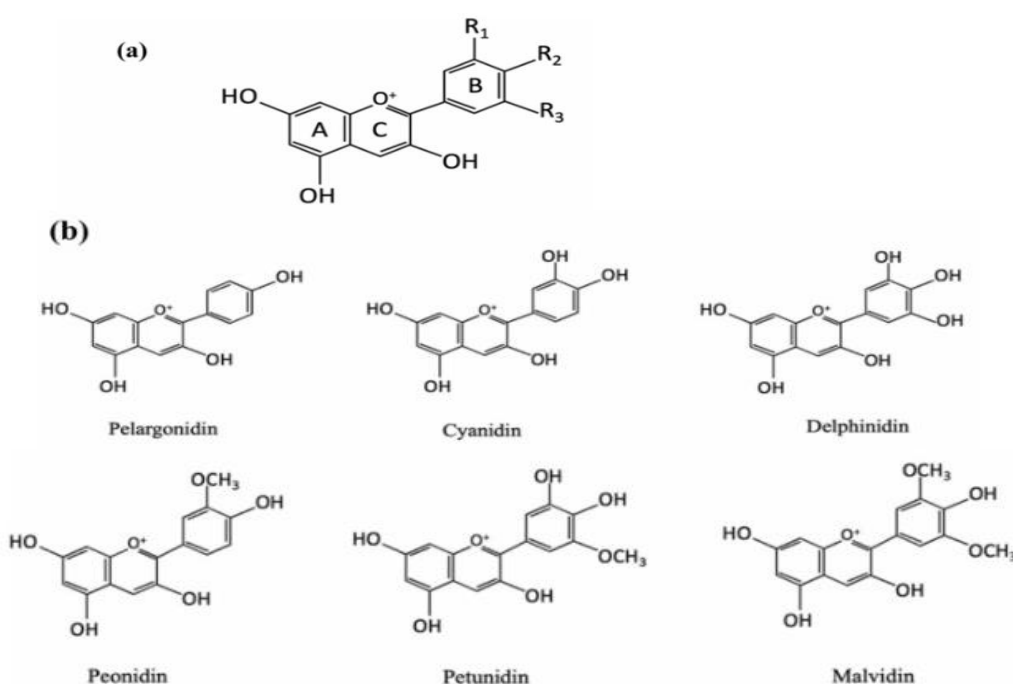
En el transcurso de la pasteurización, la cantidad de vitamina C se elimina por completo si no se supervisa adecuadamente (Santos y Silva, 2008), pasando de L-ascórbico a ácido deshidroascórbico (Gutierrez *et al.*, 2007) lo que afecta el valor nutricional del jugo debido a que es un nutriente inestable al someterlo a un tratamiento térmico (Canacuan *et al.*, 2016); además, esta vitamina se oxida con facilidad al exponerse al oxígeno y la velocidad de este proceso se acelera cuando la temperatura sube (Bouzari *et al.*, 2015).

**B. Antocianinas.** Las antocianinas son fitoquímicos comprometidas con generar los pigmentos de diversas frutas, granos, verduras, tubérculos y otros vegetales; siendo los más resaltantes el color anaranjado, rosado, rojo, violeta y azul (Fang, 2014). Estudios como los de Arruda *et al.* (2022); Liu *et al.* (2022) han demostrado que las antocianinas cumplen una función importante en las plantas ya que proporcionan la coloración en los órganos florales necesarios para la aptitud productiva; adicional a ello Hatier y Gould (2009) afirman que estas exhiben una amplia gama para la salud, porque son capaces de eliminar los radicales libres del cuerpo, disminuir la probabilidad de padecer de alteraciones en el sistema cardiovascular, enfermedades anticancerígenas o antiinflamatorias y prevenir la diabetes tipo 2 y la obesidad.

**Estructura Química.** Arruda *et al.* (2022) aluden que las antocianinas se encuentran en la naturaleza en dos formas principales: glucósidos y agliconas; mientras tanto (Oladzadabbasabadi *et al.*, 2022) dan a conocer que hay más de 500 antocianinas naturales con diversas estructuras, entre las cuales predominan con mayor importancia la malvidina, pelargonidina, cianidina, delphinidina, petunidina y peonidina.

### Figura 3

*Estructura química de las antocianinas*



*Nota.* Estructura química de diferentes tipos de antocianinas, extraído de Oladzadabbasabadi *et al.* (2022).

Dentro de las frutas ricas en antocianinas la más abundante es la cianidina-3-glucósido, mientras que en las uvas tintas y arándanos comerciales las principales antocianinas son los glucósidos de malvidina (Liu *et al.*, 2022).

**Pérdida de antocianinas.** El contenido de estos compuestos bioactivos en diferentes tipos de alimentos frutales se ve afectado por diferentes condiciones ambientales como luz, oxígeno, temperatura, pH, enzimas, etc; su concentración disminuye durante el procesamiento

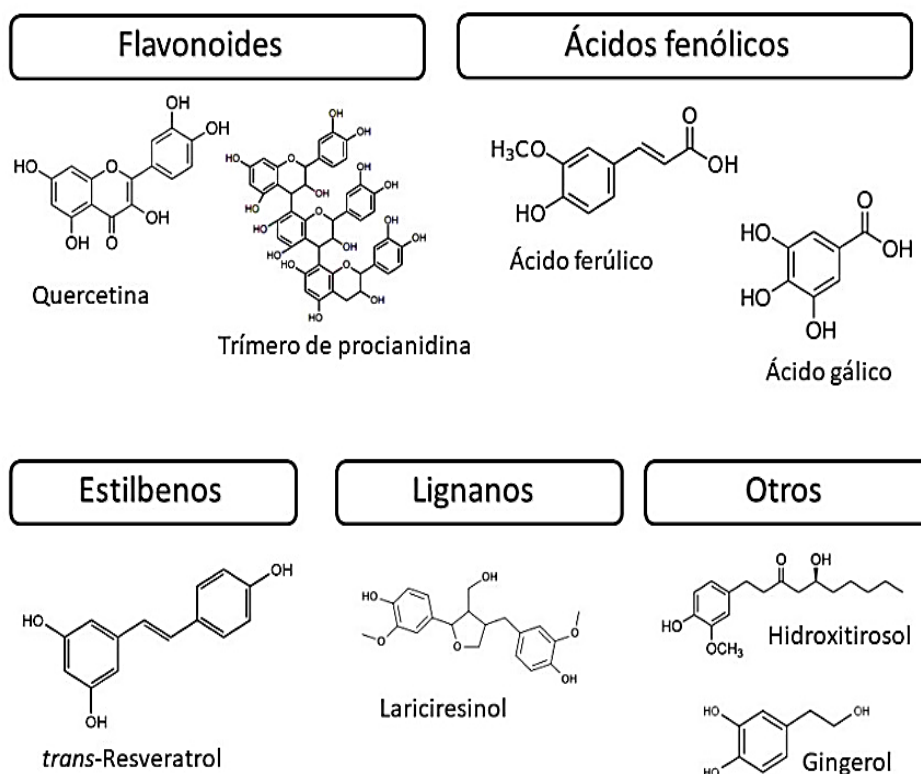
y almacenamiento después de la cosecha. (Orellano y Valverde, 2017), además el color púrpura se ve afectado por procesos fisiológicos (Zhou *et al.*, 2022).

**C. Polifenoles.** Son metabolitos secundarios presentes en casi todas las plantas y productos derivados de ellas, como las frutas, verduras, té, café y vino (Chen *et al.*, 2022); siendo el componente precursor después de la hemicelulosa y lignina en diferentes especies vegetales (Zhao *et al.*, 2022), estos compuestos bioactivos están muy relacionados con la capacidad antioxidante, es por esto que se bien incrementando la demanda de frutas ya que son fuente de importantes antioxidantes (Gómez *et al.*, 2021).

El contenido de componentes fenólicos que contienen los alimentos presenta una correlación entre el color y pigmentación por la acumulación de antocianinas (Cabrera *et al.*, 2020), las concentraciones varían con los factores genéticos y medioambientales e incluso la mayor concentración se centra en la cáscara de la fruta o especie vegetal (Caban y Lewandowska, 2022).

**Estructura Química.** Se distinguen por tener, en su estructura, múltiples anillos aromáticos que incluyen desde uno hasta muchos grupos hidroxilo, lo cual provoca que la mayoría de ellos se disuelvan en agua (Zhao *et al.*, 2022).

De acuerdo a su estructura química, pueden clasificarse en flavonoides y no flavonoides: Destacando los (flavonoides, flavonas, antocianinas flavanonas y chalconas) en el grupo de los flavonoides; los no flavonoides incluyen los (ácidos fenólicos, lignanos y estilvenos) tal como se muestran en la Figura 4 (Chen *et al.*, 2022, p. 3)

**Figura 4***Estructura de los polifenoles*

*Nota.* Estructuración química de los diferentes tipos de polifenoles, extraído de Chen *et al.* (2022)

**Deterioro de los polifenoles.** La cantidad de polifenoles puede verse afectada por diversas variables del entorno, como la luz, la madurez o el almacenamiento. Los factores climáticos (la lluvia y la exposición solar, por ejemplo) o agronómicos (diferentes clases de cultivos, la producción frutal por árbol, entre otros) son importantes. La exposición a la luz es, en particular, uno de los elementos más relevantes para determinar el contenido de la mayoría de los polifenoles (Quiñones *et al.*, 2012).

Los polifenoles también presentan alta sensibilidad a las variaciones de pH; Los estudios han demostrado que estos compuestos sufren degradación oxidativa en ambientes alcalinos y tienen mayor estabilidad cuando el pH presenta valores menores a 5,0 (Arus *et al.*, 2003).

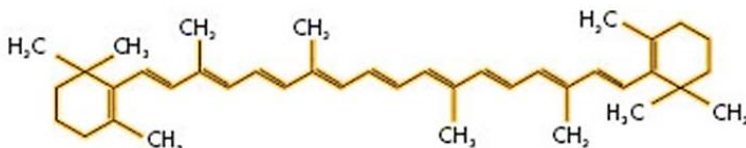
**D. Carotenoides.** Se les conoce con este nombre a los pigmentos naturales que pertenecen a los tetraterpenos y que generan la mayoría de los tonos amarillos, naranjas y rojos hallados en las frutas y en las verduras. Esto se debe a que contienen un cromóforo en su molécula constituido total o mayoritariamente por una cadena de enlaces dobles conjugados (Rodríguez, 1999). El  $\beta$ -caroteno es el compuesto más abundante en las plantas, aunque estos compuestos se encuentran en concentraciones bajas (Meléndez *et al.*, 2004).

Se clasifican los carotenoides en dos grupos: las xantofilas, que contienen oxígeno en su molécula, y los carotenos, que son hidratos de carbono. El caroteno refleja el color naranja durante la fotosíntesis, y su anillo terminal no tiene oxígeno. Existen, además, algunas xantófilas, las mismas que presentan oxígeno en su estructura de anillos terminales (Sanutrición, 2012).

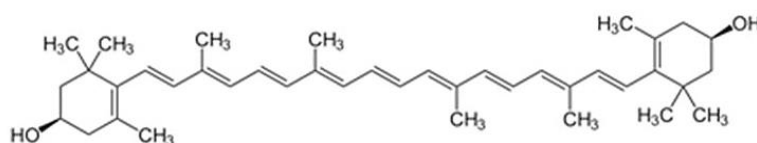
### Figura 5

*Estructura química de los carotenoides*

Carotenos



Xantofilas



*Nota.* Estructura química de los grupos de carotenoides, extraído de (Sanutrición, 2012).

***Deterioro de los carotenoides.*** La razón del desequilibrio de los carotenoides es que son componentes con un alto nivel de insaturación, y su degradación se produce fundamentalmente a través de procesos oxidativos (Manrique, 2003). Factores como la temperatura, la presencia de sulfitos, la luz, los antioxidantes, la actividad del agua y la

estructura del carotenoide son algunos de los numerosos elementos que afectan su concentración. (Meléndez, 2019).

**Tabla 3**

*Componentes bioactivos del tomate de árbol en base a mg/100 g muestra*

Componente	(Rojas et al., 2017)	(A. Torres, 2012)	Repo y Encina (2008)
Vitamina C	28,83 ± 0,10	23,32 ± 0,25	16,09 ± 1,6
Antocianinas	ND	0,29 ± 0,01	ND
Carotenoides totales	4,27 ± 0,08	ND	4,00 ± 0,01
Polifenoles totales	100,5 ± 1,25	139 ± 0,09	130 ± 0,08

*Nota.* ND: No determinado.

#### 2.2.4 Néctar

CODEX STANT (2005) lo describe como productos no fermentados, aunque sí fermentables, que se obtienen al añadir agua con o sin azúcar, miel u otro tipo de edulcorante.

Llantoy (2020) indica que el néctar pertenece al grupo de las bebidas no carbonatadas que se obtiene por medio de procesos de conservación de las partes comestibles de frutas adecuadas para la ingestión humana. Durante su fabricación, se le añade agua, edulcorante, productos aromatizantes, fragancias volátiles y celulosa, los cuales deben provenir de las frutas y extraerse mediante procedimientos físicos; adicional a ello Chacón *et al.* (2019) menciona que el néctar puede producirse considerando una o varias frutas, azúcar y agua que según la fuente de pulpa se le colocará ácido cítrico, estabilizante y conservante.

##### 2.2.4.1. Insumos básicos utilizados para su preparación

- **Agua.** La cantidad de agua añadida para la formulación de néctar varía según el tipo de materia prima a utilizar generalmente se le añade en una relación de 1:2 (pulpa de fruta: agua); sin embargo, lo más importante es que la calidad de agua a utilizar cumpla con los

siguientes requisitos: El agua debe ser potabilizada, sin impurezas ni cuerpos extraños y con bajo contenido de sal (Mamani, 2014)

- **Acidulante.** Todas las frutas contienen su propia acidez; sin embargo, cuando se diluye con agua este se debe regular. Se utiliza un acidulante, como el ácido cítrico, para ello, cuya función es mantener la acidez en valores de 3,5 – 3,8 y que el ataque de microorganismos sea menor, porque en un medio ácido estos no podrán crecer. (Trinidad y Rosales, 2001)

- **Conservante.** Su función consiste en prolongar la vida útil de los alimentos, ya que es un inhibidor de microorganismos, especialmente levaduras y hongos. Los conservantes que se usan más a menudo son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio (Valladolid, 2018).

- **Estabilizante.** El Carboxi Metil Celulosa (CMC) es el estabilizante más comúnmente utilizado en la industria del néctar, ya que este insumo no modifica de forma importante las propiedades del néctar, evita la sedimentación; además resiste temperaturas de pasteurización y funciona muy bien en un medio ácido. El objetivo de usar este tipo de aditivos en esta industria es que comúnmente se tiene problemas de consistencia por la presencia de partículas que tienden a sedimentar reduciendo la calidad de la bebida y para evitar este inconveniente se hace uso de un estabilizante. (Gómez y Yauri, 2009)

- **Otros ingredientes autorizados.** De acuerdo con la norma general del CODEX STANT (2005), entre los ingredientes más importantes se encuentran: glucosa, fructosa o azúcar en forma de sacarosa (azúcar de mesa) que tenga una humedad inferior al 2 %. Jarabes que contienen sacarosa, fructosa líquida, azúcar invertida e isoglucosa. Del mismo modo, es posible agregarle hasta 5 g/L en equivalentes de ácido cítrico anhidro y, como una manera de enriquecer el producto, vitaminas y minerales, además de zumo de limón o ácido cítrico, y/o azúcar que haya sido extraído de alguna fruta o miel.

**2.2.4.2. Requisitos de un néctar.** Según la NTP (2009) los parámetros mínimos que se deben acatar y evaluar en un néctar se muestran a continuación:

- ✓ °Brix: 12 – 18 %
- ✓ pH: 3,5 – 4,0
- ✓ Acidez titulable: 0,4 – 0,6 (expresado en ácido cítrico).
- ✓ Conservante (Sorbato de potasio): 0,05 %
- ✓ Sabor: Similar al jugo de frutas maduras y frescas, sin sabores cocidos u oxidados.
- ✓ Color y olor: Similar al zumo o pulpa recientemente extraídos del tipo de fruta de la que proceden.
- ✓ Apariencia: se admiten partículas oscuras.

### **2.2.5 Pasteurización**

La pasteurización es uno de los tratamientos térmicos existentes creados por Louis Pasteur en 1864, el propósito de este procedimiento es eliminar total o parcialmente la carga microbiana para extender la vida útil de los alimentos; consiste en exponer el alimento a temperaturas que estén entre 65 °C y 100 °C cuyo efecto terminar activamente con levaduras, mohos y bacterias sin esporas, pero no lo suficiente como con el fin de eliminar las esporas bacterianas, salvo en ciertas excepciones, como las que se hallan en productos ácidos (Laguna, 2021).

Además, es un tratamiento térmico aplicado a los alimentos menos drásticos que la esterilización inactivando enzimas y destruyendo a los microorganismos que son relativamente sensibles al calor, por ejemplo, las levaduras, los mohos y las bacterias no esporuladas; sin embargo, el efecto negativo es lo que ocasiona cambios en la calidad nutricional de los alimentos y en sus propiedades organolépticas (Torres *et al.*, 2017). El grado de prolongación de vida útil de los productos alimentarios y el rigor del procesamiento a altas temperaturas utilizadas depende principalmente del pH del mismo. Este método de conservación por calor

es aplicable a alimentos ácidos (pH menor a 4,5) que se quiere preservar por un breve lapso de tiempo (Ventura, 2020, p. 45).

### **2.2.6 Evaluación sensorial**

Es el método más utilizado para diversas clases de alimentos, y se fundamenta sobre todo en las propiedades organolépticas y los gustos de los clientes (Espinoza, 2007). Además, permite a los panelistas, evaluar la calidad del producto si es aceptable o rechazable mediante fichas de control (Alapont *et al.*, 2020).

**a. Clasificación de análisis sensorial.** Hay tres clases de prueba: la descriptiva, la discriminativa y la de preferencia o aceptación (Cardenas *et al.*, 2018).

- **Prueba de preferencia o aceptación (afectiva).** El evaluador da a conocer su perspectiva subjetiva al degustar el producto e indica si le agrada o prefiere. Generalmente lo realiza un equipo de expertos sin experiencia o simplemente los consumidores.
- **Prueba discriminativa.** No requiere conocimiento de las sensaciones subjetivas que provoca un producto, se basa principalmente en comprobar la existencia de diferencias entre varias muestras del mismo producto, pero en distintas formulaciones. Además, para evaluar las diferencias de estas muestras, utilizan diferentes tipos de pruebas discriminativas y las pruebas de comparación apareada simple, las de ordenamiento, las de tipo dúo-trío y las de comparación múltiple son las más empleadas
- **Prueba descriptiva.** Se lleva a cabo con personas expertas que determinan las propiedades sensoriales del producto, también cuantifican las diferencias entre distintos productos. Además, realizan una descripción del grado de intensidad sobre las características organolépticas tanto del olor como del sabor del alimento.

**b. Juez Consumidor:** Según Solís (2008) menciona que este tipo de jueces son personas tomadas al azar, no tienen experiencia en degustar un alimento, además no han

recibido capacitaciones de cómo medir una muestra de un producto mediante los 5 sentidos, pero sí pueden dar sus percepciones de un producto al ser consumido.

### **2.2.7 Vida útil de los alimentos**

Es el período de tiempo durante el cual un alimento se conserva seguro, conservando sus características funcionales, fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales deseadas (Alapont et al., 2020). La duración de un producto se ve influenciada por varios factores, que se fundamentan en distintos estudios, como la temperatura, la humedad, los ambientes y el proceso térmico, así como el empaquetado, almacenamiento y distribución. Estos elementos alteran las propiedades del alimento, lo que causa que no pueda ser comercializado por motivos como la pérdida de sus componentes nutricionales y daños en sus características físicas y sensoriales (Nuñez *et al.*, 2017).

### **2.2.8 Pruebas aceleradas de vida útil**

Se refiere a cualquier método que permita evaluar la permanencia de los productos, utilizando datos obtenidos en un periodo significativamente menor que su vida útil real (Guzmán et al., 2016). Según Cueva (2012), estas pruebas se realizan exponiendo los alimentos a circunstancias de almacenamiento que propician la descomposición, como la presión parcial de oxígeno, la temperatura y la humedad. Para que las respuestas sean más rápidas que otros métodos y las reacciones de descomposición se aceleren, estas temperaturas, por lo general, deben ser más altas que las de almacenamiento y comercialización (Rodríguez, 2004).

Es necesario diseñar un experimento que tenga en cuenta las variables a evaluar y controle las que no se desean evaluar para evitar interferencias en las mediciones y, por ende, en los resultados cuando se trata de estudios acelerados (Labuza y Schmidt, 1985).

### 2.2.9 Reacciones cinéticas para anticipar la degradación de calidad en los alimentos

Según Heldman y Lund (2007), la ecuación elemental que representa la cinética de deterioro alimentario es:

$$\pm \frac{dA}{dt} = KA^n \dots \dots \dots Ec \quad (1)$$

Donde:

$\pm \frac{dA}{dt}$  = La rapidez con que A varía en relación al tiempo.

n = Orden aparente de reacción

K = Constante de velocidad de reacción

A = Factor de calidad, que se cuantifica a través de parámetros microbiológicos, físicos y químicos.

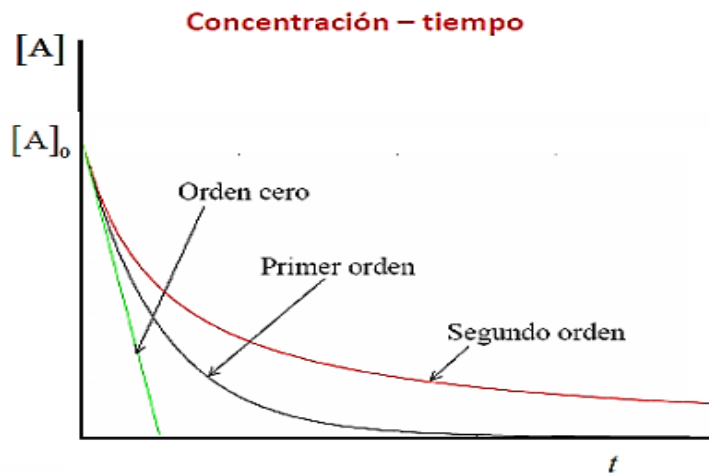
t = Tiempo.

En caso de que ocurra un perjuicio, como la pérdida o eliminación de A (por ejemplo, un aroma o nutriente característico), se utiliza el signo negativo; en cambio, si se genera un producto final no deseado (como los peróxidos), se usa el signo positivo (Labuza, 1999).

- **Orden de reacción.** El orden de una reacción es la suma exponencial de las concentraciones de los reactivos en la ecuación de velocidad. Las reacciones de primer, segundo y tercer orden son las que normalmente se consideran (Toledo, 2018).

**Figura 6**

*Reacciones de distintos órdenes*



*Nota.* Extraído de Sanutrición (2012).

- **Reacción de orden cero.** Según Labuza (1984), las reacciones de orden cero no están supeditadas a la concentración en lo que concierne a la velocidad. Esto puede ocurrir en dos situaciones diferentes: cuando la concentración de los reactivos no tiene un impacto sobre la velocidad de reacción, o cuando la concentración del compuesto que reacciona es tan elevada que parece que su concentración no afecta a la velocidad general de reacción.

$$v = -\frac{dA}{dt} = k$$

$$dA = -kdt$$

$$\int_{A_0}^A dA = -k \int_0^t dt$$

$$A - A_0 = -kt$$

$$A = A_0 + kt \dots \dots \dots Ec (2)$$

**Dónde:**

A<sub>0</sub>: Concentración del atributo analizado al inicio. A: Concentración de la característica medida en un tiempo K y t: Constante de la rapidez.

- **Reacción de primer orden.** Muchos de los procesos que tienen lugar en los procesos de elaboración de alimentos parecen seguir reacciones de primer orden (Labuza, 1984). Muchos alimentos que no sufren deterioro cero se alinean a un modelo de primer orden, lo que da como resultado tasas de pérdida exponencialmente reducidas a medida que se deteriora la calidad. Esto significa que los alimentos que se ajustan a este comportamiento alcanzan una vida útil más larga que los alimentos que se ajustan a velocidad constante (Jordan, 2019); la ecuación matemática de este comportamiento es:

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]$$

$$\frac{d[A]}{[A]} = -k dt$$

$$\int_{A_0}^A \frac{d[A]}{[A]} = -k \int_0^t dt$$

$$\ln \frac{[A]}{[A]_0} = -kt$$

$$\ln[A] = \ln[A]_0 - kt$$

$$[A] = [A]_0 * e^{-kt} \dots \dots \dots Ec (3)$$

- **Reacción de segundo orden.** Debido a que la reacción es bimolecular, cuando se habla de este tipo de reacciones, se entiende que no son muy comunes en los sistemas alimentarios. Esto evidencia que no siempre las cinéticas observadas en experimentos se corresponden con mecanismos reales (Martinus y Van, 2009). La ecuación de segundo orden es la siguiente:

$$v = -\frac{1}{a} \frac{dA}{dt} = k[A]^2$$

$$\frac{d[A]}{[A]^2} = -k_A dt$$

$$\int_{A_0}^A \frac{d[A]}{[A]^2} = -k_A \int_0^t dt$$

$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + k_A t$$

$$[A] = \frac{[A]_0}{1 + k_A t [A]_0} \dots \dots \dots Ec (4)$$

**Tabla 4**

*Fórmulas tiempo de vida media para diferentes órdenes de reacción (n)*

Orden de reacción	Función de calidad	Tiempo de vida media (T <sup>1/2</sup> )
0	$A_0 - A = kt$	$t_{1/2} = \frac{A_0}{2k}$
1	$\ln\left(\frac{A_0}{A}\right) = kt$	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$
2	$\frac{1}{A} - \frac{1}{A_0} = kt$	$t_{1/2} = \frac{1}{k \cdot A_0}$

*Nota.* Extraído de Valentas *et al.* (1997).

### 2.2.10 Ecuación de Arrhenius

En un rango específico, la ecuación de Arrhenius puede usarse como modelo para pronosticar tanto la velocidad de reacción como el tiempo útil de los alimentos a cualquier temperatura. Si la verificación es correcta, podemos proporcionar el concepto de prueba acelerada de vida útil (Mostacilla y Ordóñez, 2019)

Subramaniam y Kilcast (2000) afirman que el modelo de Arrhenius puede describir el efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción como se indica a continuación:

$$K = A * e^{\frac{-E_a}{RT}} \dots \dots \dots Ec \quad (5)$$

La ecuación de Arrhenius entre las variables K y T<sup>-1</sup> puede ser expresada como un modelo de regresión lineal:

$$\ln K = \ln A - \frac{E_a}{RT} \dots \dots \dots Ec \quad (6)$$

**Donde:**

K: la constante de cinética de Arrhenius

A: factor pre exponencial

E<sub>a</sub>: energía de activación (kJ mol<sup>-1</sup>)

R: constante de los gases ideales (8, 31447 Jk<sup>-1</sup>mol<sup>-1</sup>)

T: Temperatura (K)

### **2.2.11 Análisis microbiológico**

Permite conocer la cantidad de microorganismos que estén presentes en un alimento, garantizando la calidad higiénica durante la elaboración del producto para así asegurar que dicho producto no cause daño al consumidor final (Culcapusa, 2015). Por otra parte, el análisis microbiológico está relacionado con las experiencias adecuadas de manufactura (BPM) y los procedimientos estandarizados para la limpieza (POES), también con el almacenamiento de producto para que no exista una contaminación cruzada (Carrillo *et al.*, 2021).

De acuerdo con el Ministerio de Salud, la RM N° 615-2003 SA/DM define estándares para el análisis microbiológico de néctar de frutas, que incluyen una cantidad permitida de mohos, levaduras, coliformes y aerobios mesófilos.

**Tabla 5***Requisitos microbiológicos*

Microorganismos	Categoría	Clase	N	C	Límite por mL	
					m	M
<i>Aerobios mesófilos</i>	2	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	< 2,2	-----

*Nota.* (DIGESA, 2003).

### 2.3. Marco Conceptual

#### 2.3.1. Néctar de tomate de árbol

Es un producto que contiene pulpa de tomate de árbol, la cual ha sido dividida y tamizada finamente. Asimismo, incluye agua potable, ácido orgánico, azúcar y conservadores químicos o naturales. El color del néctar es naranja (Guevara, 2015).

#### 2.3.2. Compuestos bioactivos

Son compuestos químicos que están presentes en cantidades más bajas en los alimentos (granos enteros, aceites, nueces, frutas y verduras). Además, estos compuestos influyen en la actividad fisiológicas y celular del ser humano al ser consumido, teniendo como resultado efectos beneficiosos para la salud (Martinez, 2015).

#### 2.3.3. Cinética de degradación

Su objetivo es determinar el grado de retención del ácido ascórbico y anticipar la rapidez de las reacciones de degradación, todo ello a partir del tiempo, la temperatura y las variables que intervienen (Ramírez, 2019).

#### 2.3.4. Pruebas aceleradas

Es un análisis que se realiza sometiendo cualquier producto elaborado a un proceso de estrés o aceleración de una o más variables para que de esta manera el producto altere o sufra degradación tanto en sus compuestos fisicoquímicos y sensoriales (Nuñez et al., 2017).

#### 2.4. Hipótesis

**Ha:** La proporción de dilución y pasteurización influyen significativamente en las características fisicoquímicas, contenido de compuestos bioactivos, aceptabilidad general, parámetros de color y vida útil del néctar de tomate de árbol.

**H<sub>0</sub>:** La proporción de dilución y pasteurización no influyen significativamente en las características fisicoquímicas, contenido de compuestos bioactivos, aceptabilidad general, parámetros de color y vida útil del néctar de tomate de árbol.

#### 2.5. Operacionalización de variables

A continuación, en la Tabla 6 se evidencia las variables que formaron parte de este estudio y en la Tabla 7 se visualiza la operacionalización debidamente ordenada.

**Tabla 6**

*Variables dependientes e independientes*

<b>INDEPENDIENTE</b>	<b>DEPENDIENTE</b>
<b>1) Proporción de dilución</b>	1) Características fisicoquímicas
<b>2) Tiempo de pasteurización</b>	2) Compuestos bioactivos
<b>3) Temperatura de pasteurización</b>	3) Aceptabilidad general
	4) Parámetros de color

**Tabla 7***Operacionalización de variables*

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN FUNCIONAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES/ CATEGORÍA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Proporción de dilución	Este es un procedimiento cuyo propósito es disminuir la cantidad de soluto en cada unidad de volumen de dilución.	La preparación del néctar se realizará mezclando una parte de pulpa con diversas cantidades de agua.	Dilución Agua: pulpa	2,0:1	Balanza analítica
				2,28:1	
				2,86:1	
				3,83:1	
				5,0:1	
Temperatura	Magnitud física que permite medir sensaciones de calor y frío de un cuerpo, medio ambiente u cualquier otro objeto.	La temperatura se controlará hasta que este alcance lo especificado.	Temperatura de pasteurización	65; 69,05; 75; 80,95 y 85 °C	Termómetro
Tiempo	Magnitud física que evalúa el tiempo que dura o permanece un suceso	Duración de la pasteurización que será controlado mediante cronómetro.	Tiempo de pasteurización	10; 14,05; 20; 25,95 y 30 min	Cronómetro
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>					
Características fisicoquímicas	Alude a las características de los alimentos desde la perspectiva fisicoquímica.	Características que se medirán mediante instrumentos de medición directa.	pH	pH	Potenciómetro
			Grados brix Acidez titulable	° Brix % Ácido cítrico	Refractómetro Análisis volumétrico
			Contenido de ácido ascórbico	mg de ácido ascórbico /mL	Método del 2, 6 Diclorofenolindofenol

Contenido de compuestos bioactivos	Son sustancias químicas que tienen actividad celular para el buen funcionamiento del organismo.	Compuestos que se medirán usando algunos equipos e instrumentos de laboratorio.	Contenido de antocianinas	mg de cianidina 3-glucósido/mL de muestra	Método del pH diferencial
			Contenido de polifenoles	ug de ácido gálico/mL de muestras	Método de Folin-Ciocalteu
			Contenido de carotenoides	ug caroteno/ g de muestra.	Espectrofotometría UV/Vis
Aceptabilidad general	Características gustativas propias del alimento y varían dependiendo del tratamiento aplicado.	Atributos sensoriales que se usará una escala hedónica para su evaluación.	Olor Sabor Color Apariencia Aceptabilidad general	Escala hedónica de 9 puntos	Cuestionario
Parámetro de color	La sensación que producen las ondas de luz en la zona de la luz visible que estimulan la retina.	El color del néctar se realizará mediante la escala CIELab usando un colorímetro.	Análisis de color en la escala CIELab	L* a* b*	Colorímetro

## CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo de Investigación

Es un estudio de carácter aplicado, ya que se lograron parámetros ideales para la dilución y pasteurización del néctar de tomate de árbol con el propósito de conservar una mayor cantidad de compuestos bioactivos. Además, es de este tipo porque para su desarrollo se ha tomado como referencia la información existente para aplicarla de forma práctica, en una realidad distinta, con el fin de dar solución a un problema, buscando además que lo desarrollado en este estudio pueda ser aplicado posteriormente.

### 3.2. Nivel de Investigación

Es de nivel explicativo, ya que tuvo la finalidad de manipular variables de proporción de dilución, tiempo y temperatura de pasteurización, para evaluar y explicar su efecto sobre las características del néctar.

### 3.3. Diseño de Investigación

#### 4.1.1. *Para la pasteurización de la pulpa de tomate de árbol*

Para el diseño experimental del presente proyecto se empleó un Diseño Central Compuesto Rotacional, donde los factores son la proporción de dilución pulpa: agua (2:1 a 5:1), temperatura de pasteurización (65 a 85 °C y tiempo de pasteurización de 10 a 30 min, con ello se tuvo 20 tratamientos haciendo un total de 40 corridas experimentales. Las variables dependientes fueron: las características fisicoquímicas, contenido de compuestos bioactivos, aceptabilidad general y parámetros de color.

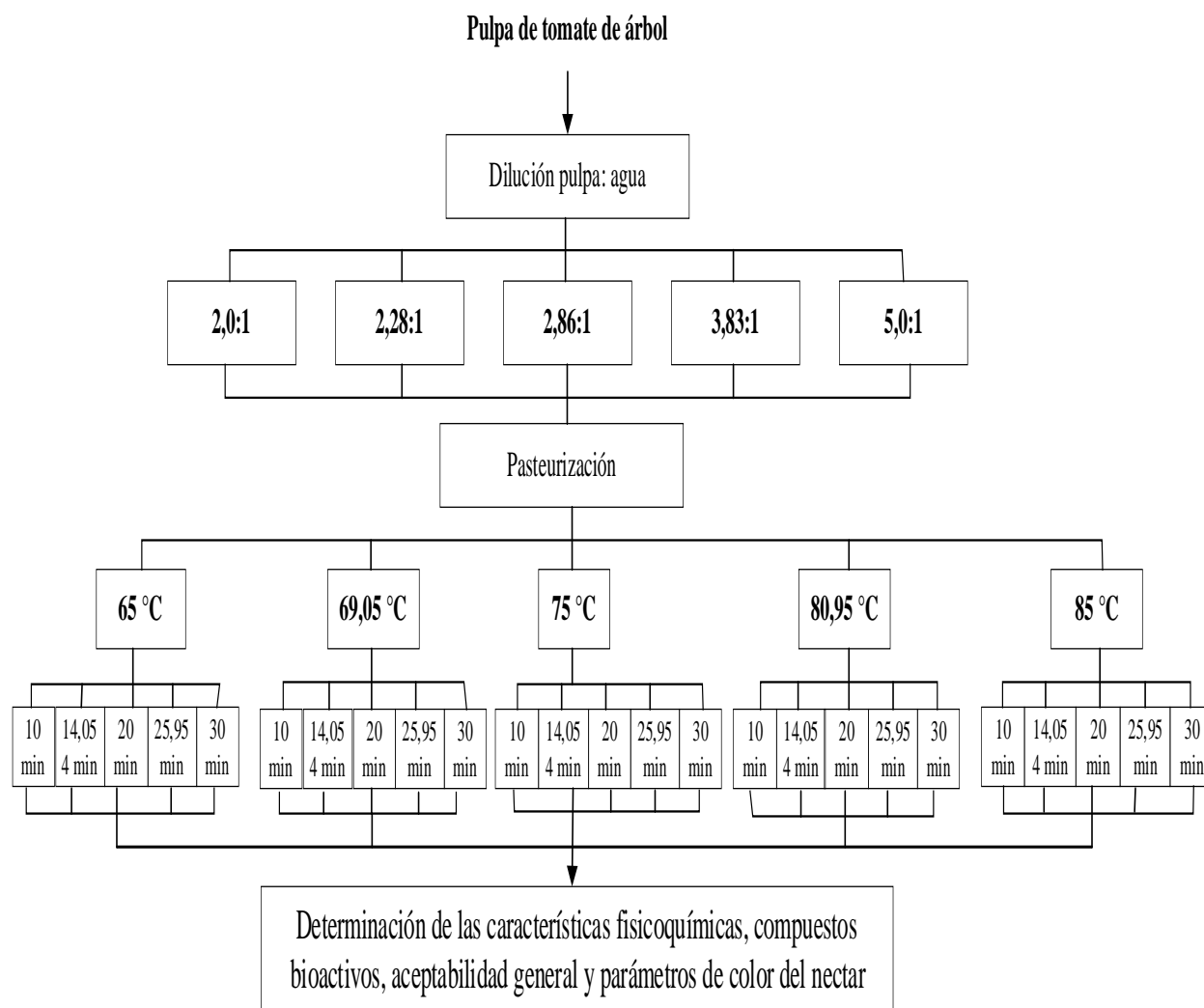
#### 3.3.1. *Esquema Experimental*

La Figura 7 ilustra el esquema experimental de este estudio. Inicialmente la materia prima pasó por una serie de operaciones hasta obtener la pulpa; seguidamente se prepararon cinco diluciones diferentes haciendo variar la cantidad de agua, las mismas que fueron pasteurizadas a temperaturas de 65 a 85 °C y tiempos 10 a 30 min. Finalmente se determinó

las características fisicoquímicas, compuestos bioactivos, aceptabilidad general y parámetros de color del néctar de tomate de árbol.

**Figura 7**

*Diseño experimental del proyecto*



### 3.4. Métodos de Investigación

La investigación consiste en la aplicación de métodos cuantitativos a través de diferentes técnicas experimentales referentes a la influencia de los cambios en dilución, tiempos y temperaturas sobre las propiedades fisicoquímicas, la cantidad de compuestos bioactivos, la aceptabilidad general y las medidas del color.

### **3.5. Población, Muestra y Muestreo**

#### **3.5.1. Población**

Estuvo compuesta por la totalidad de néctares de tomate de árbol elaborados en el laboratorio de Procesamiento de Frutas y Hortalizas de la Escuela profesional de Ingeniería agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra estuvo constituida por los néctares seleccionados para realizar los distintos análisis en los laboratorios de Procesamiento de Frutas y Hortalizas, Operaciones Unitarias en de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Chota .

#### **3.5.3. Muestreo**

Para seleccionar la muestra, se utilizó un muestreo por conveniencia ya que se consideró aquellos productos que presentaron las mejores características en cuando a color y la apariencia de acuerdo a la percepción de los investigadores.

### **3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

#### **3.6.1. Equipos, Materiales, Reactivos y/o Insumos requeridos**

##### **a) Equipos**

- ✓ Balanza de precisión, marca ADAM CKT4
- ✓ Potenciómetro, marca HANNA
- ✓ Refractómetro, marca MILWAUKEE
- ✓ Refrigeradora Electrolux ERTY20G2HVI 205 L GRIS
- ✓ Centrífuga THERMOSCIENTIFIC
- ✓ Espectrofotómetro GENESYS 150 UV
- ✓ Deshidratador BOXA de 11 bandejas
- ✓ Licuadora industrial SKYMSSEN 4 L
- ✓ Cocina industrial SURGE de 3 hornillas.
- ✓ Colorímetro KALSTEIN YR05509

##### **b) Materiales**

- ✓ Vasos de precipitación de 50, 100, 150, 250 mL

- ✓ Fiolas de 50, 100, 200, 500 y 1000 mL
- ✓ Matraces de 50, 150 y 250 mL
- ✓ Termómetro de mercurio 0 – 150°C.
- ✓ Micropipetas (100, 1000)
- ✓ Cubetas para espectrofotómetro
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Agitador magnético
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Frascos de vidrio con volumen de 250 mL y 1 L.
- ✓ Cuchillos
- ✓ Tubos de centrifuga 1 cm de diámetro y 12 mL de volumen.
- ✓ Gradillas
- ✓ Ollas de acero inoxidable
- ✓ Placas petri

**c) Insumos**

- ✓ Frutos de tomate de árbol
- ✓ Azúcar
- ✓ Agua potable
- ✓ Agua destilada
- ✓ Sorbato de potasio
- ✓ Carboximetil celulosa (CMC)
- ✓ Ácido cítrico
- ✓ Medio de cultivo agar

**d) Reactivos**

- ✓ Agua destilada
- ✓ Acetato de sodio
- ✓ Cloruro de potasio
- ✓ Carbonato de sodio
- ✓ Ácido clorhídrico
- ✓ Ácido oxálico
- ✓ Ácido ascórbico
- ✓ Ácido gálico
- ✓ Reactivo Folin - Ciocalteu
- ✓ 2,6-diclorofenolinofenol

✓ Éter de petróleo

### 3.6.2. Técnicas para la recolección de datos

Las siguientes técnicas e instrumentos, que aparecen en la Tabla 8, se utilizarán para recopilar información.

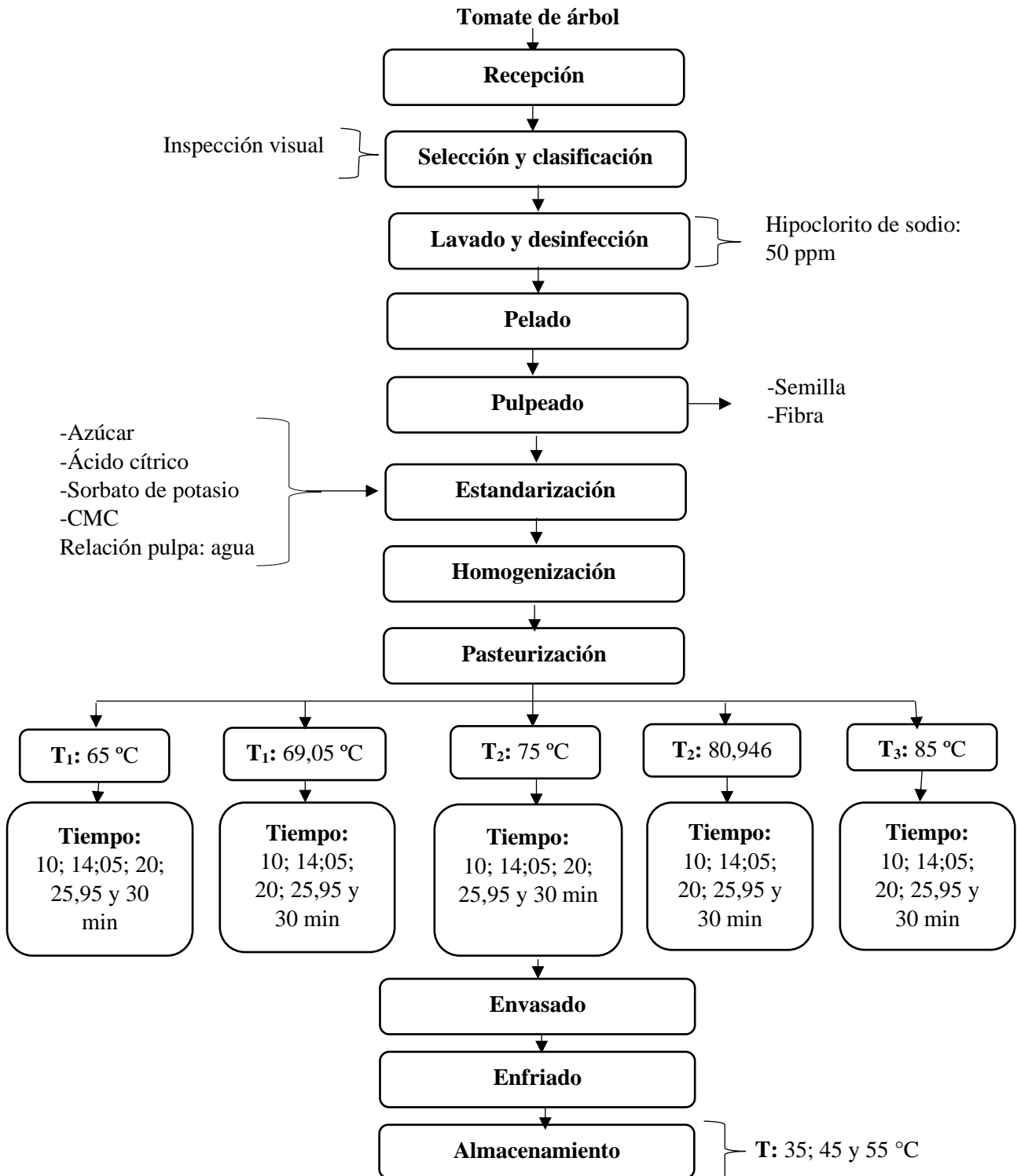
**Tabla 8**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Recolección de datos</b>
Observación directa	Fichas de observación Cuaderno de laboratorio	-Cantidad de tomate de árbol usado para la elaboración de néctar
Revisión bibliográfica	Libros, revistas, tesis, página web	-Características fisicoquímicas y sensoriales -Determinación de compuestos bioactivos. -Vida útil mediante pruebas aceleradas
Análisis fisicoquímico	Ficha de registro de datos y uso de equipos de laboratorio	-pH -Sólidos solubles (°Brix) -Acidez titulable
Análisis de compuestos bioactivos	Ficha de registro de datos y uso de equipo e instrumentos de laboratorio	Contenido de: -Ácido ascórbico -Antocianinas -Polifenoles -Carotenoides
Estudio de aceptabilidad general	Ficha de evaluación sensorial Panelistas seminternado	-Color -Olor -Sabor -Apariencia
Parámetros de color	Formulario de registro de datos Empleo de instrumentos de laboratorio	Sistema CIElab
Determinación de la vida útil del néctar	Ficha de registro de datos	- Cinética de degradación de ácido ascórbico, antocianinas, polifenoles y carotenoides.
Análisis de características microbiológicas	Ficha de registro de datos Uso de equipo e instrumentos de laboratorio	Cuenta de levaduras, coliformes, aerobios mesófilos y mohos.

**Figura 8**

*Flujograma del proceso de elaboración de néctar*



### 3.6.4. Descripción de las operaciones del diagrama

- **Recepción de la materia prima.** En la recepción, se pesó la materia prima que fue recolectada en óptimas condiciones de madurez.
- **Selección y clasificación.** Se descartaron las frutas que estaban golpeadas o mostraban indicios de daño durante el proceso de selección. La clasificación se realizó agrupándolos según su tamaño y por su estado de madurez.
- **Lavado y desinfección.** Se realizó una inmersión para eliminar elementos extraños que estaban adheridos a la materia prima. Después de lavar los tomates de árbol, se realizó la desinfección con hipoclorito de sodio al 5 % por cinco minutos.
- **Pelado.** Se ejecutó con cuchillos de forma manual, esto con el propósito de retirar la cascara del tomate de árbol y las semillas.
- **Pulpeado.** El pulpeado se realizó empleando de una licuadora industrial, luego esta se verificó que en ella no se encuentren cáscara, semillas y fibra.
- **Estandarización.** Involucra:
  - Dilución de la pulpa:** Al momento de la elaboración del néctar de tomate de árbol se preparó cinco diluciones diferentes en la relación (agua/ pulpa: 2,0:1 - 2,28:1 - 2,86:1 - 3,83:1 - 5,0:1).
  - Regulación del pH:** El pH fue regulado agregando ácido cítrico hasta alcanzar un valor de pH inferior a 4.
  - Regulación de los °Brix.** Para lograr la regulación de los °Brix, se adicionó azúcar, cuya cantidad fue calculada de acuerdo a (Sánchez *et al.*, 2022) empleando la fórmula 8.

$$\text{Cantidad de azúcar (kg)} = \frac{\text{pulpa diluida (kg)} \times (\text{°Brix final} - \text{°Brix inicial})}{100 - \text{°Brix final}} \quad \text{Ec. (8)}$$

**-Adición de estabilizante:** se utilizó un 0,07 % (p/v) de carboximetil celulosa (CMC) para la preparación.

**-Adición del conservante:** Se utilizó sorbato de potasio en una proporción inferior al 0,05 %.

- **Homogenización.** Con este método, realizado de manera mecánica con una cuchara de acero, la dilución se homogeneizó.
- **Pasteurización.** Esta operación se ejecutó utilizando ollas de acero inoxidable y se evaluó cinco temperaturas (65; 69,05; 75, 80,95 y 85 °C) por cinco periodos de tiempo (10; 14,05; 20; 25,95 y 30 min).
- **Envasado.** Se realizó en caliente, utilizando frascos de vidrio con una capacidad de 10 y 250 mL que habían sido previamente esterilizados.
- **Enfriado.** Las botellas fueron introducidas en agua corriente a temperatura ambiente durante 5 minutos.
- **Almacenamiento.** Se guardó en refrigeración para que más tarde se pudiera hacer un análisis de su vida útil a través de pruebas aceleradas.

### 3.7. Análisis de Ensayo

Para el trabajo de investigación se utilizaron diferentes métodos de análisis, a fin de poder evaluar el efecto de las variables independientes.

#### 3.7.1. Análisis fisicoquímico

Los métodos de ensayo que se emplearon fueron los siguientes:

**Sólidos solubles:** la determinación se realizó mediante el método de la AOAC (920.151), 2016. Se encendió el refractómetro y se calibró con agua destilada, en el prisma del refractómetro se dejó caer una gota de muestra hasta cubrir el ente y se observó el resultado; la medición se realizó por duplicado (Anexo 2).

**pH:** GUTIAOAC (981.12),2016. Se encendió y se calibró el pH-metro; luego se colocó se tomó un vaso de precipitado y se agregó 10 ml de muestra, se agitó para que la muestra se homogenice y en seguida se introdujo el electrodo del equipo en la parte central de la muestra y se esperó a que el valor mostrado en el equipo se estabilizara en la pantalla y, una vez estabilizado, se registró (Anexo 3).

**Acidez titulable:** fue establecido a través del método AOAC (947.05) en 2016. Se llevó a cabo una dilución de 1 ml de muestra con 9 ml de agua destilada (1/10); se añadieron tres gotas de fenolftaleína y, posteriormente, se tituló con NaOH al 0,1 N gota a gota hasta conseguir el color rosado grosella (Anexo 4). El cálculo se hizo empleando la siguiente ecuación 9.

$$\%Acidez = \left( \frac{N * Meq * V * 100}{v} \right) \quad Ec. (9)$$

**Donde:**

$N_{NaOH}$  = normalidad del NaOH

Meq = Mili equivalente del ácido predominante (ácido cítrico 0,064)

$V_{NaOH}$  = gasto de NaOH para la titulación

V= volumen de la muestra

### 3.7.2. *Determinación del contenido de ácido ascórbico*

Se usó la metodología de Nielsen (2017).

#### **A. Preparación de las soluciones**

**Solución de ácido oxálico al 2%.** Calibramos la balanza analítica, pesamos 4 g de ácido oxálico, luego añadimos a un vaso de precipitación de 300 mL y agregamos 200 mL de agua destilada, mezclamos la solución mediante un agitador magnético, luego transferimos a una fiola y forramos con papel aluminio.

**Solución estándar de ácido ascórbico.** Pesamos 0,05 g de ácido ascórbico después de calibrar la balanza. Después, traspasamos 50 mL de solución de ácido oxálico a un vaso de

precipitación con una capacidad de 200 mL y agregamos el ácido ascórbico y mezclamos la solución en el agitador magnético y colocamos en una fiola forrada con papel aluminio.

**Solución de 2,6 diclorofenolindofenol.** Pesamos 0,042 g sodio bicarbonato (o carbonato de sodio), de igual manera pesamos 0,05 g de sal sódica de 2,6 diclorofenolindofenol y colocamos dentro de un vaso de precipitación para realizar la mezcla con 200 mL de agua destilada, luego trasferimos a una fiola, forramos con papel aluminio y colocamos en refrigeración.

### **B. Determinación del ácido ascórbico**

Se estableció a través de la titulación volumétrica; para estandarizar, se pipetearon 5 mL de solución de ácido oxálico y 2 mL de solución de ácido ascórbico. Luego, se tituló con diclorofenolindofenol hasta obtener un color amarillento pálido y se registró el gasto; respecto al blanco se pipeteo 7 mL de solución de ácido oxálico y 7 mL de agua destilada y se tituló con diclorofenolindofenol hasta lograr una coloración ligeramente rosado anotamos el gasto de la titulación. En última instancia, se utilizaron 5 mL de la dilución al 2 % de ácido oxálico y 2 mL de la muestra del néctar. Se llevó a cabo la titulación con una solución de diclorofenolindofenol hasta que cada tratamiento adquirió un color apenas rosado, y se registró el consumo de titulación. Se realizó el cálculo de ácido ascórbico/g muestra tomando como referencia el gasto de titulación del estándar.

### **Cálculos del contenido de ácido ascórbico**

$$\text{Titulo} = F = \frac{\text{mg de ácido ascórbico}}{(\text{ml promedio para los estándares}) - (\text{ml promedio para el blanco})} \quad \text{Ec. (10)}$$

**Donde:**

**F** = mg de ácido ascórbico equivalente a 1,0 mL de solución estándar de 2,6 diclorofenolindofenol.

**Cálculo del ácido ascórbico de la muestra del néctar en mg/ml utilizando siguiente ecuación:**

$$\text{Mg de ácido} \frac{\text{ascórbico}}{\text{ml}} = (\mathbf{X} - \mathbf{B}) * \left(\frac{\mathbf{F}}{\mathbf{E}}\right) * \left(\frac{\mathbf{V}}{\mathbf{Y}}\right) \quad \text{Ec. (11)}$$

**Donde:**

X= mL para la titulación de la muestra.

B = mL medios para la titulación del blanco de la muestra

F = mg de ácido ascórbico equivalente a 1,0 mL de solución estándar de 2,6 diclorofenlindofenol)

E = ml ensayados (2 mL)

V = Volumen de la solución de ensayo inicial (= 7 mL)

Y = volumen de la alícuota de muestra titulada (= 7 mL)

### 3.7.3. Determinación del Contenido de Antocianinas

#### A. Preparación de soluciones buffer

Se empleó el método del pH diferencial, como lo reportaron Lee et al. (2005). Primero, se utilizó una balanza analítica para pesar 4,9218 g de acetato de sodio y 0,2796 g de cloruro de potasio. Cada uno fue disuelto en 150 ml de agua destilada y mezclado con un agitador vortex. Después, empleamos ácido clorhídrico (HCl) para corregir los buffers: el buffer de acetato de sodio (CH<sub>3</sub>COONa) hasta que su pH sea 4,5 y el buffer de cloruro de potasio (KCl) hasta que su pH llegue a ser 1,0. Los dos fueron guardados en fiolas cubiertas con papel de aluminio.

#### B. Para el contenido de antocianinas

Se realizó una dilución 1/5 (una muestra de 1 mL y un tampón de 4 mL). Después, se homogeneizó y filtró la muestra. Finalmente, se calculó la absorbancia con cada tampón a 510 y a 700 nm, usando la siguiente fórmula (ecuación 10) se calculó la concentración de antocianinas:

$$[\mathbf{Act}] = \frac{\mathbf{A*PM*FD*1000}}{\boldsymbol{\varepsilon*I}} \quad \text{Ec. (12)}$$

$$\mathbf{A} = (\mathbf{A}_{510 \text{ nm}} - \mathbf{A}_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 1.0} - (\mathbf{A}_{510 \text{ nm}} - \mathbf{A}_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 4.5} \quad \text{E.c (13)}$$

**Donde:**

ACt = mg/L de cianidina-3-glucósido

A=Absorbancia de la muestra

PM = Masa molecular de cianidina-3-glucósido (449,6 g/mol)

DF=Factor de dilución

$\epsilon$ = Absortividad molar de cianidina-3-glucósido (26 900 L cm<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup>)

I=Espesor de la celda (1 cm)

**3.7.4. Determinación de compuestos fenólicos**

Se utilizó el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, que Singleton y et al. (1999) propusieron. Así pues, se continuó con el proceso que se describe a continuación:

- A. Preparación de solución de carbonato de sodio al 6%.** Se disolvieron en 100 mL de agua destilada 6 g de carbonato de sodio, que se pesaron con una balanza analítica. Después, se transfirió la mezcla a una fiola forrada con papel aluminio y fue agitada con un agitador vortex.
- B. Acondicionamiento de la solución madre de AGE 2000 µg/mL.** Se disolvieron 50 mg de ácido gálico en 25 mL de agua destilada, se revolvió utilizando un agitador vortex y se puso la mezcla en una fiola; por último, se cubrió con papel aluminio.
- C. Curva de calibración.** Con el fin de conseguir concentraciones de 0, 20, 50, 100, 300 y 500 µg/mL, la solución madre de AGE se disolvió en tubos cubiertos de la luz con agua destilada. Como se ilustra en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Preparación de soluciones para curva patrón*

Concentración (µg/mL)	Solución patrón de Ácido gálico (µL)	Agua destilada (µL)	Abs
0	-	1000	0,058
20	10	990	0,085
50	25	975	0,099
100	50	950	0,118
300	150	850	0,222
500	250	750	0,342

Se extrajeron 100  $\mu\text{L}$  de las soluciones mencionadas utilizando micropipetas y fueron colocados en tubos de ensayo. Después, se incorporaron 250  $\mu\text{L}$  de Folin Ciocalteu, luego 750  $\mu\text{L}$  de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al 6% y, por último, 1900 mL de agua destilada. Después se homogeneizó y se mantuvo en la oscuridad, protegido de la luz, por 30 minutos. La absorbancia fue medida a 765 nm durante el periodo de tiempo mencionado anteriormente con un espectrofotómetro UV/VIS.

**D. Contenido de compuestos fenólicos.** Los néctares se diluyeron en agua destilada a una proporción de 1:10. Después, de cada muestra diluida se tomó un volumen de 100  $\mu\text{L}$  y se colocó en tubos de ensayo. Después, se añadieron 1900  $\mu\text{L}$  de agua destilada para llegar a un volumen total de 3 mL. Luego, se quedó quieto en la oscuridad por 30 minutos. Finalmente, se empleó un espectrofotómetro UV/VIS para calcular la absorbancia a 765 nm. Para determinar la concentración de compuestos fenólicos, se empleó la ecuación 11:

$$PFT(\text{mg ácido gálico/litro}) = \left[ \frac{Abs_{muestra} - A}{B} \right] * FD \quad Ec (14)$$

**Donde:**

Abs muestra: absorbancia de la muestra

A: intercepto

B: pendiente

FD: factor de dilución.

### 3.7.5. Determinación de carotenoides

Se ejecutó por medio del uso de la espectrofotometría (Paiva, 2018), aunque con ciertas modificaciones. Se hizo una dilución de 1/20 (16 mL de éter de petróleo y 4 mL de muestra), después se agitó en un vortex por diez minutos; luego, la solución fue depositada en tubos falcon para ser centrifugada. Por último, se utilizó el espectrofotómetro UV-visible para medir la absorbancia a una longitud de onda de 450 nm. La ecuación número 12 se utilizó para calcular la concentración de carotenoides.

$$CTC \left( \frac{mg}{ml} \right) = \frac{A * V_f * 10^4}{E_{1cm}^{1\%} * V} \quad Ec \quad (15)$$

**Donde. A:** Absorbancia de la muestra; **V<sub>f</sub>:** Volumen final (ml); **E<sub>1cm</sub><sup>1%</sup>:** coeficiente de extinción molar del β-caroteno en éter de petróleo (2592), y **V=** Volumen de la muestra en (ml)

### **3.7.6. Análisis Sensorial**

Se realizó la evaluación sensorial con 80 panelistas no capacitados, teniendo en cuenta el color, el aroma, el sabor y la apariencia. A cada panelista se le entregó una hoja de evaluación sensorial que incluía una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 equivale a "no me agrada en absoluto" y 9 a "me gusta mucho", con el fin de valorar el nivel de satisfacción y aceptación de los distintos tratamientos (Anexo 6).

### **3.7.7. Determinación del color del néctar**

La determinación se realizó siguiendo el método que emplearon (Caballero & Paredes, 2017), el cual incluye lo siguiente:

Para analizar el color del néctar de tomate de árbol, se hizo uso de un colorímetro, modelo CR-400, usando el sistema CIE-lab. Este sistema determinó los valores de color según su ubicación en un eje tridimensional: L\* (luminosidad, negro es 0 y blanco es 100), a\* (verde negativo o rojo positivo) y b\* (azul negativo o amarillo).

### **3.7.8. Procedimiento para determinar la vida útil mediante pruebas aceleradas**

- a) Acondicionamiento de muestras.** Se realizó al tratamiento que tuvo mayor aceptabilidad y contenido de compuestos bioactivos. Los tubos de ensayo se utilizaron para guardar las muestras a temperaturas de (35, 45 y 55 °C). A lo largo del periodo de almacenamiento, se estableció la cantidad de ácido ascórbico (mg/100 mL) y fenoles totales (mg de GAE/100 mL) que había en el néctar del tomate de árbol.
- b) Determinación del modelo cinético orden de reacción(n).** Se determinó por medio de la degradación de las muestras de néctar, seleccionando el orden de

reacción (cero, uno y dos) y utilizando las ecuaciones 2, 3 y 4. Se eligió el orden de reacción que mejor se adapta a estas variables por medio del coeficiente de regresión ( $R^2$ ). En última instancia, se empleó el modelo de Arrhenius para calcular las constantes de velocidad.

- c) **Determinación del modelo de Arrhenius.** Se determinó a través de las ecuaciones 5 y 6.
- d) **Determinación de la energía de activación.** Para determinar la energía de activación, se realizó un examen de regresión lineal que utilizó los logaritmos neperianos derivados de las constantes y la inversa de las temperaturas en °K.
- e) **Determinación del tiempo de vida media (T1/2).** Se refiere al período en el cual, los compuestos bioactivos del néctar de tomate de árbol se descomponen a un 50 % y el cálculo se realizó a partir de las ecuaciones de la Tabla 4.

### ***3.7.9. Métodos para el Análisis microbiológico***

Se llevó a cabo un análisis microbiológico en el tratamiento más efectivo (el que tenía más compuestos bioactivos) (Anexo 5), el procedimiento se muestra a continuación:

- a. **Aerobios Mesófilos.** Se realizó una dilución madre mediante la cabina PCR, lo cual se tomó 25 mL de muestra de néctar de berenjena y se colocó en una bureta esterilizada, luego se coloca en una bolsa estéril y se agrega 225 mL agua peptonada y cerramos. Asimismo, se realizó para las diluciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  tomando 1000  $\mu$ l de la solución  $10^{-1}$  y transferimos a tubos falcón, para luego sembrar en 3 placas Petri de plástico tomando 1 mL de cada dilución luego agregamos 15 mL de medio de cultivo plate count agar o agar de recuento en placa (PCA) a cada una de las placas, agitamos en forma de ocho y dejamos enfriar, seguidamente se coloca a una incubadora a 35 °C días y por dos días y se realizó el conteo.

- b. Mohos y levaduras.** se realizó la siembra donde se colocó 100  $\mu\text{l}$  a cada placa con las diluciones de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ , luego agregamos el medio de cultivo agar potato dextrose agar (PDA), esparcimos las diluciones con el asa de Drigalski desde la mayor a la menor, colocamos a la incubadora a una temperatura de 25 °C durante 5 días y se realizó el conteo.
- c. Coliformes totales.** Tomamos una muestra de 1 mL de cada dilución  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ , y colocamos en 3 placas Petri, colocamos el medio de cultivo agar Verde brillante (VRBD) a cada placa; seguidamente llevó al interior de la incubadora previamente programada a temperatura de 35 °C durante dos días y se realizó el conteo.

### **3.8. Procedimientos de Recolección de Datos**

Para determinar los efectos de las variables independientes (tiempo, temperatura y dilución) sobre las variables dependientes, se empleó el análisis de varianza (ANOVA) multifactorial, obtenido del software estadístico Minitab 17; con un nivel de significancia del 5%. Esto se complementó con la técnica de superficie de respuesta (RSM), la misma que facilitó el ajuste de modelos cuadráticos y la representación de la influencia de los factores por medio de gráficos.

### **3.9. Aspectos Éticos**

En esta investigación se respetan los términos de propiedad; es decir, se llevó a cabo con datos verídicos y se acatan las normas éticas cuando se emplean fuentes o datos de otros autores.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Descripción de Resultados

#### 4.1.1. Evaluación de las características fisicoquímicas de la materia prima y el néctar elaborado a base de tomate de árbol

Los resultados en cuanto al tomate de árbol en fresco mostraron un valor de 10,97 °Brix, 3,07 de pH y 1,87 de acidez titulable. Por otro lado, la Tabla 10 muestra los efectos de las combinaciones de agua, temperatura y tiempo sobre las características fisicoquímicas del néctar, observándose que los °Brix, varía considerablemente de 13,53 a 17,00 entre tratamientos, lo que denota sensibilidad a los cambios en las condiciones de procesamiento; sin embargo, los valores de pH se mantuvieron cercanos a 3,53, y la acidez varió ligeramente.

**Tabla 10**

*Características fisicoquímicas del néctar elaborado a base de tomate de árbol*

Trat.	Pulpa	A (Agua)	B(T°)	C(Tiempo)	Características fisicoquímicas		
					°Brix	pH	Acidez titulable
					$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
T <sub>1</sub>	1	3,83	69,05	14,05	14,67±0,058	3,53±0,058	0,429±0,006
T <sub>2</sub>	1	3,83	69,05	25,95	15,07±0,058	3,50±0,000	0,407±0,004
T <sub>3</sub>	1	3,83	80,95	14,05	16,07±0,058	3,53±0,058	0,412±0,013
T <sub>4</sub>	1	3,83	80,95	25,95	17,00±0,200	3,50±0,000	0,401±0,010
T <sub>5</sub>	1	2,28	69,05	14,05	13,77±0,058	3,53±0,058	0,431±0,007
T <sub>6</sub>	1	2,28	69,05	25,95	14,03±0,058	3,50±0,000	0,416±0,017
T <sub>7</sub>	1	2,28	80,95	14,05	14,70±0,000	3,53±0,058	0,429±0,013
T <sub>8</sub>	1	2,28	80,95	25,95	15,27±0,058	3,53±0,058	0,480±0,014
T <sub>9</sub>	1	5,00	75,00	20,00	13,97±0,058	3,53±0,058	0,401±0,015
T <sub>10</sub>	1	2,00	75,00	20,00	13,57±0,058	3,50±0,000	0,474±0,003
T <sub>11</sub>	1	2,86	65,00	20,00	13,53±0,058	3,50±0,000	0,403±0,013
T <sub>12</sub>	1	2,86	75,00	10,00	13,57±0,058	3,53±0,058	0,410±0,010
T <sub>13</sub>	1	2,86	75,00	20,00	13,90±0,000	3,50±0,000	0,403±0,003
T <sub>14</sub>	1	2,86	75,00	20,00	13,93±0,058	3,57±0,058	0,400±0,004
T <sub>15</sub>	1	2,86	75,00	20,00	13,93±0,058	3,50±0,000	0,404±0,007
T <sub>16</sub>	1	2,86	75,00	20,00	14,03±0,058	3,53±0,058	0,411±0,006
T <sub>17</sub>	1	2,86	75,00	20,00	13,93±0,058	3,53±0,058	0,418±0,011
T <sub>18</sub>	1	2,86	75,00	20,00	13,97±0,058	3,53±0,058	0,430±0,006
T <sub>19</sub>	1	2,86	75,00	30,00	15,23±0,058	3,50±0,000	0,415±0,008
T <sub>20</sub>	1	2,86	85,00	20,00	15,50±0,000	3,53±0,058	0,411±0,008

*Nota.*  $\bar{x}$ : es el promedio de 2 repeticiones.  $\sigma$ : es la desviación estándar.

### **A. Análisis estadístico para los sólidos solubles (°Brix) del néctar**

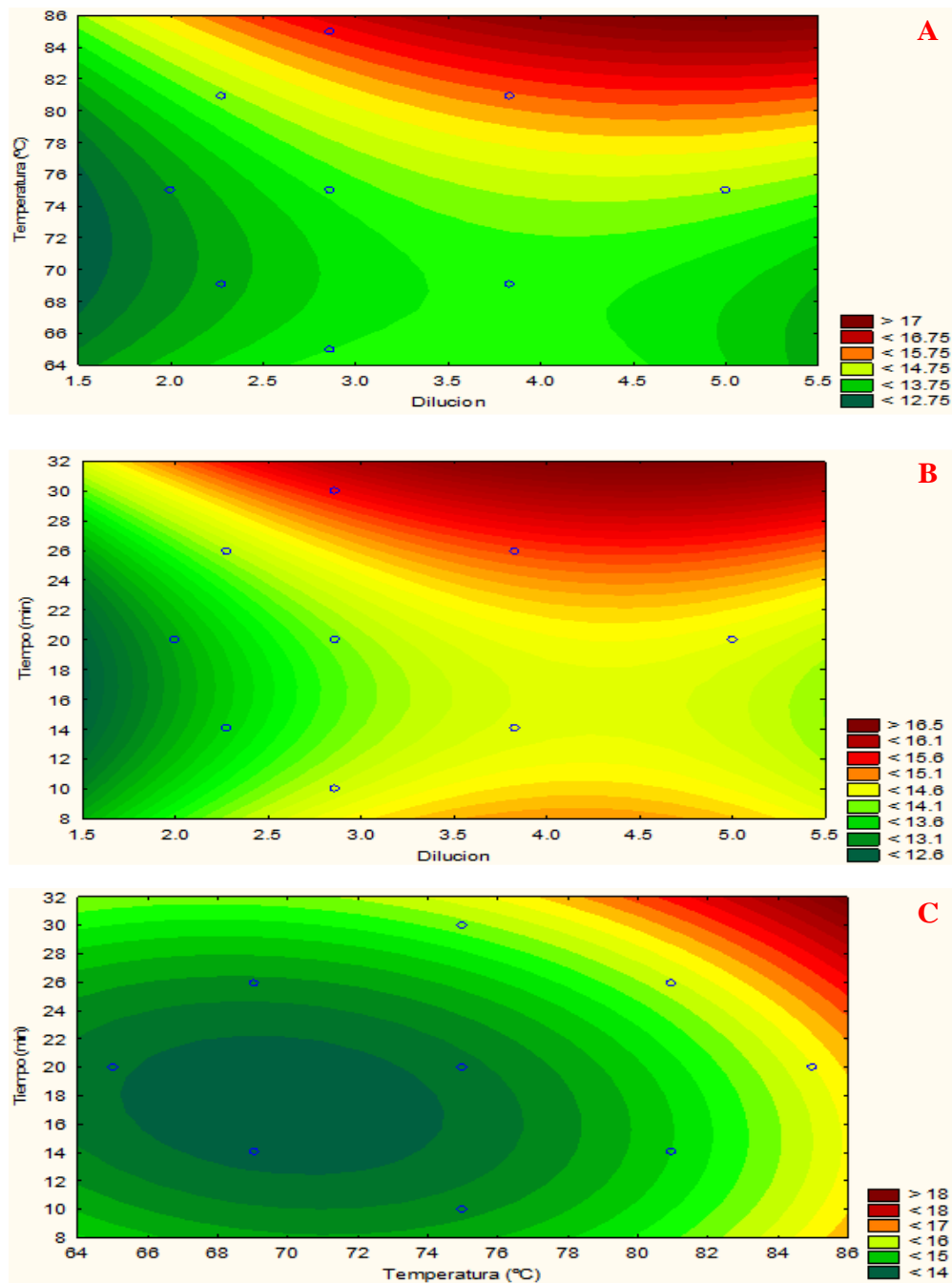
El estudio de varianza para los °Brix, tanto sin evaluación de falta de ajuste como con evaluación de falta de ajuste, muestra que los factores de dilución, temperatura y tiempo tienen un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) en la variable de respuesta. En el modelo sin ajustes, los efectos lineales principales son relevantes, en cambio, las interacciones y los términos cuadrados no lo son, lo que indica una preponderancia de los elementos individuales. No obstante, al incluir el análisis con ajuste, se muestra que el modelo muestra diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) (ver Anexo 7). Por otro lado, en ambas situaciones, el coeficiente de regresión complementa el análisis previo al mostrar diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para los coeficientes lineales de dilución, temperatura y tiempo, destacando la temperatura (coef. = -1,52439) y la dilución (coef. = -0,51898) con impactos negativos más marcados (ver Anexo 7), lo que indica que un incremento en estos indicadores suele disminuir el °Brix del néctar. Las interacciones y los términos cuadráticos no tienen relevancia ( $p > 0,05$ ).

- **Superficie de respuesta y contorno para los °Brix del néctar a base de tomate de árbol**

El efecto de las variables del proceso sobre los °Brix del néctar se muestra en la Figura 9 mediante gráficos de contornos, donde el gráfico A muestra que los valores más altos de °Brix se logran a temperaturas superiores o iguales a 82 °C y a diluciones que oscilan entre 3,0 y 5,5, mientras que, a temperaturas y diluciones más bajas, se nota una reducción de sólidos solubles. En el gráfico B, los °Brix se incrementan con intervalos más largos (27 a 32 min) y con diluciones más elevadas (3,5 a 5,5). Finalmente, el gráfico C evidencia que los °Brix más elevados se logran a temperaturas elevadas (82 a 86 °C) y duraciones extensas (26 a 32 min), lo que subraya el impacto positivo de estos elementos en la concentración del néctar.

**Figura 9**

Gráficas de contorno para los °Brix en función a la temperatura, tiempo y dilución



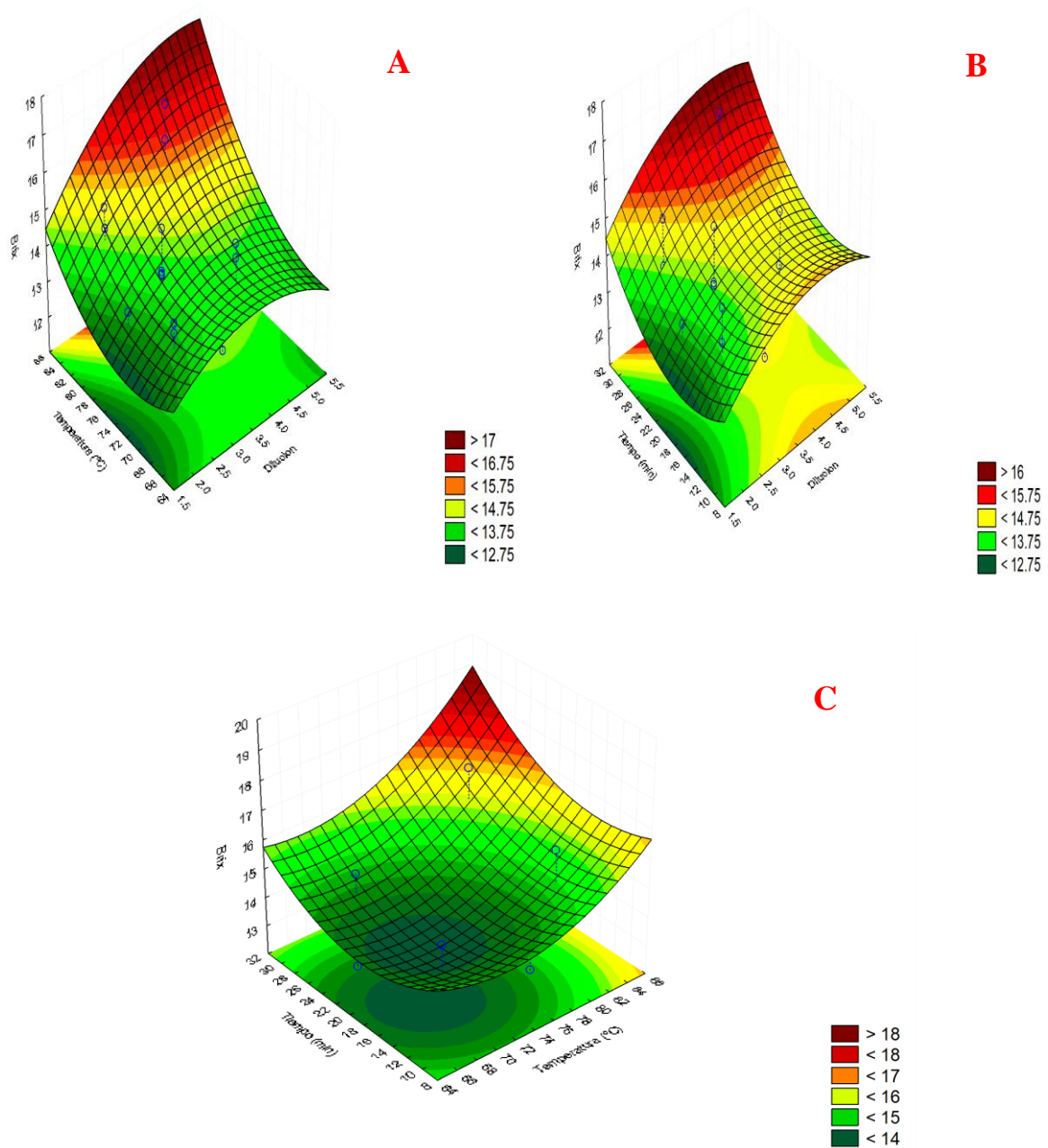
Nota. Gráfica A: temperatura vs dilución. B: Tiempo vs Dilución. C: Tiempo vs Temperatura.

La Figura 10 muestra las superficies de respuesta en una representación tridimensional, complementando con una mejor visualización del impacto de las variables de proceso en los °Brix del néctar. En el gráfico A, los valores más elevados de °Brix están presentes en

temperaturas elevadas y diluciones superiores, por otro lado, los valores más reducidos aparecen en temperaturas bajas y con diluciones inferiores. En la gráfica B se puede notar que los valores de °Brix suelen incrementarse conforme aumenta tanto el tiempo como la dilución. El gráfico C, por otro lado, muestra los valores más altos que se dan cuando la temperatura y el tiempo están en sus niveles máximos.

**Figura 10**

*Superficie de respuesta tridimensional para los °Brix en función a los factores estudiados*



## **B. pH del néctar**

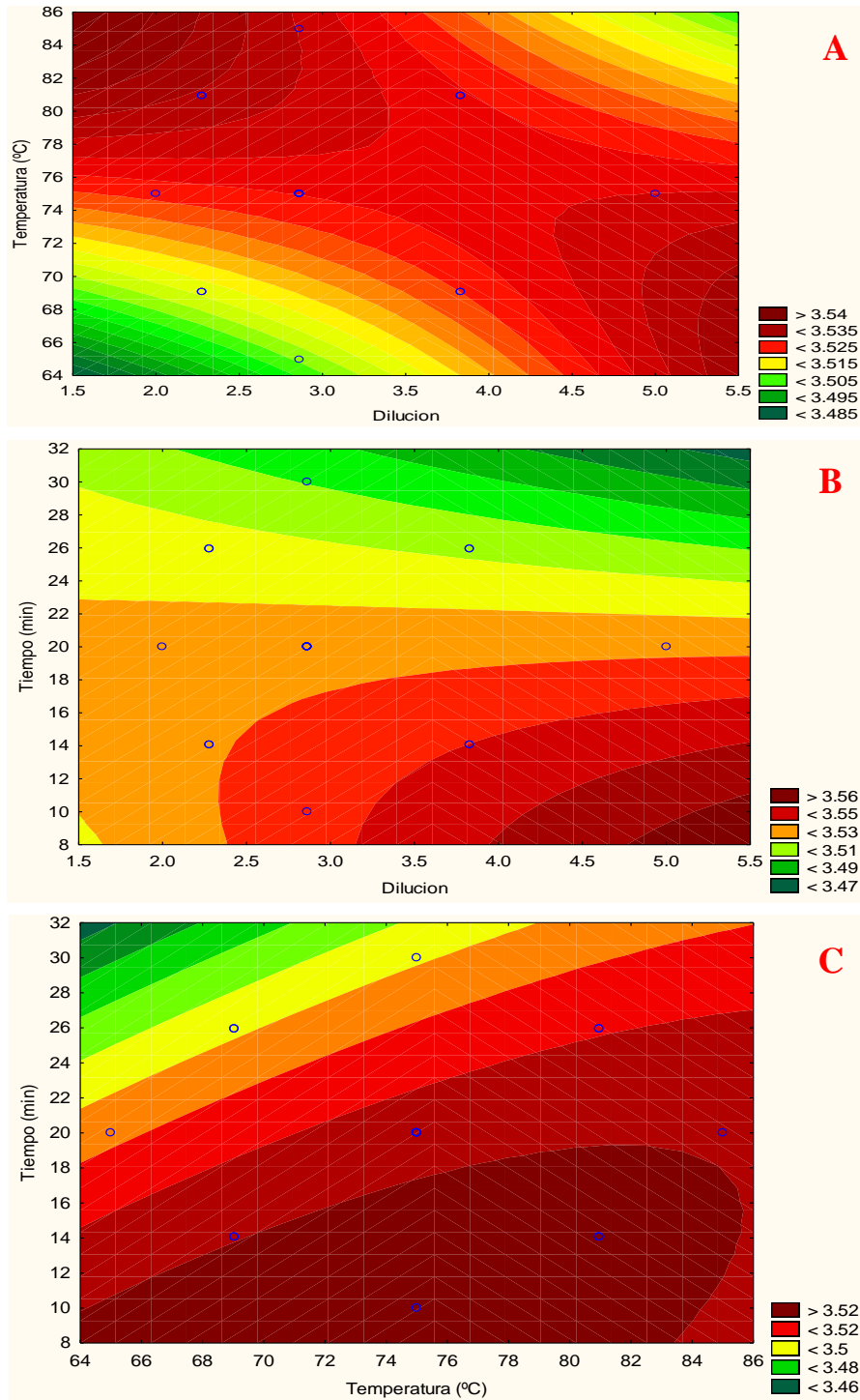
En relación al análisis de varianza para el pH, ya sea con falta de ajuste o sin falta de ajuste, se muestra que los factores de dilución, temperatura y tiempo no tienen un impacto significativo ( $p > 0,05$ ) en esta variable de respuesta (ver Anexo 9); este resultado abarca los efectos lineales principales, las interacciones y los términos cuadráticos; esto se complementa con los coeficientes de regresión adquiridos y confirma que la dilución, temperatura y tiempo muestran valores  $p > 0,05$  (ver Anexo 10), indicando que no afectan al pH del néctar de tomate de árbol.

- **Superficie de respuesta y contorno para el pH del néctar a base de tomate de árbol**

La Figura 11 ofrece tres gráficos de contorno, en los cuales se hace evidente la variación del pH en función de los factores estudiados. Del gráfico A pueden deducirse, por una parte, valores más altos de pH a alta temperatura (80 - 86 °C) y diluciones bajas (1,5 - 2,5). Por otra parte, también se observan valores altos de pH a baja temperatura (64 - 72 °C) y altas diluciones (5,0 - 5,5), lo que responde a una disminución de la acidez en dichas condiciones. En el gráfico B, el pH aumenta a menor tiempo (8 - 14 min) y a elevadísimas diluciones (4,0 - 5,5), pero baja a diluciones bajas mientras que se incrementa el tiempo; esto es, el pH baja. Por último, el gráfico C, hace constar que el pH baja a temperaturas altas y a largo tiempo, habiendo registrado los altos valores de pH a elevadas temperaturas (64 - 83 °C) y bajo un tiempo de entre 8 y 14 min.

**Figura 11**

Gráficas de contorno para el pH en función a la temperatura, tiempo y dilución



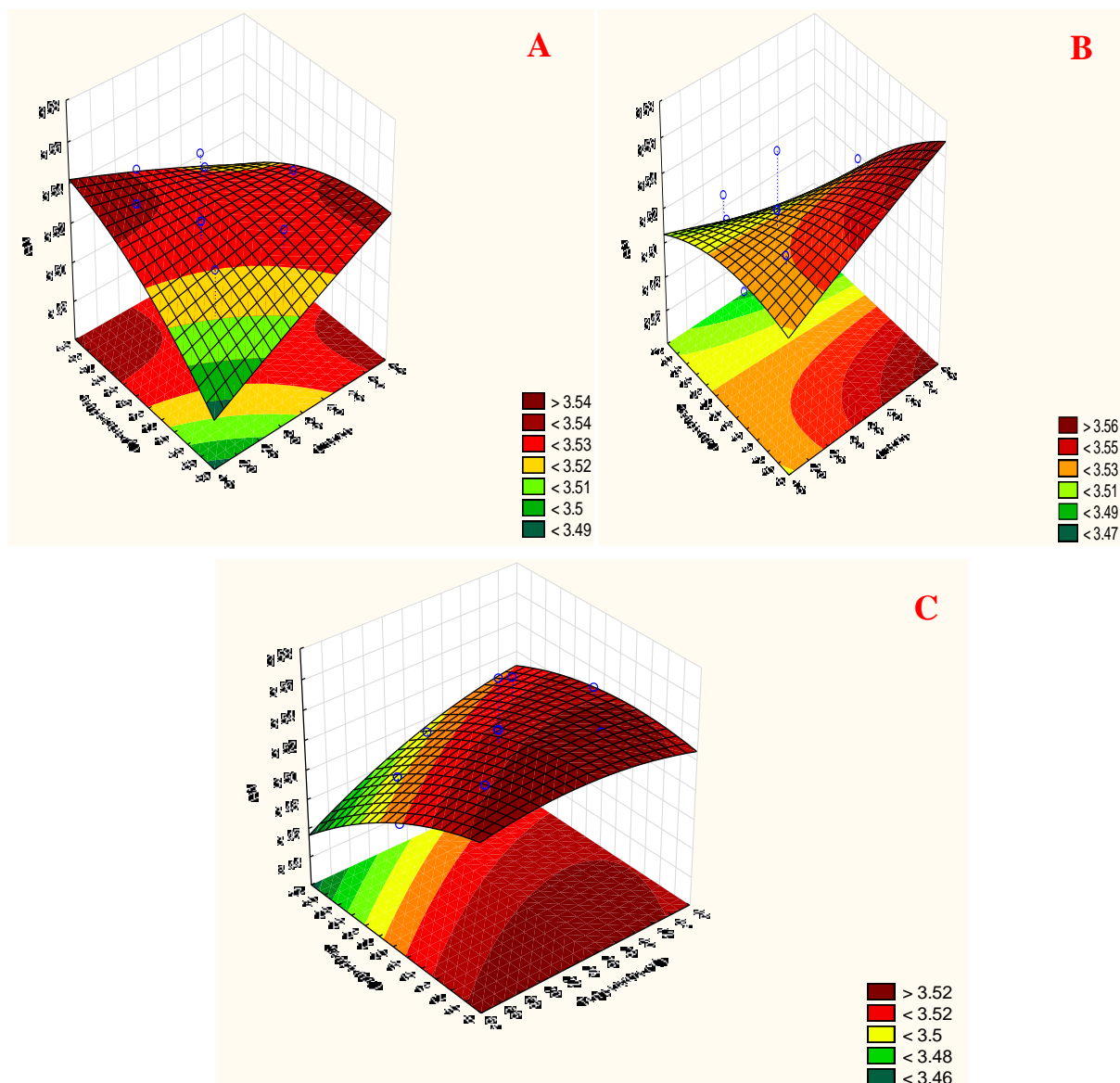
Nota. Gráfico A: temperatura vs dilución. B: Tiempo vs Dilución. C: Tiempo vs Temperatura.

La Figura 12 presenta tres gráficos de superficie tridimensionales relacionados con el pH. El gráfico A muestra una superficie que presenta una leve inclinación y curvatura, lo que

señala una interacción moderada entre los elementos involucrados. El gráfico B muestra una superficie con curvas paralelas, lo que indica un efecto lineal dominante en el pH, denotándose que su valor se eleva a medida que se incrementa la dilución y el tiempo. En el gráfico C, se observa una curvatura más evidente en la superficie, lo que señala la existencia de efectos cuadráticos, en los que, a menor tiempo y a temperaturas de 64 a 83 °C, el pH se incrementa.

**Figura 12**

*Superficie de respuesta tridimensional para el pH en función a los factores estudiados*



### C. Acidez titulable del néctar

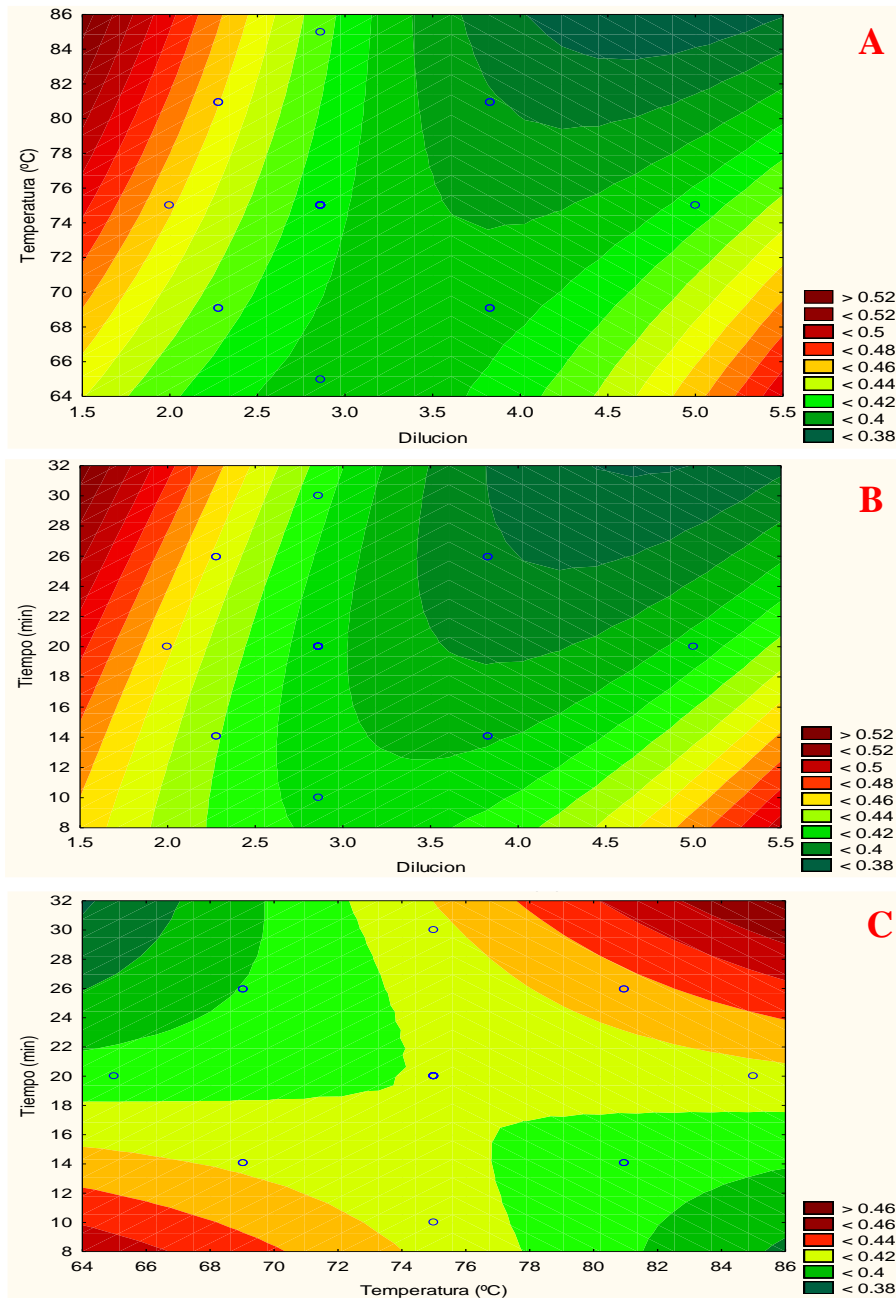
Respecto a la acidez titulable, el análisis de varianza para las dos situaciones (con y sin falta de ajuste) muestra que el factor dilución influye notablemente en la acidez titulable del néctar ( $p < 0,05$ ), tanto en el efecto principal lineal como en el término cuadrático (Anexo 11). Además, los coeficientes de regresión, facilitan una comprensión más precisa reafirmando que solo los coeficientes lineales de dilución, presentan valores  $p$  significativos (Anexo 12).

- **Superficie de respuesta y contorno para la acidez titulable del néctar a base de tomate de árbol**

Las gráficas de contorno para la acidez titulable en función del tiempo, la dilución y la temperatura se presentan en la Figura 13. Esta última comienza con el gráfico A, que muestra una correlación entre la temperatura y la dilución, en la que la acidez se va reduciendo a medida que aumentan ambos factores (estando los valores más elevados presentes para las temperaturas elevadas y las diluciones bajas - entre 1,5 y 2,0), pero presenta valores medios a partir de diluciones elevadas, como claramente se observa en el gráfico A. El gráfico B, que tiene en consideración como factores la dilución y el tiempo, muestra un comportamiento similar a la anterior, dado que la acidez se incrementa hacia los tiempos altos y las diluciones más bajas, disminuyendo moderadamente hacia las áreas de mayor dilución y mayor tiempo. El gráfico C, que tiene en cuenta la relación existente entre temperatura y tiempo, presenta una superficie más irregular, probablemente debido a interacciones, tanto combinadas como no lineales, en la acidez titulable de estos dos factores.

**Figura 13**

Gráficas de contorno para la acidez titulable en función en función a los factores estudiados



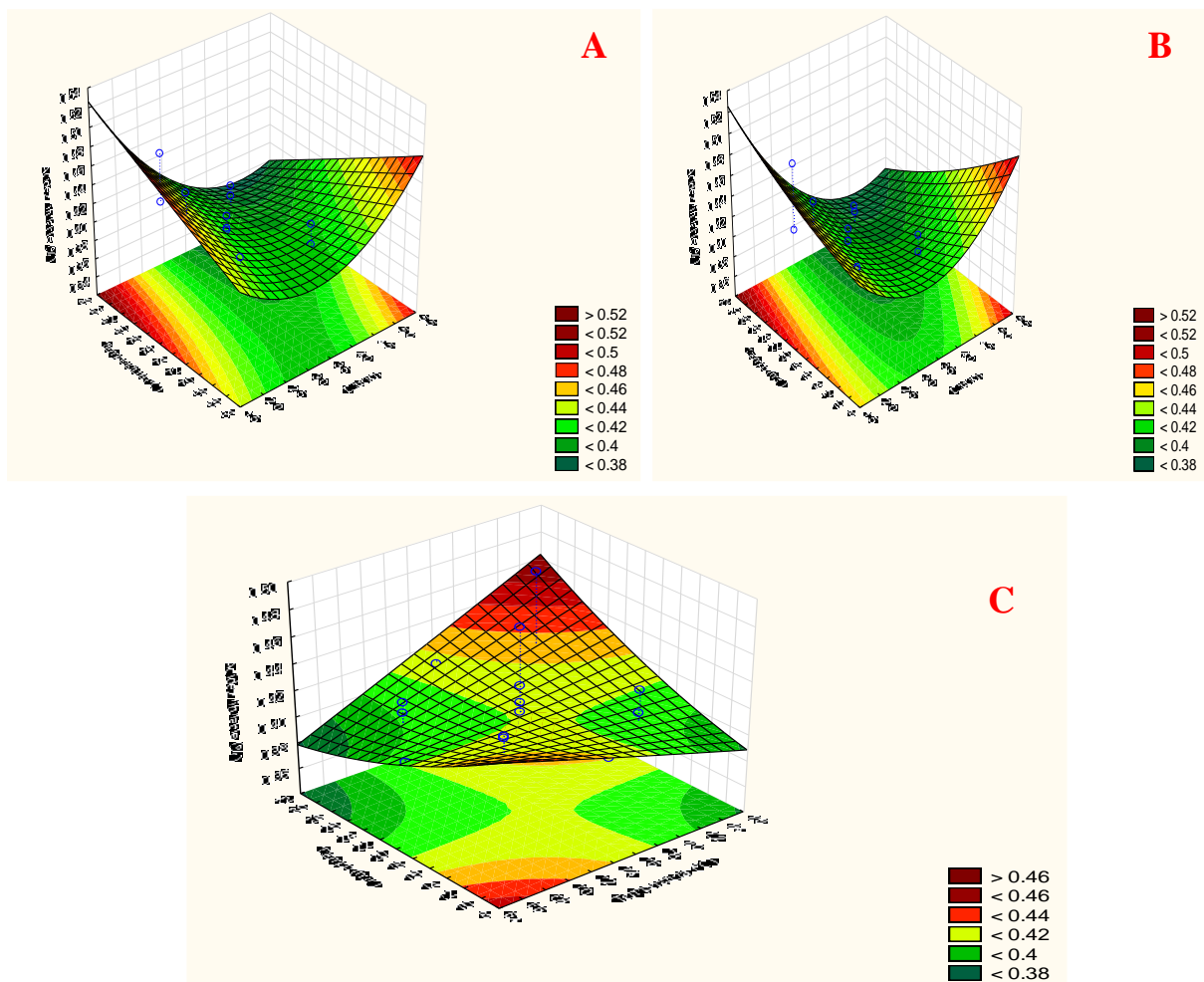
Nota. Gráfica A: temperatura vs dilución. B: Tiempo vs Dilución. C: Tiempo vs Temperatura.

La Figura 14 complementa lo anterior mediante una representación tridimensional de la superficie de respuesta para la acidez titulable. El gráfico A, que relaciona la temperatura con la dilución, presenta una superficie cóncava, lo que indica una interrelación entre los factores. En este contexto, la acidez disminuye a medida que aumentan ambos factores hasta

llegar a cierto nivel, y luego comienza a incrementar nuevamente, posteriormente empieza a manifestar la existencia de un efecto cuadrático. El gráfico B (tiempo vs diluciones: figura) muestra la misma apariencia al incluir una bajada de la zona central que indica que, con una combinación intermedia de tiempo y diluciones, la acidez titulable toma el valor más bajo. Finalmente, el gráfico C (temperatura vs tiempo), en comparación con los gráficos previos, presenta una superficie más uniforme y plana, con una curvatura disminuida, lo que sugiere una interacción más reducida y una posible reacción más lineal entre estos dos factores. Esto demuestra que las combinaciones intermedias de los factores estudiados influyen en la acidez.

**Figura 14**

*Superficie tridimensional para la acidez titulable en función a los factores estudiados*



#### 4.1.2. Evaluación del efecto de la proporción de dilución y pasteurización en el contenido de compuestos bioactivos del néctar elaborado a base de tomate de árbol

En la Tabla 11 se observa que los tratamientos con menor proporción de agua, con temperaturas entre 68 y 80 °C y tiempos moderados de pasteurización tienden a conservar mejor los compuestos bioactivos; en el que predominan los tratamientos T<sub>5</sub> y T<sub>10</sub> con mayor contenido de ácido ascórbico (13,91 y 14,24 mg/100 mL), antocianinas (5,43 y 6,97 mg/100 mL), polifenoles (93,00 y 110,50 mgGAE/100 mL) y carotenoides (8,31 y 8,95 mg/100 mL respectivamente). Sin embargo, los tratamientos con una alta cantidad de agua mostraron reducciones en la mayoría de los compuestos, especialmente en polifenoles y carotenoides.

**Tabla 11**

*Compuestos bioactivos del néctar elaborado a base de tomate de árbol*

Trat.	Pulpa	Agu	T°	Tiempo	Compuestos bioactivos			
					Ácido ascórbico	Antocianinas	Polifenoles	Carotenoides
					mg/100 ml	mg/L	mg/100 ml	mg/ml
				$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	
T <sub>1</sub>	1	3,83	69,05	14,05	11,88±0,000	3,76±0,354	60,83±0,707	5,74±0,068
T <sub>2</sub>	1	3,83	69,05	25,95	11,63±0,350	3,46±0,065	58,67±0,943	5,51±0,068
T <sub>3</sub>	1	3,83	80,95	14,05	11,39±0,000	3,30±0,768	56,33±0,943	4,85±0,068
T <sub>4</sub>	1	3,83	80,95	25,95	11,09±0,280	3,21±1,004	54,50±0,707	4,53±0,027
T <sub>5</sub>	1	2,28	69,05	14,05	13,91±0,070	5,43±0,118	93,00±0,471	8,31±0,027
T <sub>6</sub>	1	2,28	69,05	25,95	13,86±0,000	5,34±0,000	87,33±0,471	8,15±0,068
T <sub>7</sub>	1	2,28	80,95	14,05	13,81±0,210	5,22±0,059	83,83±0,707	7,60±0,055
T <sub>8</sub>	1	2,28	80,95	25,95	13,09±0,105	5,09±0,354	77,83±0,707	7,48±0,027
T <sub>9</sub>	1	5,00	75,00	20,00	10,25±0,910	2,34±0,945	46,83±0,236	4,11±0,082
T <sub>10</sub>	1	2,00	75,00	20,00	14,26±1,680	6,97±0,177	110,50±0,70	8,95±0,027
T <sub>11</sub>	1	2,86	65,00	20,00	12,62±0,350	4,55±0,886	71,33±0,471	7,54±0,027
T <sub>12</sub>	1	2,86	75,00	10,00	12,87±0,700	4,84±0,354	72,83±0,236	7,61±0,014
T <sub>13</sub>	1	2,86	75,00	20,00	12,28±0,840	4,68±0,118	70,83±0,000	7,38±0,000
T <sub>14</sub>	1	2,86	75,00	20,00	12,23±1,190	4,68±0,118	71,50±0,000	7,46±0,000
T <sub>15</sub>	1	2,86	75,00	20,00	12,13±1,470	4,59±0,118	71,67±0,000	7,42±0,000
T <sub>16</sub>	1	2,86	75,00	20,00	12,28±0,560	4,63±0,177	71,50±0,000	7,46±0,000
T <sub>17</sub>	1	2,86	75,00	20,00	12,18±2,240	4,76±0,000	71,00±0,000	7,43±0,000
T <sub>18</sub>	1	2,86	75,00	20,00	12,23±0,630	4,72±0,059	71,50±0,000	7,46±0,000
T <sub>19</sub>	1	2,86	75,00	30,00	11,93±0,630	7,76±0,354	66,00±0,471	7,02±0,027
T <sub>20</sub>	1	2,86	85,00	20,00	11,63±0,350	3,34±1,063	64,00±0,471	6,21±0,082

*Nota.*  $\bar{x}$ : es el promedio de 2 repeticiones.  $\sigma$ : es la desviación estándar.

### **A. Ácido ascórbico del néctar**

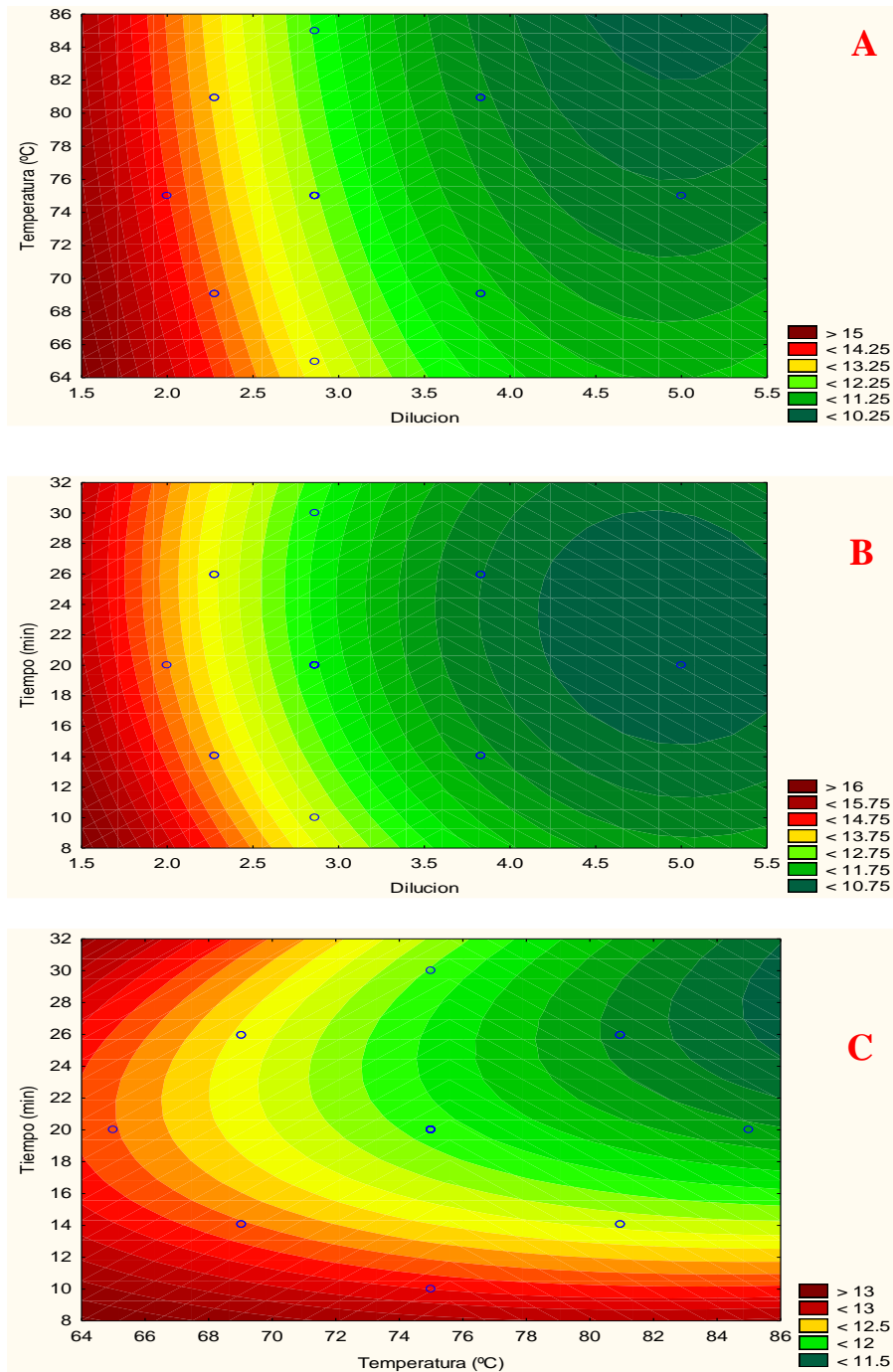
El análisis de varianza (ANOVA) que se realizó sobre el contenido de ácido ascórbico muestra que la dilución fue la variable más relevante ( $p < 0,05$ ), luego le siguen la temperatura y el tiempo, lo que implica que estas tres variables tienen un efecto, así que en conclusión estas tres variables influyen de manera notable en el contenido de ácido ascórbico. Asimismo, las interacciones entre temperatura y tiempo resultan también significativas, indicando que la dilución, la temperatura y el tiempo presentan interacciones (ver Anexo 13). Los coeficientes de regresión, corroboran que la dilución es el determinante más importante, presentando un coeficiente negativo considerable para el término lineal (-3,8858) y cuadrático (0,40148), indicando que la dilución aumenta el contenido de ácido ascórbico. En cambio, los efectos principales de la temperatura y el tiempo, con las interacciones de los niveles de las diferentes variables, resultan no significativos ( $p > 0,05$ ) (Anexo 14).

- **Superficie de respuesta y contorno para el ácido ascórbico del néctar a base de tomate de árbol**

La Figura 15 muestra las curvas de contorno del ácido ascórbico de acuerdo con la temperatura, el tiempo y la dilución, dejando en claro que la dilución es el principal elemento que afecta su concentración, ya que una reducción suave del ácido ascórbico se corresponde con un aumento en la dilución, de donde se concluye que los valores de ácido ascórbico llegan a los niveles máximos en el rango de dilución más bajo posible. En el gráfico A, se aprecia que a pesar de que la temperatura ejerce un impacto menor, suele disminuir el contenido de ácido ascórbico a temperaturas superiores. El gráfico B respalda esta tendencia a lo largo del tiempo, evidenciando una reducción leve pero constante del ácido ascórbico durante largos periodos de pasteurización. Por último, en el gráfico C, los factores de temperatura y tiempo combinados presentan una reducción del ácido ascórbico a valores superiores.

**Figura 15**

Gráficas de contorno para el ácido ascórbico en función a los factores estudiados



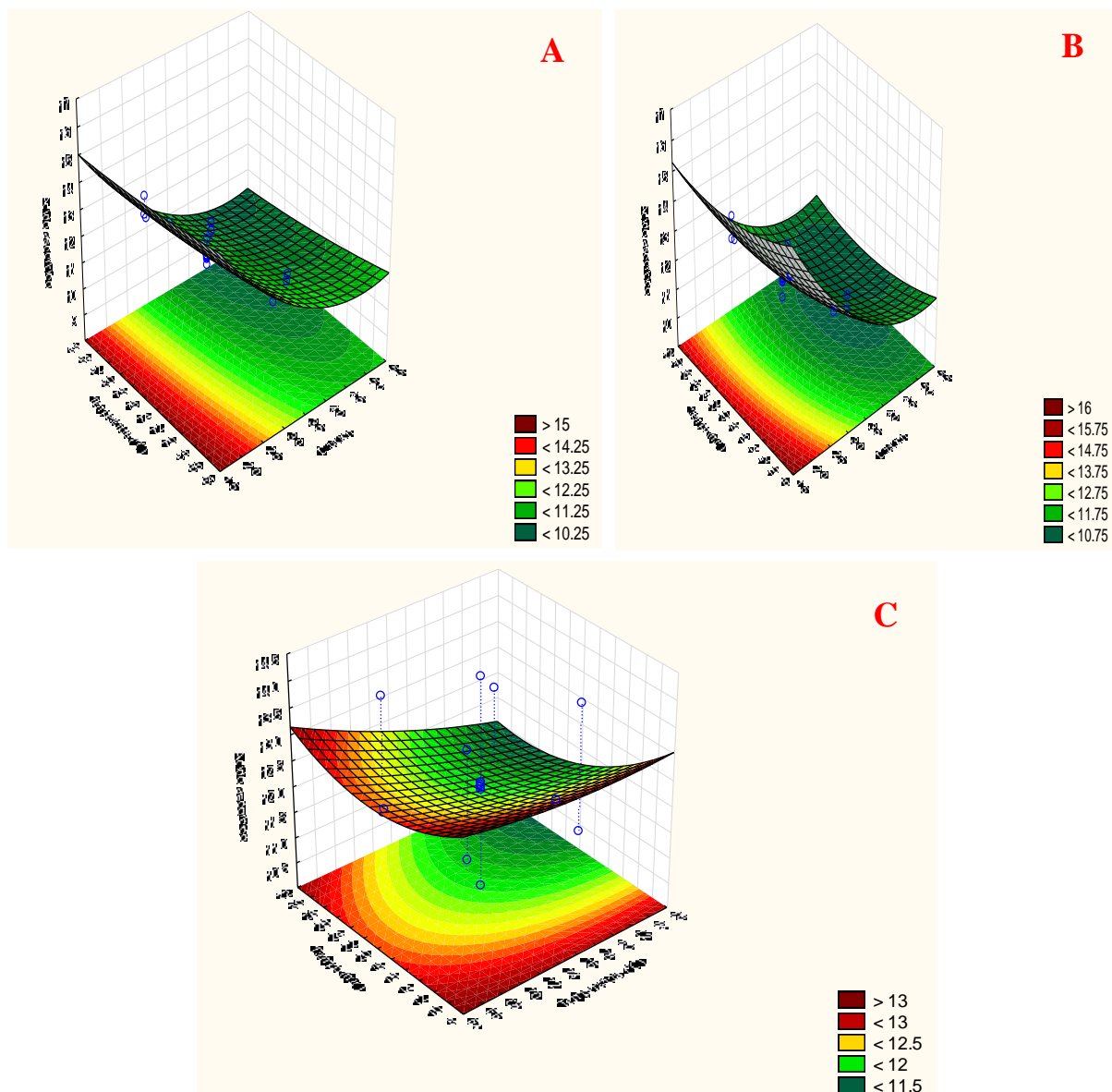
*Nota.* Gráfica A: temperatura vs dilución. B: Tiempo vs Dilución. C: Tiempo vs Temperatura.

Las ilustraciones tridimensionales de la superficie de respuesta para el contenido de ácido ascórbico que se presentan en la Figura 16, coinciden en determinar que la dilución es el aspecto que más influye en su disminución de acuerdo a la configuración de la línea que aparece

en los gráficos A y B, que presentan un declive en el sentido que se multiplican los niveles de dilución, lo que expresa una fuerte pérdida del compuesto; el gráfico C que informa de la relación de forma gráfica entre temperatura versus tiempo muestra un efecto leve en el que las temperaturas y tiempos mayores producen una disminución leve del ácido ascórbico.

**Figura 16**

*Superficie de respuesta tridimensional para el ácido ascórbico en función a los factores estudiados*



## **B. Contenido de Antocianinas del néctar**

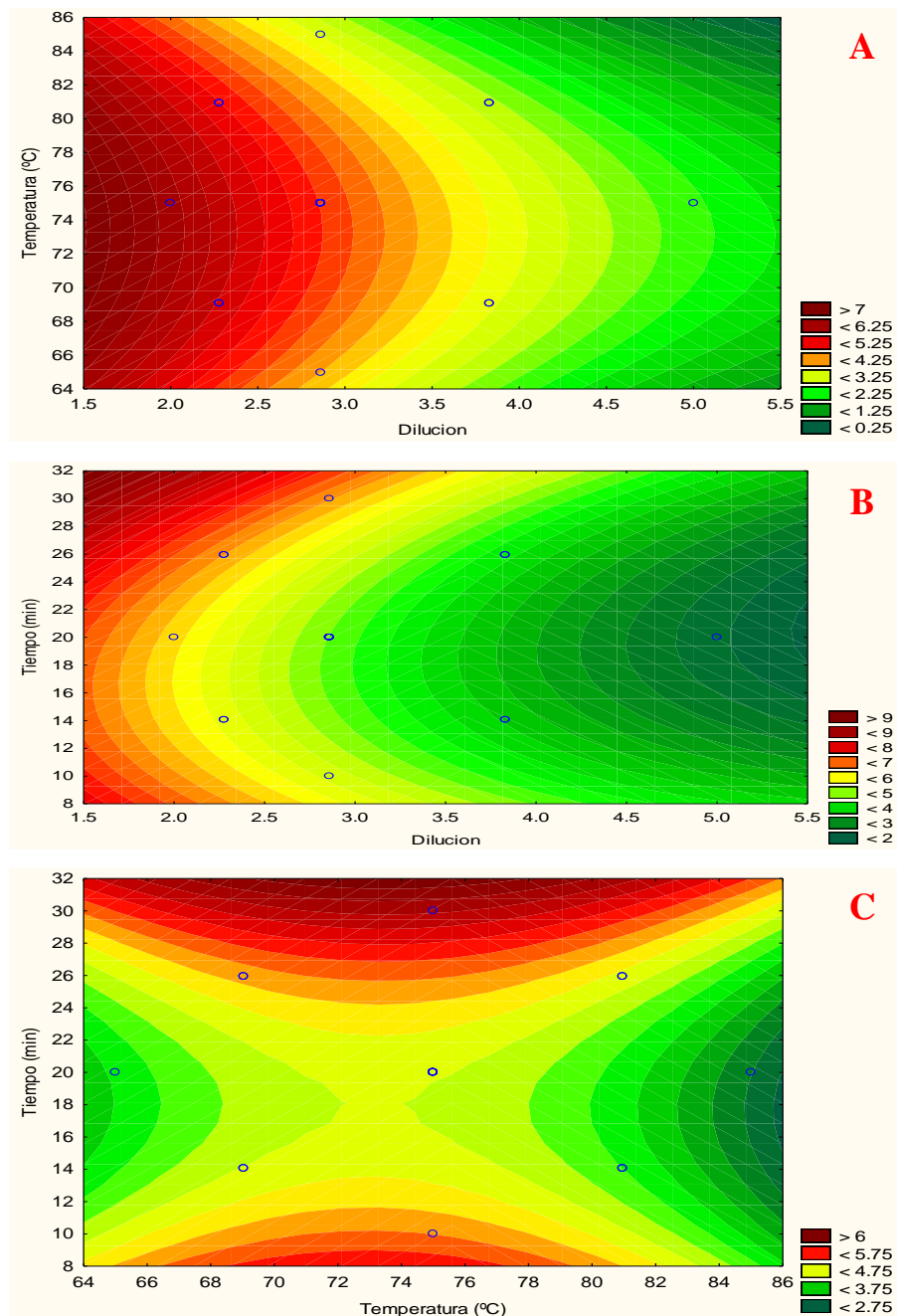
El ANOVA para el contenido de antocianinas muestra diferencias significativas en el modelo sin falta de ajuste para la dilución y el tiempo lineal ( $p < 0,05$ ), lo que indica que estos factores influyen directamente en el contenido de antocianinas. Al incorporar la falta de ajuste, se evidenció significancia estadística lineal y cuadrática para la dilución, temperatura, tiempo e interacción (dilución vs tiempo) (ver Anexo 15). Por otro lado, los coeficientes de regresión sin falta de ajuste muestran que solo el factor tiempo (Q) presenta significancia estadística ( $p = 0,040$ ); sin embargo, al incluir la falta de ajuste, el modelo mejoró sustancialmente obteniendo un p valor = 0,0001 para todos los factores estudiados (L) y (Q), mostrando coeficientes negativos para la dilución y el tiempo que indican reducción en la concentración de antocianinas, mientras que la temperatura muestra un efecto positivo (ver Anexo 16).

- **Superficie de respuesta y contorno para las antocianinas en función a los factores estudiados**

La gráfica de contorno para este parámetro, el contenido de antocianinas, aparece en la Figura 17. Así, en el gráfico A se refleja un aumento del contenido de estas sustancias a temperaturas intermedias (entre 66 y 82 °C) y en relación con diluciones muy bajas (1,0 a 2,0). Ello sugiere que, como resultado de estas condiciones de calentamiento, se da lugar a una óptima conservación de este parámetro. El gráfico B indica que en diluciones bajas y tiempos prolongados se presenta el contenido más alto de antocianinas, mientras que en altas diluciones y tiempos cortos se presenta una pérdida más significativa. Por último, el gráfico C señala que las combinaciones de tiempo prolongado con temperaturas de 68 a 76 °C tienen los niveles más altos de antocianinas, mientras que, en el caso de los tiempos intermedios y, en especial, a elevadas temperaturas, experimentan un descenso marcado. Lo que demuestra una conducta no lineal, donde ni las combinaciones de tiempos intermedios ni las de alta temperatura favorecen la estabilización de las antocianinas.

**Figura 17**

Gráficas de contorno para las antocianinas en función a los factores estudiados



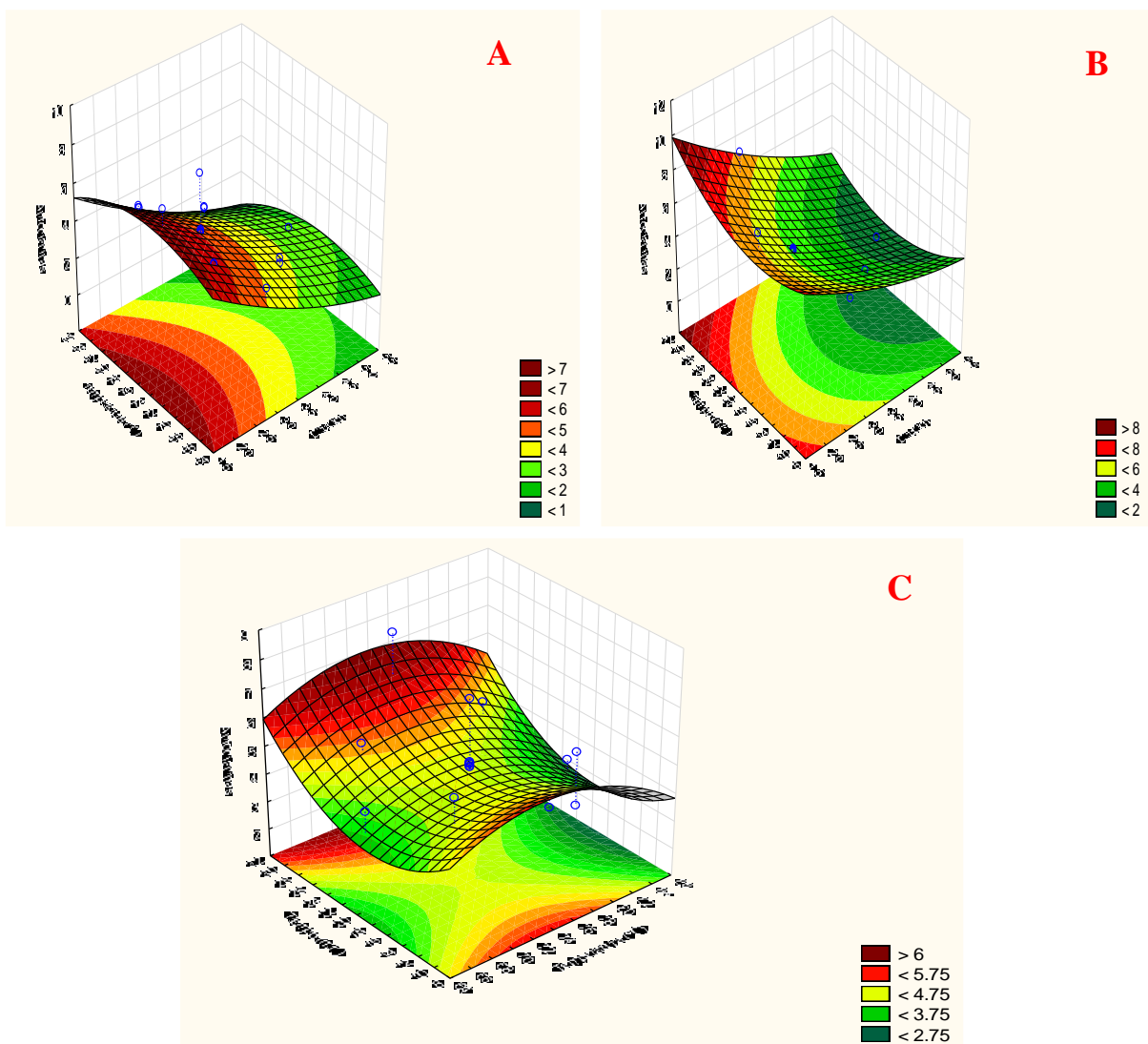
Nota. Gráfico A: temperatura vs dilución. B: Tiempo vs Dilución. C: Tiempo vs Temperatura.

La Figura 18 ilustra superficies de respuesta que describen el impacto de la dilución, el tiempo y la temperatura en la presencia de antocianinas. La gráfica A muestra cómo la temperatura y la dilución afectan a la concentración de antocianinas. Se observa que, a medida que se incrementa la dilución, disminuye la concentración de antocianinas y la concentración

de antocianinas es mayor para temperaturas que oscilan entre los 68 y 83 °C y en diluciones que van de 1,0 hasta 2,0. En el gráfico B conforme se prolonga el tiempo y la dilución se reduce, el contenido de antocianinas también se eleva. Finalmente, en el gráfico C (temperatura vs tiempo) se denota un efecto significativo en la estabilidad de las antocianinas, donde a mayor tiempo y temperatura intermedia existe mayor concentración de antocianinas.

**Figura 18**

*Superficie de respuesta tridimensional para las antocianinas en función a los factores estudiados*



### C. Contenido de fenoles totales del néctar

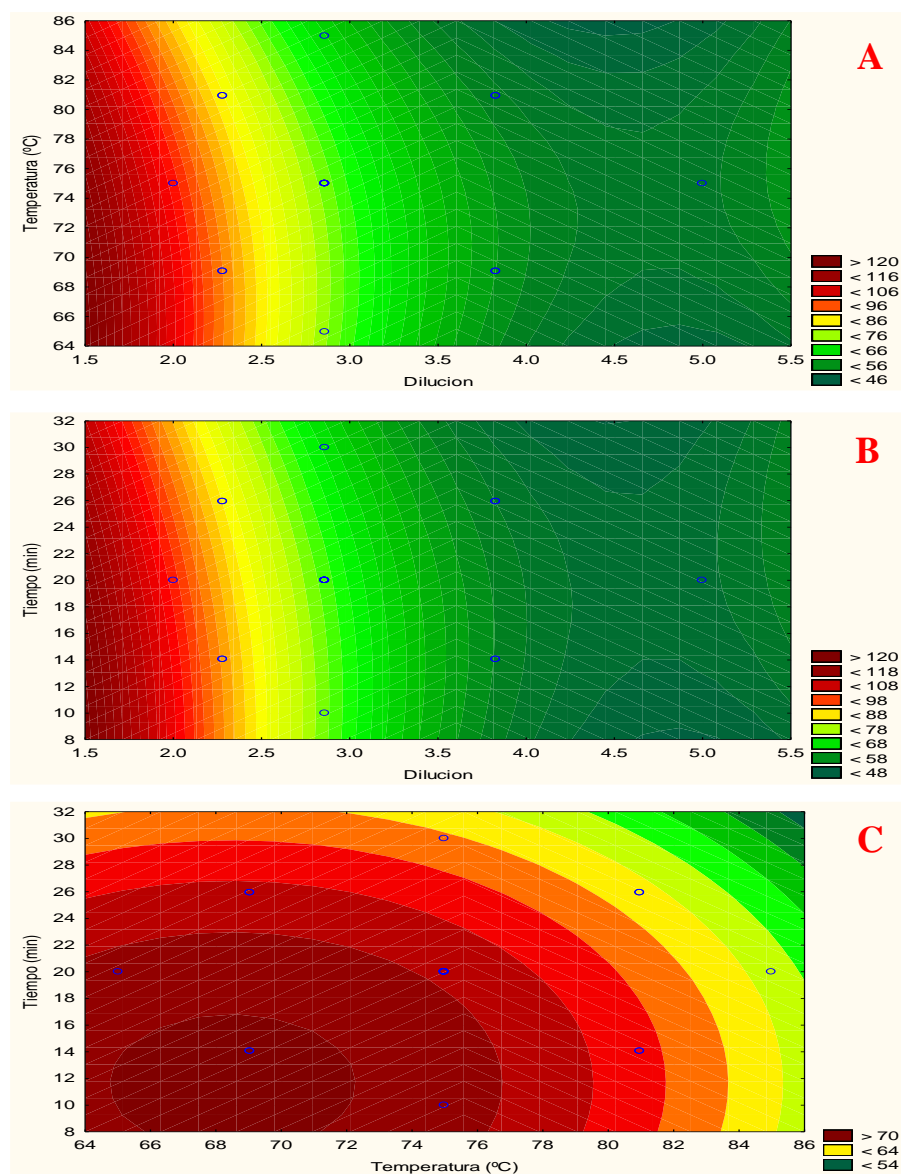
Respecto a los fenoles totales, el estudio de varianza sin falta ajuste indica que únicamente la dilución (L) y (Q) tienen significación estadística ( $p < 0,05$ ), mientras que la temperatura y el tiempo no muestran efectos significativos ( $p > 0,05$ ). No obstante, al incluir la ausencia de ajuste, se corrobora un modelo más sólido, en el que todos los factores clave (dilución, temperatura y tiempo) muestran una alta significancia ( $p < 0,05$ ) (ver Anexo 17). Además, los coeficientes de regresión corroboran la relevancia previamente indicada para el modelo sin necesidad de modificaciones. No obstante, sin ajustes, se logra un modelo con mayor exactitud (coef. = -84,7877) que corrobora que la dilución tiene un impacto negativo, mientras que su impacto cuadrático es positivo (coef. = 6,7304). Además, tanto la temperatura como el tiempo también tienen efectos negativos de gran importancia ( $p < 0,05$ ) (ver Anexo 18), lo que indica que un incremento en estos factores disminuye la presencia de fenoles.

- **Superficie de contorno y respuesta para los fenoles totales en función a los factores estudiados**

En el gráfico A se muestra claramente que conforme hay un aumento de la concentración de la dilución, la concentración de fenoles totales va disminuyendo. Por otro lado, los valores más altos de este componente bioactivo están presentes a menor dilución (1,5 a 2,0) y en las temperaturas de 64 a 86 °C. En el gráfico B se puede ver una tendencia similar, ya que a las diluciones más bajas (1,5 a 2,0) y a los tiempos comprendidos entre 8 y 32 min se tiende a visualizar la mayor concentración de fenoles y disminuir dicha concentración cuando se aumenta la dilución. Por último, el gráfico C indica que para temperaturas menores (64 a 78 °C) y para tiempos intermedios (8 a 26 min) se puede favorecer una mayor retención de fenoles totales, disminuyendo la concentración conforme aumenta la temperatura y el tiempo, tal y como se muestra en la Figura 19.

**Figura 19**

*Graficas de contornos para fenoles totales en función a los factores estudiados*



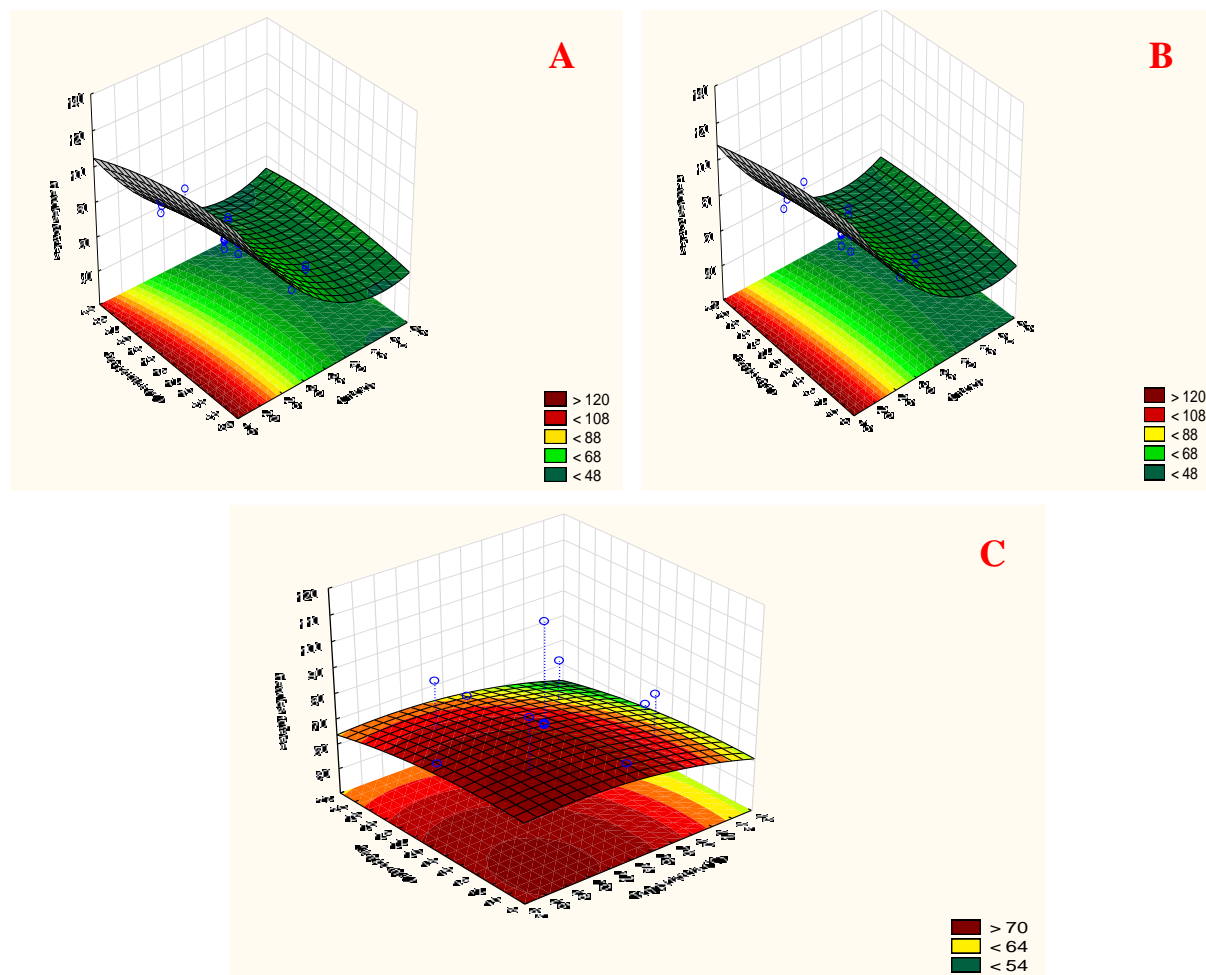
*Nota.* Gráfico A: temperatura vs dilución. B: Tiempo vs Dilución. C: Tiempo vs Temperatura.

Igualmente, la Figura 20 presenta en tres dimensiones las superficies de respuesta que demuestran y confirman el impacto de la mezcla de los factores analizados en el contenido total de fenoles. En el gráfico A, se observa una concentración elevada de fenoles bajo condiciones de dilución baja (1,5 a 2,0) y a temperaturas que oscilan entre 64 a 86 °C, mientras que un incremento en la dilución disminuye considerablemente su contenido. El gráfico B muestra una tendencia parecida, donde los niveles elevados de fenoles están vinculados con una dilución reducida y periodos de 8 a 32 minutos. La gráfica C muestra que temperaturas inferiores y

periodos de tiempo cortos promueven la preservación de fenoles totales, mientras que el incremento de la temperatura y el tiempo conduce a una reducción gradual.

**Figura 20**

*Superficie de respuesta tridimensional para fenoles totales en función a los factores estudiados*



#### **D. Carotenoides del néctar**

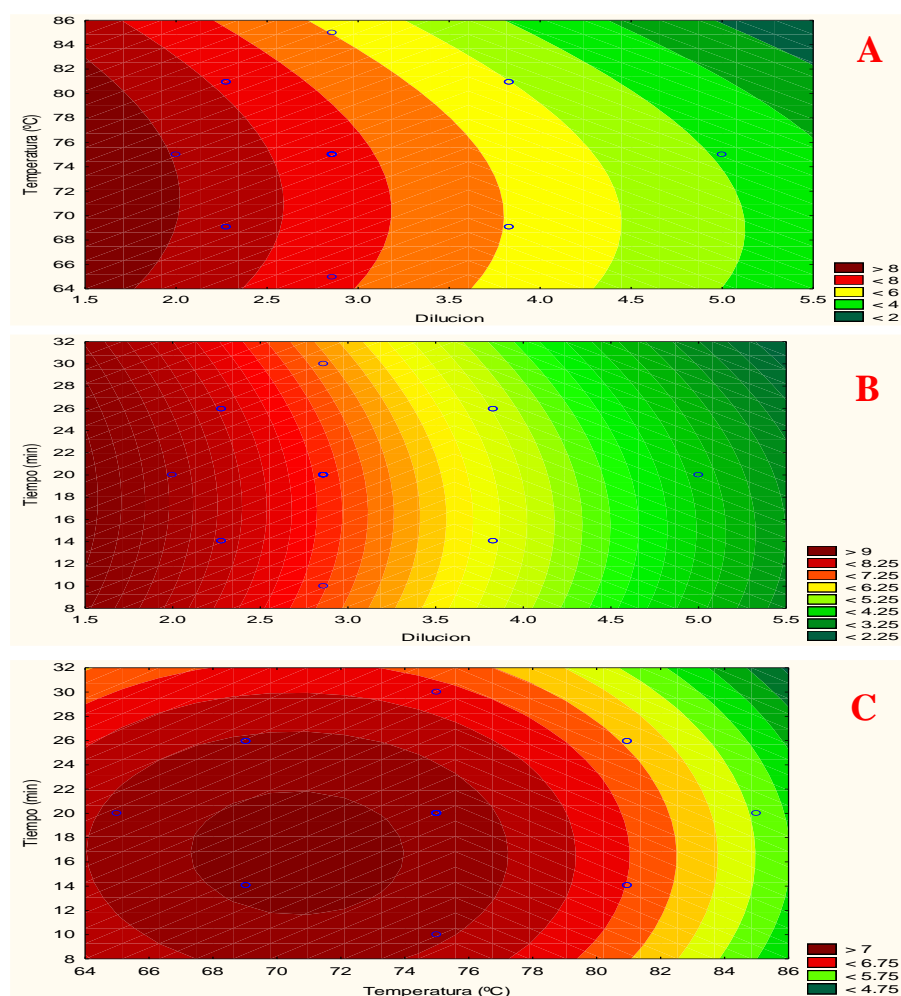
El estudio de varianza para los carotenoides arrojó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para los factores de dilución y temperatura en el análisis sin ajuste, y también para el factor tiempo al aplicar la falta ajusta (ver Anexo 19). El estudio de regresión para los coeficientes corrobora esta relevancia, evidenciando un impacto negativo en la dilución (coef. = -0,9580) y la temperatura (coef. = -0,0077). No obstante, el tiempo ejerce un efecto positivo, indicando su efecto directo en el contenido de carotenoides (Anexo 20).

- **Superficie de contorno y respuesta para los carotenoides en función a los factores estudiados**

La Figura 21 muestra las gráficas de superficies de contorno, donde se puede visualizar que a menor dilución (1,5 a 2,7) y a temperaturas entre 64 y 83 °C, se presenta mayor contenido de carotenoides, mientras que, al incrementarse la dilución, los valores disminuyen notablemente (gráfico A). El gráfico B exhibe una tendencia similar, pues para los tiempos que van desde 8 a 32 min y las bajas diluciones que se encuentran entre 1,5 y 2,0, tienen sus puntos altos de carotenoides. Por último, en el gráfico C la temperatura intermedia, de 67 – 74 °C, y los tiempos, de 12 a 20 min, tienen mayor contenido de carotenoides, pero con el incremento de ambos factores, se disminuye.

### Figura 21

*Superficie de contorno para carotenoides en función a los factores estudiados*

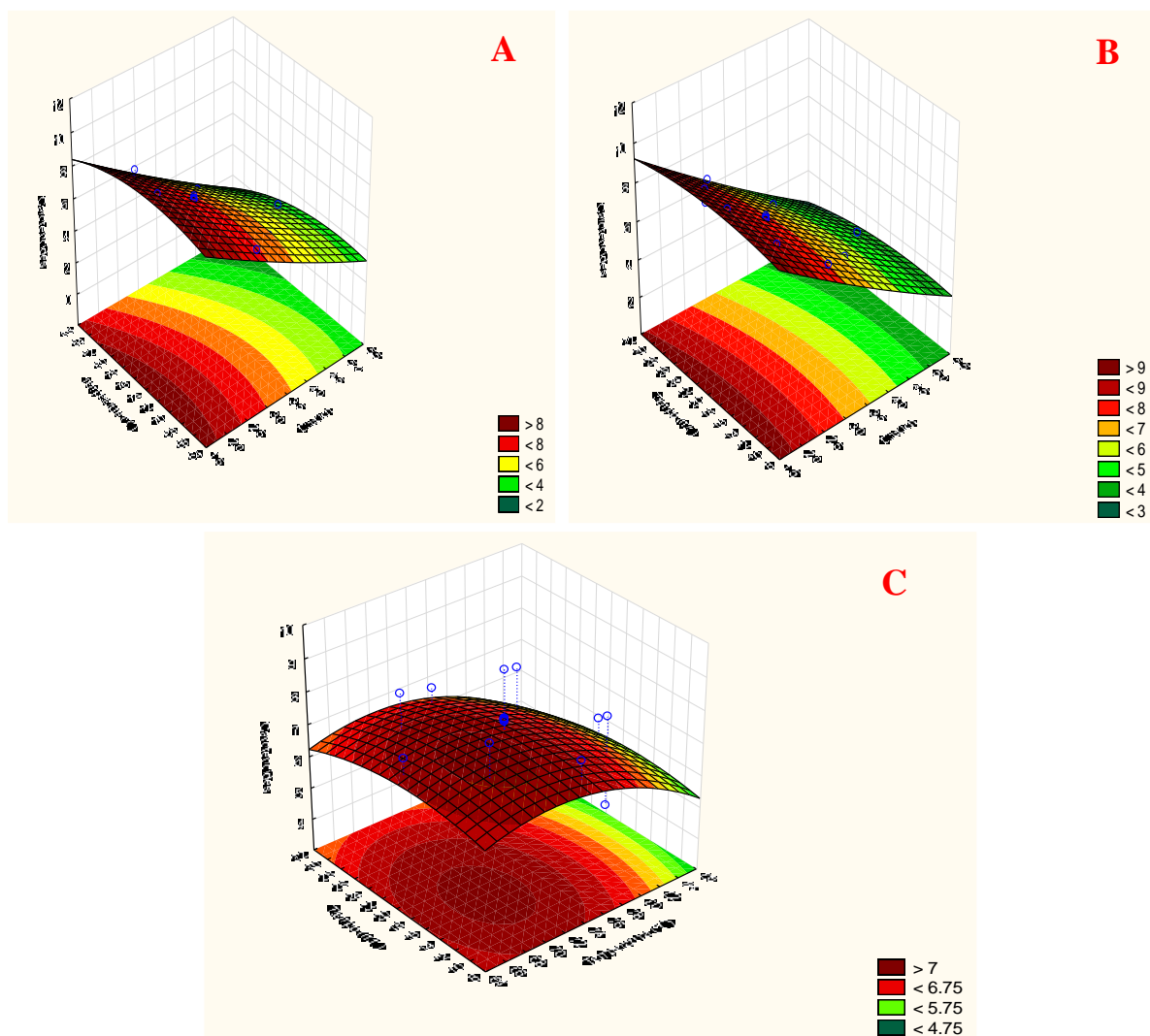


*Nota.* Gráfica A: temperatura vs dilución. B: Tiempo vs Dilución. C: Tiempo vs Temperatura.

La Figura 22 expone las superficies de respuesta tridimensional del contenido de carotenoides frente a los factores que se han considerado. En el gráfico A se puede ver claramente que el contenido de carotenoides es mayor cuando la dilución es baja y a temperaturas superiores a 64 °C; dicha tendencia se repite en el gráfico B, porque el contenido de carotenoides disminuye cuando se incrementa el factor dilución. En el gráfico C sí que se puede ver un efecto cuadrático, este indica que la mayor concentración de carotenoides se presenta ante condiciones de temperatura y tiempo intermedios, así como también que el contenido de carotenoides se reduce cuando ambos factores se incrementan simultáneamente.

**Figura 22**

*Superficie de respuesta tridimensional para carotenoides en función a los factores estudiados*



#### 4.1.3. Evaluación del efecto de la proporción de dilución y pasteurización en la aceptabilidad general del néctar elaborado a base de tomate de árbol

La Tabla 12 muestra los hallazgos de la evaluación sensorial en todos los tratamientos elaborados con diferentes diluciones, tiempos y temperaturas de pasteurización, donde la aceptabilidad general, evidencia que los tratamientos con menor dilución presentan mayores puntajes, predominando los tratamientos T<sub>13</sub> y T<sub>15</sub> con puntuaciones de 7,76 y 7,72 respectivamente. Dicho nivel de dilución, junto a temperaturas y tiempos moderados favorecen la percepción sensorial del producto, en términos de sabor, olor, color, apariencia y de forma general su aceptabilidad.

**Tabla 12**

*Aceptabilidad general del néctar elaborado a base de tomate de árbol*

Trat.	Pulpa	A (Agua)	B (T°)	C (Tiempo)	Evaluación sensorial				
					Color	Olor	Sabor	Apariencia	Aceptabilidad general
					$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
T <sub>1</sub>	1	3,83	69,05	14,05	6,78±0,741	6,80±0,765	6,71±0,711	6,80±0,731	6,77±0,717
T <sub>2</sub>	1	3,83	69,05	25,95	6,80±0,660	6,80±0,678	6,78±0,651	6,83±0,667	6,80±0,650
T <sub>3</sub>	1	3,83	80,95	14,05	6,89±0,837	6,91±0,840	6,90±0,846	6,93±0,833	6,91±0,819
T <sub>4</sub>	1	3,83	80,95	25,95	6,80±0,781	6,74±0,54	6,74±0,754	6,84±0,782	6,78±0,578
T <sub>5</sub>	1	2,28	69,05	14,05	6,81±0,808	6,86±0,818	6,93±0,833	6,78±0,790	6,84±0,775
T <sub>6</sub>	1	2,28	69,05	25,95	6,86±0,833	6,93±0,848	6,94±0,827	6,96±0,828	6,92±0,790
T <sub>7</sub>	1	2,28	80,95	14,05	6,80±0,714	6,80±0,714	6,75±0,680	6,78±0,689	6,78±0,664
T <sub>8</sub>	1	2,28	80,95	25,95	7,01±0,901	7,01±0,887	6,96±0,843	7,04±0,858	7,01±0,816
T <sub>9</sub>	1	5,00	75,00	20,00	5,86±0,647	5,81±0,572	5,83±0,648	5,91±0,394	5,85±0,374
T <sub>10</sub>	1	2,00	75,00	20,00	5,53±0,651	5,41±0,684	5,44±0,686	5,33±0,755	5,43±0,558
T <sub>11</sub>	1	2,86	65,00	20,00	6,83±0,848	6,81±0,823	6,78±0,851	6,79±0,832	6,80±0,812
T <sub>12</sub>	1	2,86	75,00	10,00	7,10±0,846	7,09±0,854	7,10±0,860	7,09±0,854	7,09±0,831
T <sub>13</sub>	1	2,86	75,00	20,00	7,75±0,680	7,74±0,666	7,78±0,689	7,76±0,694	7,76±0,615
T <sub>14</sub>	1	2,86	75,00	20,00	7,73±0,724	7,71±0,728	7,70±0,696	7,69±0,682	7,71±0,610
T <sub>15</sub>	1	2,86	75,00	20,00	7,71±0,711	7,70±0,696	7,74±0,720	7,73±0,758	7,72±0,655
T <sub>16</sub>	1	2,86	75,00	20,00	7,68±0,685	7,73±0,689	7,71±0,674	7,70±0,696	7,70±0,618
T <sub>17</sub>	1	2,86	75,00	20,00	7,73±0,724	7,71±0,693	7,73±0,724	7,69±0,700	7,71±0,651
T <sub>18</sub>	1	2,86	75,00	20,00	7,69±0,752	7,73±0,724	7,71±0,761	7,70±0,765	7,71±0,672
T <sub>19</sub>	1	2,86	75,00	30,00	6,86±0,877	6,88±0,871	6,91±0,854	6,80±0,886	6,86±0,856
T <sub>20</sub>	1	2,86	85,00	20,00	6,60±0,768	6,56±0,722	6,63±0,764	6,61±0,766	6,60±0,740

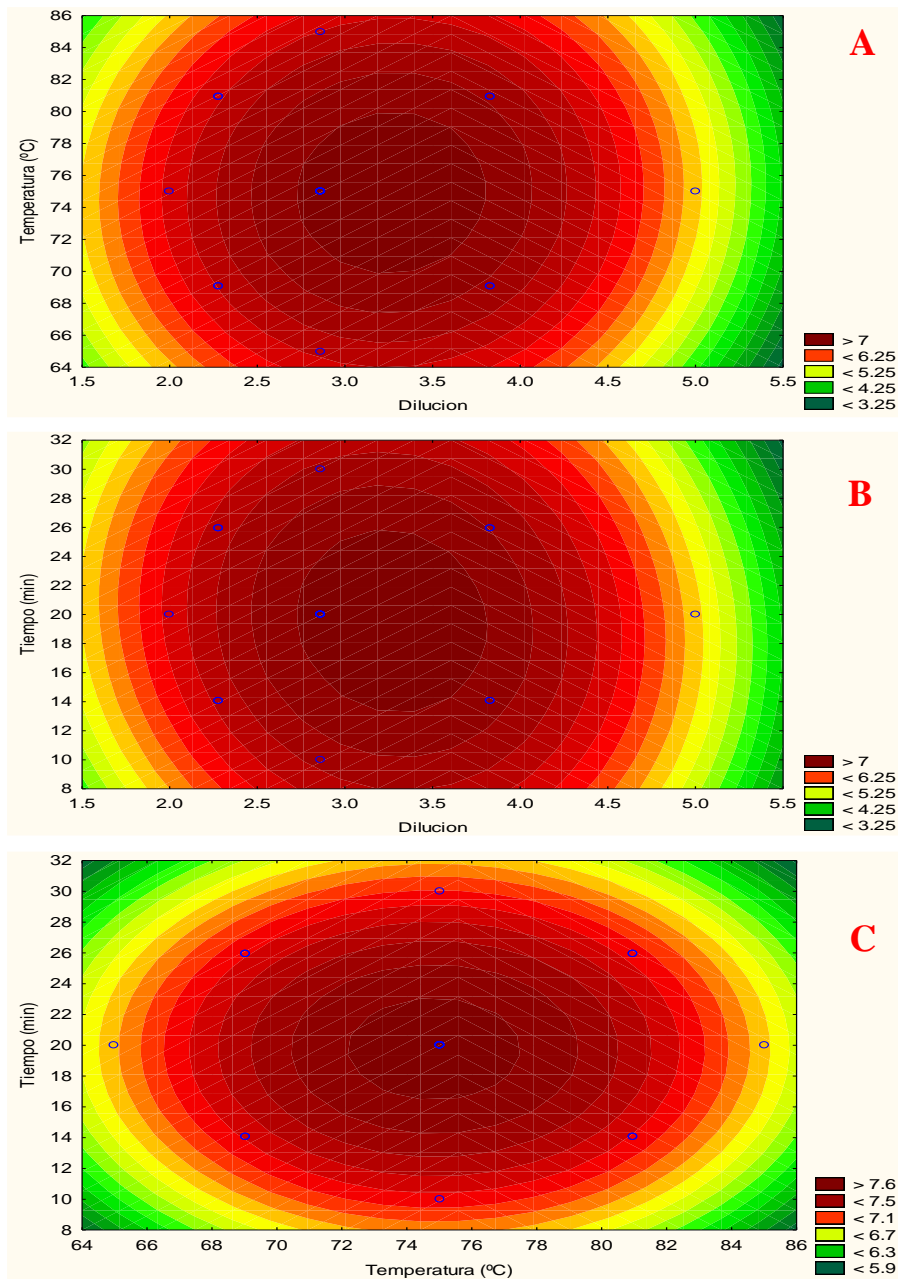
Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) revelaron que la dilución y la temperatura tienen un impacto significativo desde el punto de vista estadístico ( $p < 0,05$ ) sobre la aceptabilidad del producto en relación con el análisis sin ajuste, y también se evidenció efecto significativo para el tiempo en el análisis con ajuste. Por otro lado, no existe significancia en la interacción de factores (ver Anexo 21), esto indica que las variaciones en la aceptabilidad son causadas por los efectos individuales de la dilución, temperatura y tiempo. Los coeficientes de regresión confirman que los factores analizados, tanto cuadráticos, como lineales, muestran valores de  $p < 0,05$  (ver Anexo 22).

- **Superficie de contorno y de respuesta para la aceptabilidad en función a los factores estudiados**

La Figura 23 muestra superficies de contorno que ilustran la variación en la aceptabilidad sensorial debido a la temperatura, el tiempo y la dilución. Se puede apreciar en el gráfico A que la aceptabilidad llega a sus picos en condiciones de temperatura (71 a 79 °C) y diluciones intermedias (2,8 a 3,8), descendiendo hacia los extremos de ambos factores, lo que señala que tanto las temperaturas y diluciones extremadamente bajas o altas influyen de manera negativa en la percepción del producto. En el gráfico B pueden verse variaciones parecidas dependiendo del tiempo a la dilución, donde un promedio de los dos objetos apunta a una mayor aceptabilidad, pero donde los tiempos cortos o largos con diluciones cortas o extendidas tienden a negativizar la aceptación sensorial. En gráfico C se aprecian, también los cambios correlacionados entre el tiempo y las temperaturas.

**Figura 23**

*Superficie de contorno para la aceptabilidad en función a los factores estudiados*



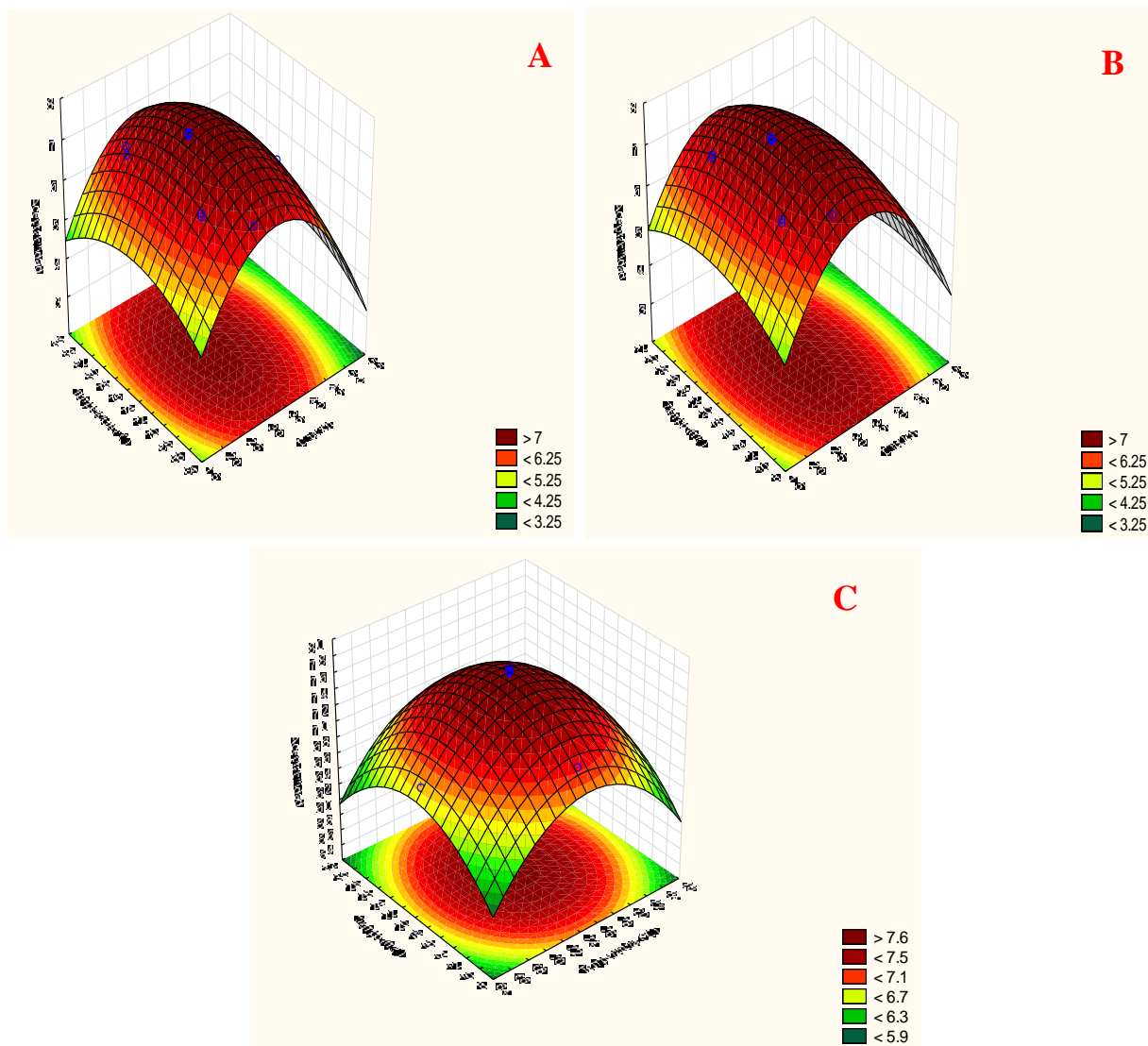
*Nota.* Gráfico A: temperatura vs dilución. B: Tiempo vs Dilución. C: Tiempo vs Temperatura.

Las superficies de respuesta tridimensionales mostradas en la Figura 24 evidencian y corroboran que los niveles más elevados de aceptabilidad se concentran en la parte central de la superficie (color rojo oscuro) correspondiente a valores intermedios de temperatura, dilución y también del tiempo, mostrando un efecto cuadrático en todos los casos (gráficos A, B y C);

por otro lado, la aceptabilidad se reduce hacia los extremos, es decir cuándo los factores, dilución, temperatura y tiempo son bajos o también cuando son altos.

**Figura 24**

*Superficie de respuesta tridimensional para la aceptabilidad en función a los factores estudiados*



#### 4.1.4. Evaluación del efecto de la proporción de dilución y pasteurización en los parámetros de color en el néctar elaborado a base de tomate de árbol

La Tabla 13 pone de manifiesto el efecto que ejerce la relación de dilución y las condiciones de pasteurización (tiempo y temperatura) en los aspectos del color que caracterizan el néctar ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). En función de la temperatura se aprecian las variaciones que ofrecen cada uno de los tratamientos, siendo los tratamientos T<sub>6</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>16</sub> y T<sub>19</sub> los que describen unos

valores mayores para L\* (mayores a 21). En lo que respecta al parámetro de color a\*, los valores más elevados se vinculan con tratamientos (T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub> y T<sub>11</sub>) de menor dilución y decrecen con una dilución mayor. El parámetro de color b\* aumenta a medida que decrece la dilución, siendo los valores de color con más elevado valor los ofrecidos por los tratamientos T<sub>10</sub> y T<sub>11</sub>.

**Tabla 13**

*Parámetros de Color del néctar elaborado a base de tomate de árbol*

Trat.	Pulpa	A (Agua)	B(T°)	C(Tiempo)	L*	a*	b*
					$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
T <sub>1</sub>	1	3,83	69,05	14,05	19,13±0,035	2,64±0,502	7,30±0,177
T <sub>2</sub>	1	3,83	69,05	25,95	17,04±0,021	2,54±0,467	7,83±0,042
T <sub>3</sub>	1	3,83	80,95	14,05	20,83±0,283	2,31±0,389	3,58±0,078
T <sub>4</sub>	1	3,83	80,95	25,95	16,71±0,092	3,76±0,014	7,80±0,665
T <sub>5</sub>	1	2,28	69,05	14,05	14,53±2,121	4,50±0,163	7,75±1,471
T <sub>6</sub>	1	2,28	69,05	25,95	24,28±0,028	3,57±0,460	8,14±0,976
T <sub>7</sub>	1	2,28	80,95	14,05	19,00±1,259	5,59±1,860	7,34±1,619
T <sub>8</sub>	1	2,28	80,95	25,95	18,09±0,042	5,12±0,071	10,10±0,000
T <sub>9</sub>	1	5,00	75,00	20,00	20,05±0,205	2,0 ± 0,163	6,04±0,071
T <sub>10</sub>	1	2,00	75,00	20,00	21,42±0,721	4,03±0,240	17,16±0,742
T <sub>11</sub>	1	2,86	65,00	20,00	17,46±0,615	6,26±2,553	18,27±1,810
T <sub>12</sub>	1	2,86	75,00	10,00	17,33±1,789	3,66±0,665	11,59±1,188
T <sub>13</sub>	1	2,86	75,00	20,00	20,13±0,000	3,84±0,552	12,33±0,269
T <sub>14</sub>	1	2,86	75,00	20,00	19,71±0,177	378±0,120	14,32±0,453
T <sub>15</sub>	1	2,86	75,00	20,00	20,67±0,389	4,03±0,290	14,41±2,857
T <sub>16</sub>	1	2,86	75,00	20,00	21,26±0,318	4,30±0,184	13,90±0,049
T <sub>17</sub>	1	2,86	75,00	20,00	20,67±0,057	3,70±0,106	13,04±0,127
T <sub>18</sub>	1	2,86	75,00	20,00	19,86±0,163	4,23±0,361	14,17±0,113
T <sub>19</sub>	1	2,86	75,00	30,00	21,35±0,134	4,02±0,544	12,31±0,283
T <sub>20</sub>	1	2,86	85,00	20,00	18,0 ± 0,424	4,26±0,608	13,60±0,488

### **A. Análisis estadístico para el parámetro de luminosidad ( $L^*$ )**

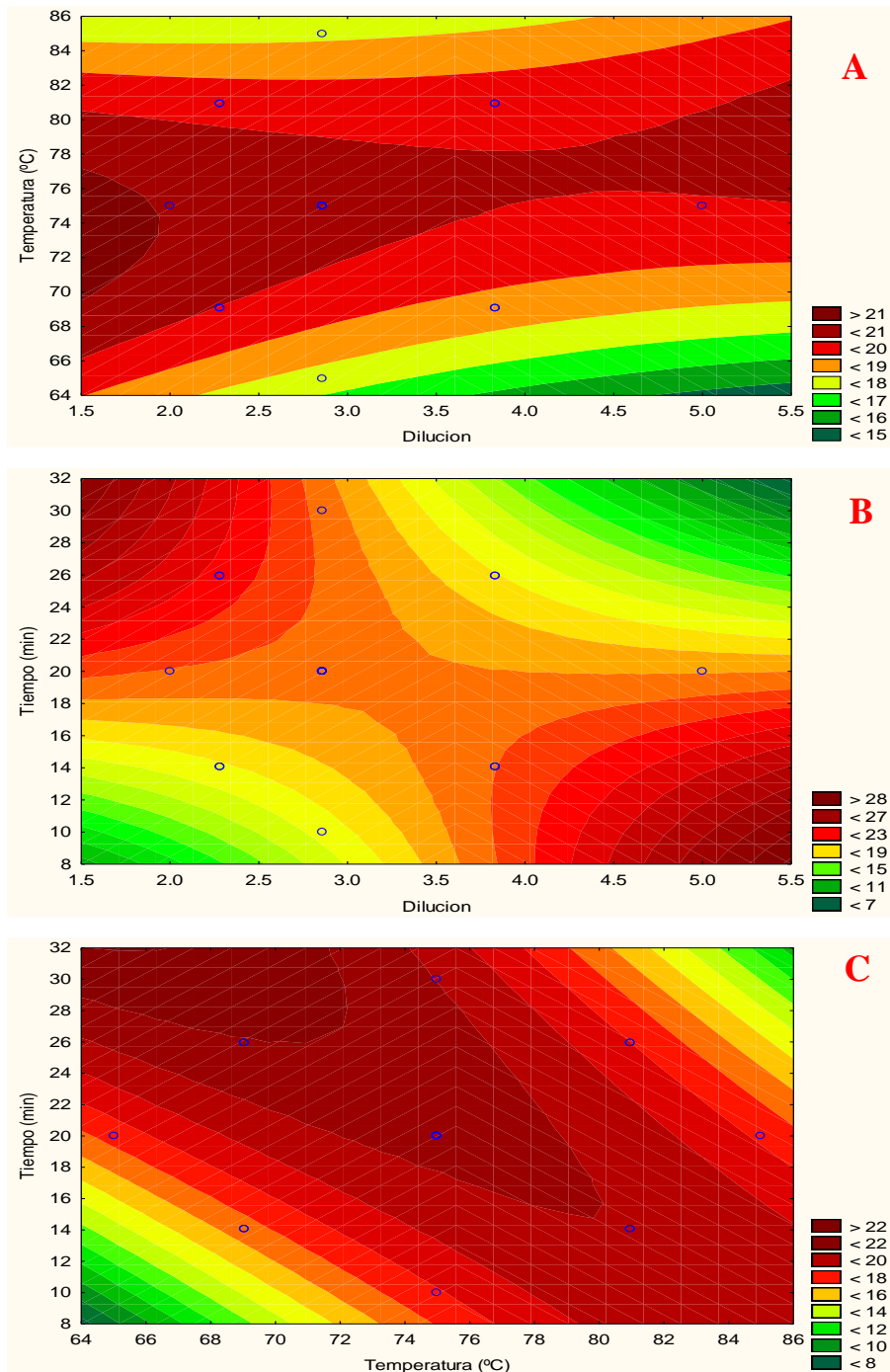
El análisis de varianza sin falta de ajuste para el parámetro  $L^*$  indica que la temperatura es el factor más significativo ( $p < 0,05$ ) en la variación del color. También se observa que la interacción entre los factores dilución y tiempo, así como temperatura y tiempo es significativa ( $p < 0,05$ ), sugiriendo efectos cuadráticos; sin embargo, ni la dilución ni el tiempo por sí solos muestran significancia estadística ( $p > 0,05$ ). En el análisis con falta de ajuste, se confirma que no hay evidencia significativa en cuanto a la dilución, pero sí en función a la temperatura, tiempo y la interacción de estos (ver Anexo 23). Asimismo, los coeficientes de regresión para el parámetro  $L^*$ , en ambos modelos reafirman que la temperatura es el factor más influyente, con un coeficiente negativo (-0.027) (ver Anexo 24).

- **Superficie de contorno y de respuesta para la luminosidad ( $L^*$ ) en función a los factores estudiados**

Las superficies de contorno para  $L^*$  ilustradas en la Figura 25, revelan que la luminosidad tiende a aumentar con la dilución, especialmente a temperaturas entre 66 y 80 °C, mientras que en los extremos más altos y más bajos de la temperatura los valores de  $L^*$  se reducen (gráfica A). En el gráfico B, en cambio, se representa una superficie un poco más compleja, destacando un  $L^*$  superior al aumentar el tiempo entre 22 y 30 min y al mismo tiempo al llegar a diluciones elevadas entendidas entre 4,0 y 5,5, y esto podría indicar que existe una cierta relación entre tiempo y dilución. En el gráfico C, se observa una mayor luminosidad en los periodos de tiempo más largos (20 a 30 min) y a temperaturas que oscilan entre 64 y 80 °C, mientras que los niveles más bajos de  $L^*$  se observan en temperaturas bajas y duraciones breves, además de a temperaturas elevadas y duraciones extendidas.

**Figura 25**

*Superficie de contorno para la luminosidad ( $L^*$ ) en función a los factores estudiados*



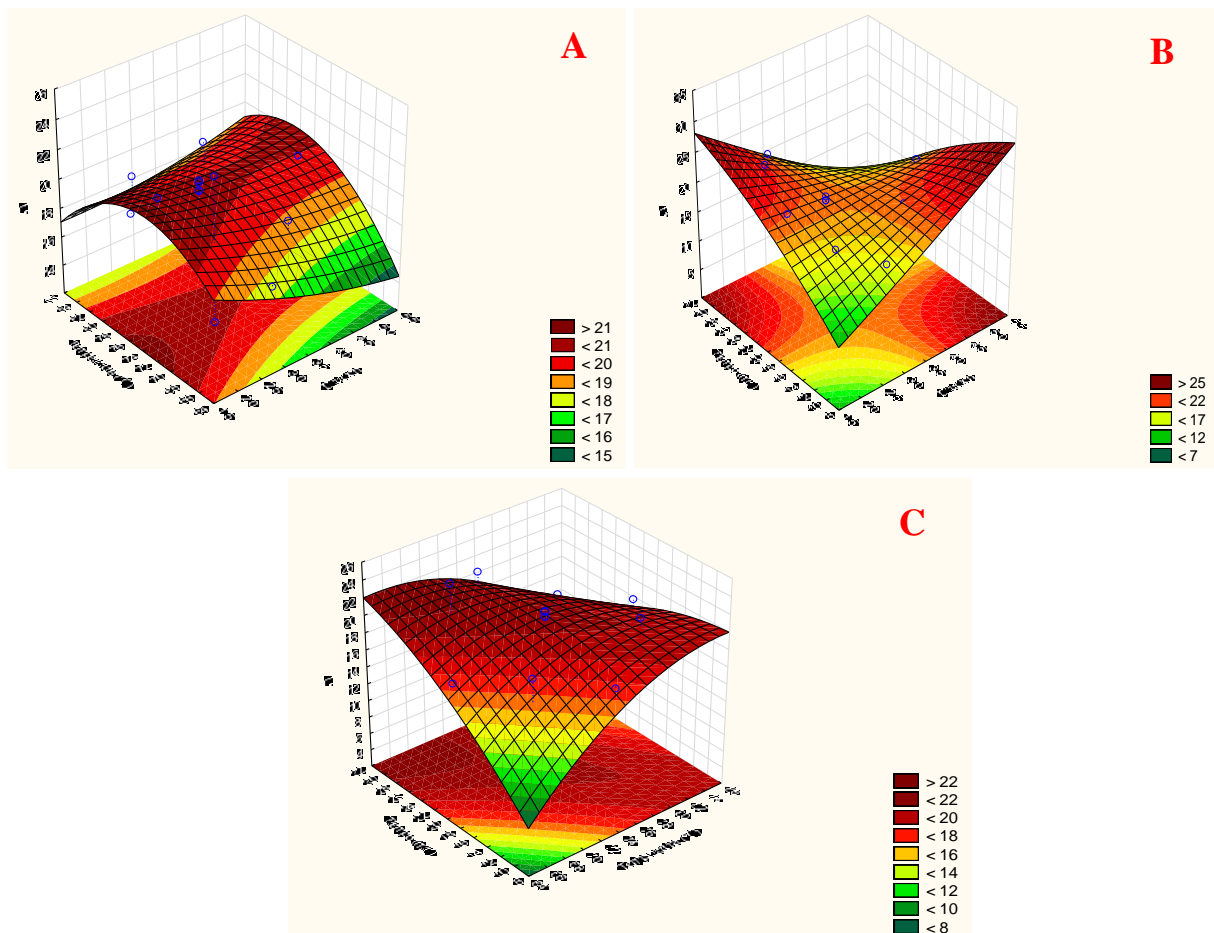
*Nota.* Gráfico A: temperatura vs dilución. B: Tiempo vs Dilución. C: Tiempo vs Temperatura.

Las superficies de respuesta tridimensionales muestran que  $L^*$  se ve influenciado significativamente por la interacción de dichas variables. En el gráfico A, se aprecia que la luminosidad aumenta con la dilución y sus valores máximos se encuentran a temperaturas

intermedias (70 y 77 °C), mientras que, en los extremos más bajos y altos de la temperatura con diluciones altas, los valores de  $L^*$  son menores. En el gráfico B se manifiesta que el promedio de  $L^*$  logra valores más altos cuando el tiempo se extiende (24 a 30 min) y diluciones más elevadas (4,5 a 5,5), pero que posee valores más bajos cuando el tiempo es muy corto y las diluciones son bajas. Por otro lado, el gráfico C indica que a temperaturas y tiempos ampliados se alcanzan los valores máximos de luminosidad, mientras que a temperaturas y tiempos acortados la luminosidad es muy baja (Figura 26).

**Figura 26**

*Superficie de respuesta tridimensional para la luminosidad ( $L^*$ ) en función a los factores estudiados*



## **B. Análisis estadístico para el parámetro de cromaticidad ( $a^*$ )**

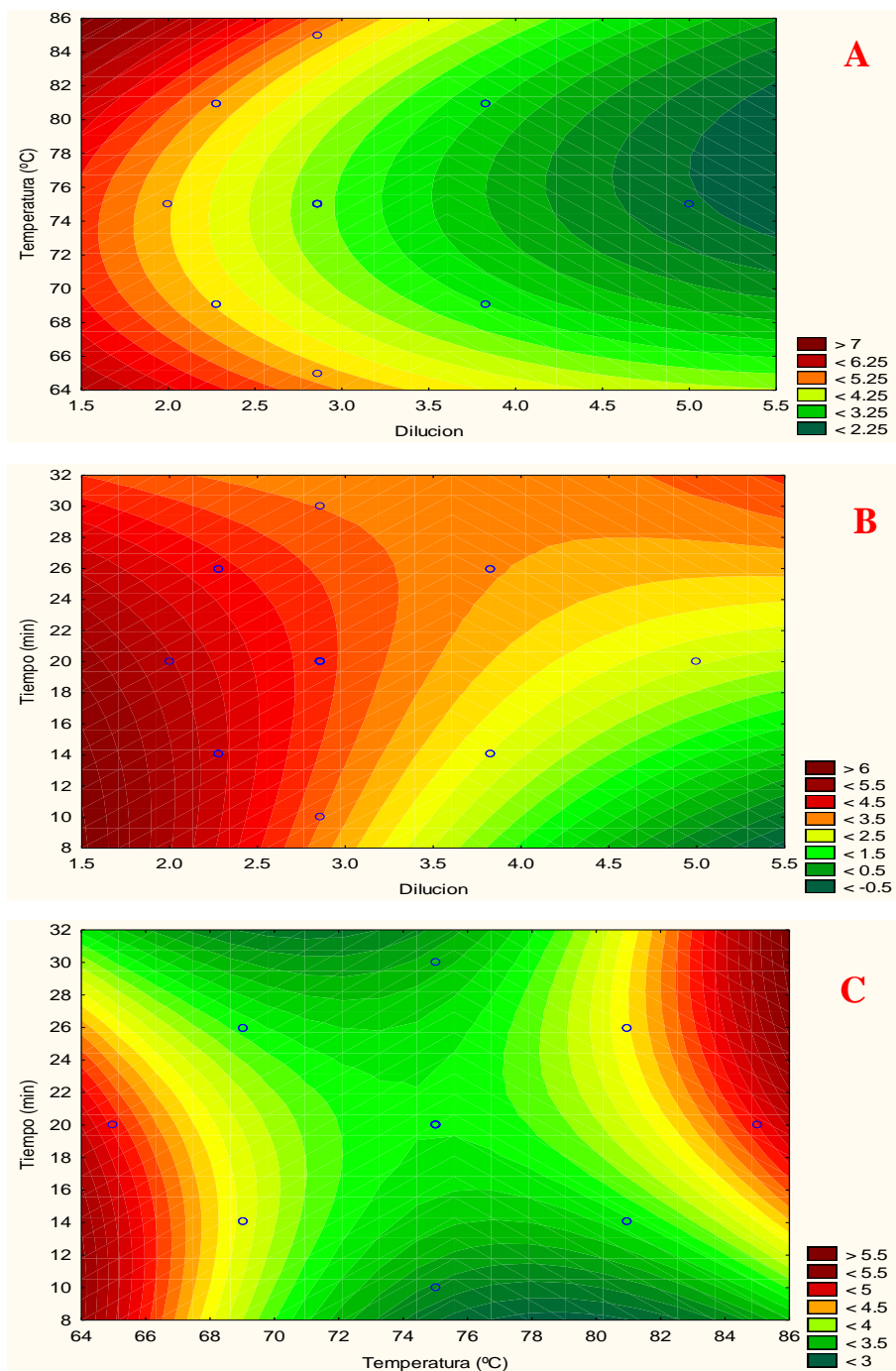
En el caso del parámetro de color  $a^*$  del néctar, el análisis de varianza revela que la dilución es el factor más significativo ( $p < 0,05$ ) y también la temperatura. Por otro lado, el tiempo no resulta estadísticamente significativo en ninguno de los dos modelos. Sin embargo, si se observa en el modelo con falta de ajuste la interacción entre los factores dilución-tiempo y temperatura-tiempo (ver Anexo 25). Para ambos modelos, los coeficientes corroboran la relevancia de la dilución (cof. = -1,31170) y la temperatura (cof. = -1,68734), con efectos negativos en la magnitud de este indicador. En el modelo sin ajustes, se calcula con más exactitud la magnitud de los efectos, y también se reconoce como relevante la relación entre el tiempo, dilución y la temperatura (Anexo 26).

- **Superficie de contorno y de respuesta para  $a^*$  en función a los factores estudiados**

Las superficies de contorno para el parámetro de color  $a^*$  mostrados en la Figura 27, evidencia que los valores más altos de  $a^*$  se obtienen a bajas diluciones (1,5 a 2,5) y temperaturas bajas (64, a 70 °C) así como también a temperaturas altas (79 a 86), disminuyendo progresivamente a medida que la dilución aumenta y con mayor intensidad a temperaturas intermedias (70 a 78) (gráfico A). En el gráfico B, se muestra que los tiempos cortos (8 a 22 min) y diluciones bajas (1,5 a 2,0) incrementan los valores de  $a^*$ , mientras que, a mayores diluciones y tiempos prolongados, el valor de  $a^*$  disminuye. Asimismo, en el gráfico C, se aprecia que los valores de  $a^*$  son mayores temperaturas bajas (64 y 65) y tiempos cortos (8 a 20 min) y se mantienen más bajos a temperaturas altas con tiempos largos.

**Figura 27**

*Superficie de contorno para  $a^*$  en función a la temperatura, tiempo y dilución*



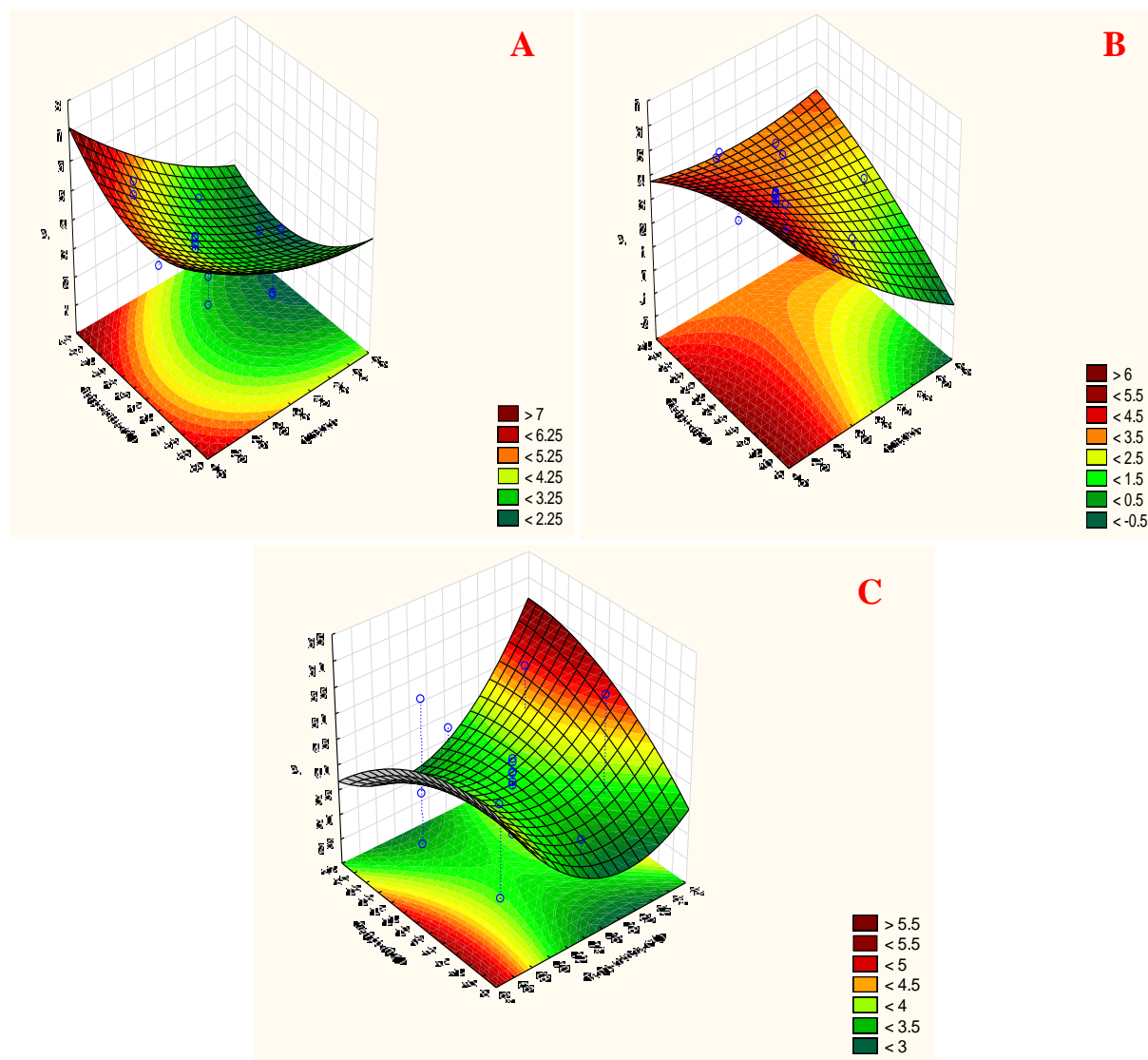
*Nota.* Gráfico A: temperatura vs dilución. B: Tiempo vs Dilución. C: Tiempo vs Temperatura.

Las superficies de respuesta tridimensional revelan que los mayores valores de  $a^*$  se dan a bajas diluciones con temperaturas frías y calientes, decreciendo conforme la dilución aumenta (gráfico A). En el gráfico B se observa que el parámetro  $a^*$  aumenta a tiempos

intermedios y baja dilución. En el gráfico C se manifiesta una mayor intensidad de  $a^*$  a tiempos largos y altas temperaturas.

**Figura 28**

*Superficie de respuesta tridimensional para  $a^*$  en función a los factores estudiados*



**C. Parámetro tonalidad ( $b^*$ )**

El análisis de varianza para el parámetro  $b^*$  del color, al considerar la falta de ajuste revela que la dilución, la temperatura y el tiempo de tratamiento son variables determinantes en la modificación de este parámetro, ya que presentaron efectos significativos, con valores de  $p < 0,05$ . En el modelo sin falta de ajuste, ninguno de los factores resulta significativo, lo que

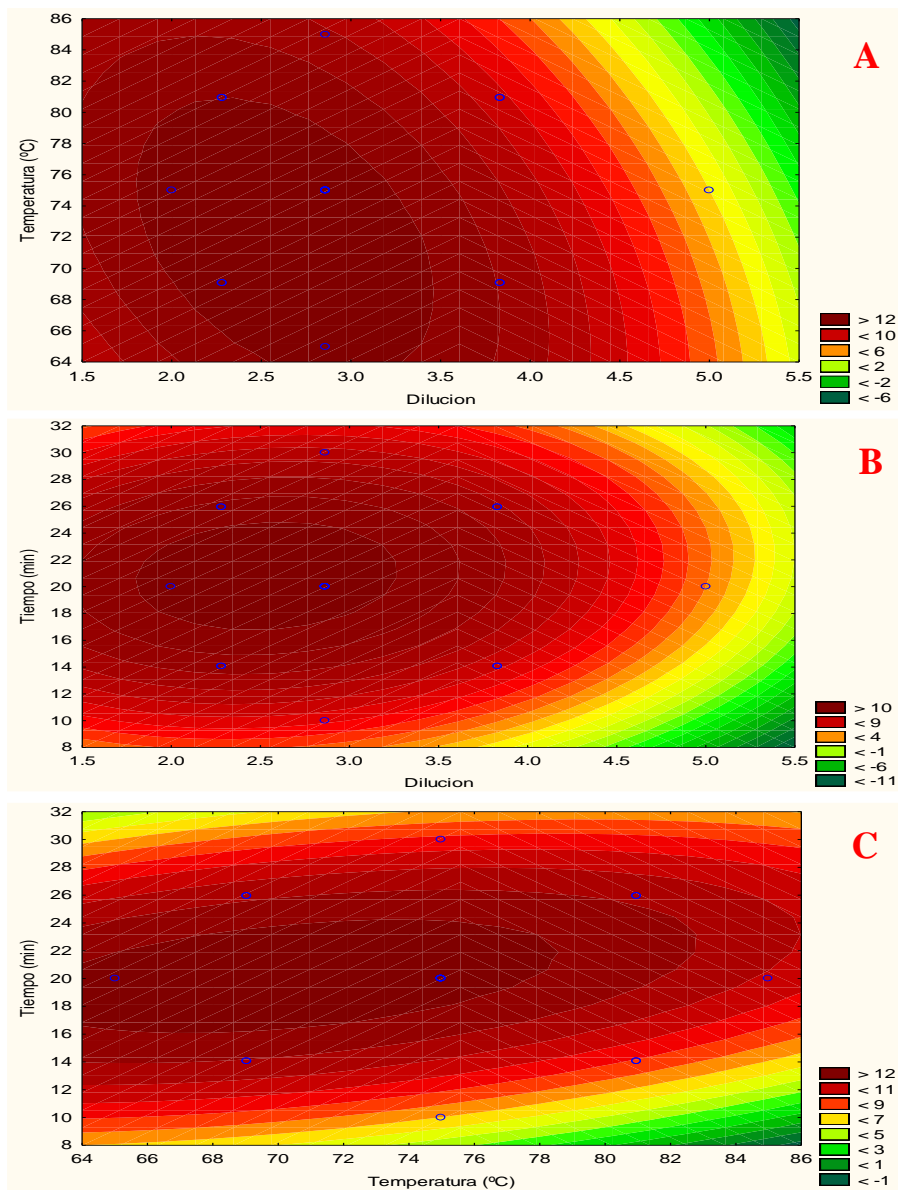
evidencia la importancia de evaluar el ajuste del modelo para obtener resultados precisos (ver Anexo 27). Por otro lado, el análisis de regresión para  $b^*$  revela que, al incorporar la falta de ajuste, se identifican como significativos los efectos (Q) de la dilución y tiempo, con coeficientes negativos de -1,5941 y -0,0534 respectivamente. Asimismo, se detecta una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre la interacción temperatura y tiempo. En cambio, el modelo sin considerar la falta de ajuste, no mostró significancia para ninguno de los factores (ver Anexo 28).

- **Superficie de contorno y de respuesta para  $b^*$  en función a los factores estudiados**

La Figura 29 muestra las superficies de contorno para el parámetro  $b^*$ . En el gráfico A, se observa que valores altos de  $b^*$  se concentran en temperaturas entre 64 y 80 °C y bajas diluciones entre 2,0 y 3,5, mientras que disminuye su intensidad con el incremento de la dilución. En el gráfico B también se observa un comportamiento análogo con el parámetro  $b^*$ , el cual presenta sus valores más altos a tiempos intermedios (17-23 min) y a diluciones bajas (2,0-3,0) disminuyendo al incrementarse la dilución. En el gráfico C los picos de  $b^*$  se obtienen a temperaturas comprendidas entre 64 y 78 °C y a tiempos intermedios (16-22 min), que irán decreciendo al disminuir la temperatura y la dilución.

**Figura 29**

*Superficie de respuesta para  $b^*$  en función a los factores estudiados*



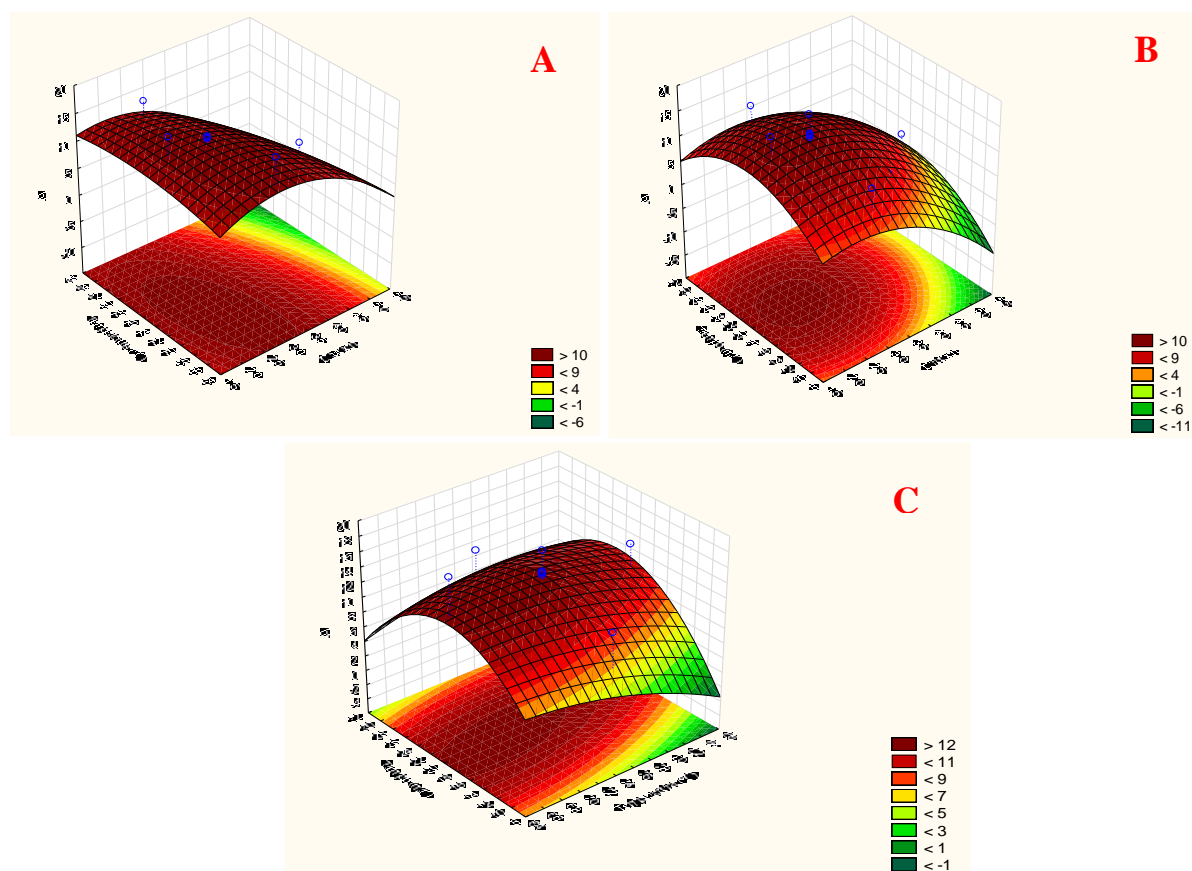
*Nota.* Gráfico A: temperatura vs dilución. B: Tiempo vs Dilución. C: Tiempo vs Temperatura.

Las superficies de respuesta tridimensionales que corresponden al parámetro  $b^*$  corroboran lo comentado anteriormente, en el que los niveles más altos de  $b^*$  se corresponden con temperaturas situadas entre 64 y 80 °C y bajas diluciones, esto está representado por la zona más alta y en la que la tonalidad es de un color rojo oscuro en el gráfico A. En el gráfico B, cuando hablamos del parámetro  $b^*$ , los valores máximos se encuentran en el tiempo intermedio (17 a 23 min) y en baja dilución (2,0 a 3,0), la cual decrece a medida que aumenta

la dilución. En el gráfico C, se aprecia que las temperaturas entre 64 y 78 °C combinadas con tiempos medios de 16 a 22 min revelan los valores más altos de  $b^*$  (punto más alto de color rojo oscuro), a temperaturas más bajas y diluciones mayores este valor disminuye (zona amarilla y verde) (ver Figura 30).

**Figura 30**

*Superficie de respuesta tridimensional para  $b^*$  en función a la temperatura, tiempo y dilución*



#### 4.1.5. Determinación de la vida útil del néctar con mayor aceptabilidad y contenido de compuestos bioactivos utilizando la cinética de deterioro

##### A. Ácido ascórbico

El estudio de vida útil del néctar de tomate de árbol se realizó al tratamiento T<sub>10</sub> que fue pasteurizado a 75 °C por un tiempo de 20 min; el mismo que fue almacenado a tres diferentes temperaturas (35 °C, 45 °C y 55 °C). Los resultados obtenidos para el néctar conservado a 35 °C reflejan una clara y continua disminución del contenido de ácido

ascórbico, siendo el valor más bajo alcanzado 2,13 mg/100ml tras verse reducido a partir de las 36 horas desde los 15,00 mg/100ml. En este sentido, el almacenamiento a 45 °C dio lugar a la reducción del contenido de ácido ascórbico observándose que el tiempo al llegar al valor mínimo (2,93 mg/100ml) fue de 28 horas. Y para el néctar almacenado a 55 °C se observó una reducción más acelerada y estable del contenido de ácido ascórbico, que llega a un mínimo de 2,13 mg/100 ml después de 16 horas de almacenamiento, como se muestra en la Tabla 14. Esto demuestra que el ácido ascórbico se descompone más intensamente debido al calor cuando la temperatura es mayor.

**Tabla 14**

*Contenido de ácido ascórbico del néctar tomate de árbol durante el almacenamiento*

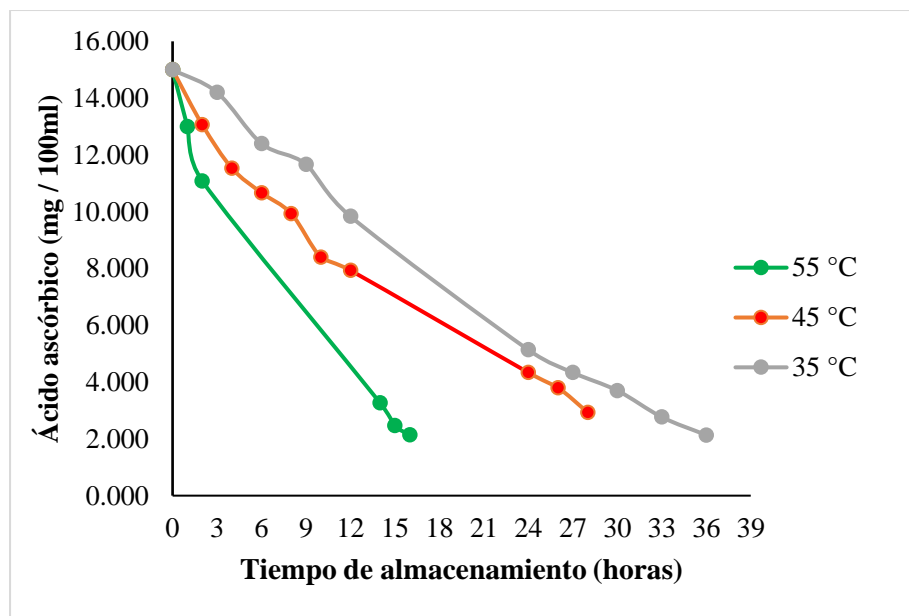
Temperaturas de almacenamiento					
35 °C		45 °C		55 °C	
Tiempo (h)	Ácido ascórbico (mg / 100ml)	Tiempo (h)	Ácido ascórbico (mg / 100ml)	Tiempo (h)	Ácido ascórbico (mg / 100ml)
0	15,00±0,236	0	15,00±0,467	0	15,000±0,471
3	14,20±0,094	2	13,07±1,319	1	13,000±0,471
6	12,40±0,189	4	11,53±2,168	2	11,083±0,024
9	11,67±0,471	6	10,67±1,697		
12	9,83±0,896	8	9,93±0,471		
		10	8,40±0,566		
		12	7,93±0,848		
24	5,13±0,094	24	4,33±0,094	14	3,265±0,092
27	4,33±0,094	26	3,80±0,094	15	2,465±0,092
30	3,70±0,047	28	2,93±0,000	16	2,135±0,191
33	2,77±0,047				
36	2,13±0,000				

Lo mencionado anteriormente, se puede visualizar y observar gráficamente en la Figura 31, donde se visualiza que los valores resultantes de ácido ascórbico descienden considerablemente y de forma constante. Y también se visualiza que a mayor temperatura el

tiempo en que se obtiene el menor valor de ácido ascórbico es menor, y por ende su vida útil es más corta.

### Figura 31

*Variación del contenido de ácido ascórbico en el néctar de tomate de árbol almacenado a temperaturas de 35, 45 y 55 °C*



### B. Fenoles totales

Con respecto a la vida útil del néctar de tomate de árbol en función al contenido de fenoles totales para el tratamiento  $T_{10}$  (75 °C x 20 min), almacenado a tres diferentes temperaturas (35 °C, 45 °C y 55 °C). Se obtuvo que el néctar almacenado a 35 °C, experimentó una reducción lenta pero constante del contenido de fenoles de 162,33 mg/100ml (valor inicial) a 136,5 mg/100ml en la hora 12 de almacenamiento, luego en la hora 24 se observó una reducción brusca (38,67 mg/100ml) de dicho contenido y continuó descendiendo de forma más lenta hasta la hora 36 de almacenamiento, donde alcanzó el mínimo contenido de fenoles que fue de 16,17 mg/10, significativamente menor al valor inicial. Asimismo, a 45 °C se visualizó la misma reducción, pero el tiempo en que alcanzó el valor mínimo (22,67 mg/100ml) fue de 28 horas. Para el néctar almacenado a 55 °C se observó una reducción lenta hasta las 2 horas de almacenamiento, y luego a las 14 horas se observó una disminución considerable con

continuó hasta las 16 horas de almacenamiento alcanzando el valor mínimo de 18,05 mg/100ml, como se muestra en la Tabla 15. Esto evidencia que, a temperaturas más altas, el contenido de fenoles totales se ve afectado en mayor medida, lo cual se traduce en una reducción de sus valores debido al calor y en un periodo de tiempo menor..

**Tabla 15**

*Contenido de fenoles totales del néctar tomate de árbol durante el almacenamiento*

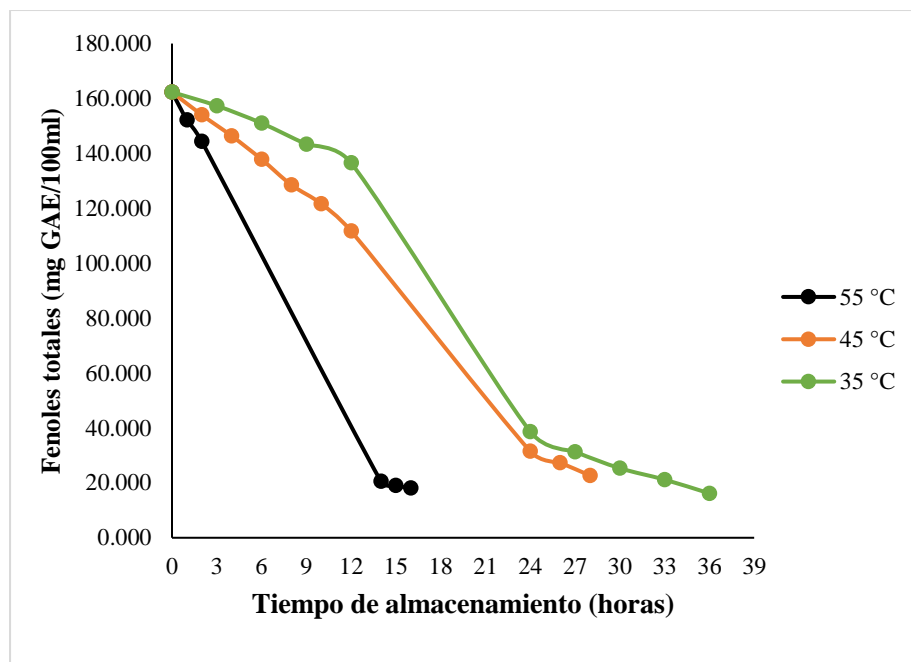
<b>Temperaturas de almacenamiento</b>					
<b>35 °C</b>		<b>45 °C</b>		<b>55 °C</b>	
<b>Tiempo (h)</b>	<b>Fenoles totales (mg / 100ml)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Fenoles totales (mg / 100ml)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Fenoles totales (mg / 100ml)</b>
0	162,33±0,471	0	162,33±0,4714	0	162,33±0,4714
3	157,33±0,9428	2	154,00±0,9428	1	152,17±1,1785
6	151,00±0,9428	4	146,33±0,9428	2	144,33±0,948
9	143,33±1,4142	6	137,83±0,7071		
12	136,5±0,7071	8	128,50±1,1785		
		10	121,67±0,9428		
		12	111,67±0,9428		
24	38,67±0,9428	24	31,50±0,7071	14	20,50±0,2357
27	31,33±0,9428	26	27,33±1,886	15	19,05±0,0707
30	25,33±0,9428	28	22,67±0,9428	16	18,050±0,0707
33	21,17±0,7071				
36	16,17±0,7071				

Lo descrito anteriormente, se puede visualizar y comprobar de forma gráfica en la Figura 32, donde se visualiza que los valores de fenoles totales se redujeron levemente las primeras horas, luego se reduce bruscamente hasta las 24 horas y sigue decreciendo lentamente hasta las 36 horas para (35 °C); para 45 °C desciende de forma constante hasta el día 28 donde alcanza el mínimo valor. Y a 55 °C se reduce levemente las 2 primeras horas y luego decrece bruscamente hasta las 14 horas y alcanza el mínimo valor a las 16 horas de almacenamiento. De forma similar al contenido de ácido ascórbico, los fenoles totales son afectados en mayor

medida cuando la temperatura es mayor y por ende el tiempo en que se obtiene el menor contenido es menor, y por ende su vida útil es más corta.

### Figura 32

*Variación del contenido de fenoles totales en el néctar de tomate de árbol almacenado a temperaturas de 35, 45 y 55 °C*



### C. Evaluación de parámetros cinéticos de degradación de compuestos bioactivos en el almacenamiento.

Entre los parámetros cinéticos que se ha determinado están los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) expuestos en la Tabla 16, los cuales de forma general para el orden de reacción 0, 1 y 2 fueron superiores a 0,87. Sin embargo, al realizar una comparación entre los valores resultantes en el orden de reacción para cada una de las temperaturas, se evidencia en función al contenido de ácido ascórbico que las temperaturas de 55 y 45 °C se ajustan más a la reacción de Primer orden y a 35 °C se ajusta mejor al Orden cero. Por otro lado, en función a los fenoles totales, las temperaturas de 55 y 35 °C tienen un mayor ajuste al Primer orden, y la temperatura de 45 °C tiene mejor ajuste en el Orden cero. Entonces, debido a que la mayoría

de temperaturas se ajustan mejor al Primer orden, tanto para el ácido ascórbico, así como para fenoles totales, es considerado el Orden de mayor importancia en esta investigación.

**Tabla 16**

*Valores de regresión lineal para la degradación de ácido ascórbico y fenoles totales para cada temperatura de almacenamiento en el néctar de tomate de árbol*

<b>°T de almacenamiento</b>			
<b>Ácido ascórbico</b>			
Orden de reacción	<b>55 °C</b>	<b>45 °C</b>	<b>35 °C</b>
	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Orden cero	0,981±0,006	0,944±0,001	0,989±0,005
Primer orden	<b>0,993±0,003</b>	<b>0,981±0,011</b>	0,981±0,000
Segundo orden	0,954±0,013	0,933±0,026	0,872±0,001
<b>Fenoles totales</b>			
Orden de reacción	<b>55 °C</b>	<b>45 °C</b>	<b>35 °C</b>
	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Orden cero	0,995±0,000	0,991±0,001	0,959±0,001
Primer orden	<b>0,995±0,000</b>	0,955±0,000	<b>0,964±0,000</b>
Segundo orden	0,995±0,000	0,904±0,006	0,897±0,015

#### **D. Constante de velocidad de reacción de primer orden**

La Tabla 17, que muestra las constantes de velocidad (k), indica que el ácido ascórbico, así como también de los fenoles totales del néctar sufren una mayor degradación a temperaturas más elevadas, en este caso a 55 °C, se perdió aproximadamente 11,61% de ácido ascórbico y 14,71% de fenoles totales por cada hora de almacenamiento en la etapa inicial. Sin embargo, a temperaturas menores (45 y 35 °C) las pérdidas de ácido ascórbico (5,39% y 5,36%) y fenoles totales (7,53% y 7,06%) fueron menores y similares entre sí.

**Tabla 17***Constante de velocidad de reacción de primer orden*

Temperatura(°C)	Ácido ascórbico	Fenoles totales
	k(h <sup>-1</sup> )	k(h <sup>-1</sup> )
55	0,1161	0,1471
45	0,0539	0,0753
35	0,0536	0,0706

*Nota.* k= constante de velocidad; h<sup>-1</sup> = hace referencia al tiempo que en este caso es por hora.

En lo que se refiere al efecto de la temperatura en las constantes de velocidad, se determinó una energía de activación de 7,678 kcal/mol-K para el ácido ascórbico y de 7,310 kcal/mol-K para los fenoles totales, según como se observa en la Tabla 18, lo que indica que para el ácido ascórbico la velocidad sufrió mayor cambio con la temperatura, mostrando mayor sensibilidad al calor, y para los fenoles totales la influencia de la temperatura fue ligeramente menor.

**Tabla 18***Energía de activación (Ea) en la degradación de los compuestos bioactivos del néctar de tomate de árbol*

Compuestos bioactivos	Ea (kcal/mol-K)
Ácido ascórbico	7,678
Fenoles totales	7,310

**E. Estimación de tiempo de vida útil**

Se determinó el tiempo de vida útil del néctar teniendo en cuenta la vida media (t<sub>1/2</sub>). En esta línea, se estudió la conducta de los fenoles totales y del ácido ascórbico del néctar en tres temperaturas distintas de almacenamiento (25, 15 y 5 °C). Evidenciando que el tiempo de vida media varía de forma inversa con las temperaturas, es decir al incrementarse la temperatura el t<sub>1/2</sub> es menor, lo que indica mayor degradación tanto del ácido ascórbico, así como también de los fenoles totales. Por otro lado, cuando la temperatura es menor, el t<sub>1/2</sub> es

mayor, lo que evidencia una mayor conservación de estos componentes bioactivos. Entonces, el tiempo de vida media del néctar en función al ácido ascórbico es de 22,394 h a 25 °C; 23,135 h a 15 °C y 56,958 h a 5 °C. Asimismo, considerando los fenoles totales, el tiempo de vida media fue de 16,233 h para 25 °C, 24,920 h para 15 °C y 39,53 h para la temperatura de 5 °C, tal y como se observa en la Tabla 19.

**Tabla 19**

*Constante de velocidad de reacción (k) y tiempo de vida media (t1/2) del néctar, según su contenido de ácido ascórbico y fenoles totales, a temperaturas de 25, 15 y 5 °C*

Temperatura (°C)	Ác. ascórbico		Fenoles	
	k(h-1)	t1/2 horas	k(h-1)	t1/2 horas
25	0,0310	22,394	0,4270	16,233
15	0,0197	35,135	0,0278	24,920
5	0,1220	56,958	0,0176	39,453

#### ***4.1.6. Determinación de las características microbiológicas del néctar con mayor aceptabilidad y contenido de compuestos bioactivos***

El análisis microbiológico se realizó al tratamiento que presentó las mejores características fisicoquímicas y compuestos bioactivos, en este caso fue el Tratamiento 10, el mismo que mostró cifras menores a las 10<sup>2</sup> UFC/ml en los parámetros microbiológicos del néctar de tomate de árbol (consultar Tabla 20), lo que sugiere que se hallan dentro de los márgenes fijados por la Resolución Ministerial N°591.2008/MINSA, la cual establece que un néctar no debe tener más de 10<sup>2</sup> UFC/ml para aerobios mesófilos, menos de 10 UFC/ml para levaduras y mohos, y menos de 3 UFC/ml para coliformes.

**Tabla 20***Resultados de los análisis microbiológicos*

<b>Código de la muestra</b>	<b>Indicador microbiológico evaluado</b>	<b>Resultados</b>
	<i>Aerobios mesófilos (UFC/ML)</i>	$2 \times 10^1$
N1	<i>Mohos (UFC/ml)</i>	<10
	<i>Levaduras (UFC/ml)</i>	<10
	<i>Coliformes (UFC/ml)</i>	<3

#### 4.2. Contrastación de Hipótesis

Tras llevar a cabo el análisis estadístico a través del ANOVA, el coeficiente de regresión y la superficie de respuesta, se lograron diferencias muy significativas ( $p < 0,05$ ) para todas las propiedades y parámetros estudiados, destacando los impactos de los factores (dilución, temperatura y tiempo) en las variables de respuesta. Por lo tanto, se confirma y valida la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) que sostiene que "la proporción de dilución y pasteurización tienen un impacto considerable en las propiedades fisicoquímicas, contenido de compuestos bioactivos, aceptabilidad general, parámetros de color y durabilidad del néctar de tomate de árbol".

#### 4.3. Discusión de Resultados

##### 4.3.1. Características fisicoquímicas de la materia prima (tomate de árbol)

La pulpa del tomate de árbol en fresco mostró un valor de 10,97 °Brix, 3,07 de pH y 1,87 de acidez titulable. Análogo a lo conseguido por Capistrán et al. (2017), con valores de 10 °Brix, 3,57 de pH y 1,62 g/100 g de acidez. También son cercanos a los valores de 9,36 °Brix, 3,70 de pH y 1,60 de acidez titulable reportados por Rodríguez (2014). Asimismo, reportó un valor de 12,27 °Brix, 3,76 de pH y 1,87% de acidez titulable (Buono et al., 2018). Las ligeras diferencias que se evidencian pueden deberse principalmente al grado de madurez de los frutos del tomate de árbol, así como también de su variedad (Casierra & Aguilar, 2008).

#### ***4.3.1. Efecto de la proporción de dilución y condiciones de pasteurización en las características fisicoquímicas del néctar a base de tomate de árbol***

En cuanto a los efectos de los factores dilución, temperatura y tiempo sobre los °Brix, se observó un efecto significativo ( $p < 0,05$ ), presentando valores más altos ( $> 16,5$  °Brix) a temperaturas elevadas y a diluciones altas, así como también a tiempos prolongados; lo que es parejo a lo reportado por Rojas et al. (2017) en un néctar de tomate de árbol, donde se demostró que los factores con mayor impacto ( $p \leq 0,01$ ) eran la temperatura del tratamiento térmico y la dilución; en esta ocasión, los tratamientos óptimos indicaron valores secarnos en 13 °Brix. Asimismo, Ventura (2020) reportó que el tiempo y la temperatura de pasteurización ejercen un efecto importante en los concentrados de maracuyá. Demostró, además, que una temperatura más alta (80 °C) produce una concentración más elevada de sólidos solubles (46,67 °Brix), en contraste con temperaturas más bajas; este hallazgo es coherente con los resultados del estudio actual. También Burgos (2016) reportó que al ser mayor la temperatura de pasteurización (70 y 92 °C) existió una mayor concentración de °Brix en un néctar, el mismo autor indica que el aumento de este componente es característico de la aplicación de tratamientos térmicos y temperaturas altas; esta observación es corroborada por Valdivieso & Flor (2024), quienes observaron que a medida que sube la temperatura y se prolonga el tiempo de pasteurización, también lo hace la cantidad de °Brix. Según ellos, esto ocurre porque los polisacáridos de la membrana celular se descomponen, aumentando así la concentración de azúcares en el néctar. En otras palabras, cuando se calienta el néctar, el agua se va eliminando por medio de la evaporación y los °Brix aumentan. Y las diferencias que existen entre los autores y el presente estudio se debe posiblemente al tipo, temperatura y tiempo de pasteurizado, así como también de las concentraciones de materias primas utilizadas para su elaboración.

En el caso del pH, los factores temperatura y tiempo no mostraron un efecto significativo ( $p > 0,05$ ), pero si la dilución, apreciándose mayores valores de pH a temperaturas elevadas (80 a 86 °C) y diluciones bajas (1,5 a 2,5). Por otro lado, el pH es mayor a menor

tiempo (8 a 14 min) y a diluciones elevadas (4,0 a 5,5). Estos resultados son parecidos a los reportado por Ventura (2020) quien al determinar el efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización en concentrados de maracuyá no evidenció diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), sólo ligeras variaciones entre los tratamientos. Macías et al. (2022) manifiesta que el incremento del pH a altas temperaturas se debe posiblemente a la liberación de ácidos orgánicos del producto al ser sometido al tratamiento térmico, así como también al tener bajas diluciones (mayor contenido de fruta) se puede estar preservando mejor el pH de esta materia prima. Y la reducción del pH en las demás condiciones de procesamiento puede ser resultado de la disociación de los ácidos orgánicos presentes en el néctar, los cuales tienen el potencial de favorecer una baja del pH del producto. Asimismo, en el estudio se reportó valores de pH de 3,50 a 3,53 en todos los tratamientos, los cuales cumplen con lo exigido por la NTP 203.110:2022 para jugos, néctares y bebidas de fruta. Que establece que un producto de este tipo debe contener valores de pH por debajo de 4,5 (MIDIS, 2023).

El análisis de varianza demostró que la dilución fue el factor que tuvo mayor efecto sobre la acidez titulable ( $p < 0,05$ ), mostrando una reducción cuando la dilución y la temperatura aumentaron, y cuando el tiempo fue más prolongado. Es probable que la reducción de la acidez al elevarse el pH y aumentar la temperatura y dilución ocurra porque, generalmente, la acidez tiende a bajar cuando el contenido de sólidos solubles se eleva (Valdivieso & Flor, 2024). Nuestros resultados son contrarios a los obtenidos por Ventura (2020) quien logró efectos relevantes ( $p < 0,05$ ) de la temperatura y el tiempo de pasteurización en relación con la acidez de concentrados de maracuyá, alcanzando un valor 3,83% de acidez; estas diferencias podrían ser debido a la utilización de una materia prima distinta, conteniendo aproximadamente 3,48% de acidez (Campos et al., 2023), a diferencia del tomate de árbol fresco que presentó 1,87% de acidez titulable. Sin embargo, también podría ser influenciado por las diferencias en las condiciones de procesamiento.

#### **4.3.2. Efecto de la proporción de dilución y pasteurización en el contenido de compuestos bioactivos del néctar elaborado a base de tomate de árbol**

Los tratamientos con menor proporción de agua, temperaturas entre 68 y 80 °C y tiempos moderados de pasteurización conservaron mejor los compuestos bioactivos; con valores más altos de ácido ascórbico entre 13,91 y 14,24 mg/100 mL, antocianinas (5,43 y 6,97 mg/L), polifenoles (93,00 y 110,50 mg/100 mL) y carotenoides (8,314 y 8,951 mg/mL). Rojas et al. (2017) apoyan estos resultados, ya que cuando optimizaron la dilución y temperatura de pasteurización de un néctar de tomate de árbol, lograron conservar más antioxidantes y componentes bioactivos a diluciones bajas de pulpa: agua (1:2.5) y 99,5 °C durante 1 minuto. Obtuvieron así valores de fenoles totales de 32,96 mgAG, además de 11.45 mg/100g de ácido ascórbico y 1,68 mg/100g de carotenoides; cifras que son menores a las del presente estudio, probablemente a causa del uso por el autor de temperaturas más altas, lo cual provocó una degradación mayor de dichos compuestos (Matute et al., 2023).

En el ácido ascórbico la dilución fue el factor que presentó mayor efecto, causando una pérdida significativa de este componente al ser mayor la dilución y a temperaturas altas. Estos hallazgos están conectados con los obtenidos por Barrial et al. (2022), quienes encontraron efectos importantes ( $p < 0,05$ ) que indicaban que a una temperatura más baja (60 °C), los niveles de ácido ascórbico en un néctar de papayita nativa eran más altos, indicando mayor preservación de este componente a diferencia de las temperaturas más elevadas (70 y 80 °C), el mismo autor indica que esto ocurre porque el ácido ascórbico es termolábil, esto implica que los grupos carbonilos presentes en la molécula se descomponen térmicamente cuando las temperaturas son altas, lo cual provoca su deterioro. Asimismo, la exposición al oxígeno, a la luz y al tiempo de tratamiento también lo afectan. Igualmente, Rojas et al. (2017) informaron que los elementos más influyentes ( $p \leq 0,01$ ) en el néctar de tomate de árbol fueron la dilución y la temperatura de pasteurización. En este caso, se observó una retención más alta del ácido (40,42%) con una dilución pulpa: agua reducida (1:2,5) y a 99,5 °C de temperatura de

pasteurización. Además, Orosco (2017) notó que la concentración de ácido ascórbico en pulpa de tomate de árbol se redujo cuando la temperatura aumentó hasta los 80 °C y el tiempo de proceso, pasando de un valor de 34,718 mg/100 g (minuto 2) a 9,669 mg/100 g (minuto 8), demostrando una pérdida del 43,48 %. La pérdida de ácido ascórbico puede variar, según indica el autor, debido a la matriz biológica y su geometría, a la temperatura empleada y a las disparidades en el contenido de humedad de las muestras.

En el caso del contenido de antocianinas los factores dilución y tiempo presentaron efectos significativos ( $p < 0,05$ ), donde a temperaturas intermedias, diluciones bajas y tiempos prolongados se encontró el mayor contenido de antocianinas (6,97 mg/100 mL). Leandro (2021) reportó algo distinto, mostrando que el néctar de camu camu tiene una reducción notable ( $p < 0,05$ ) en su contenido de antocianinas cuando la temperatura y los periodos de pasteurización son más altos. Esto se traduce en un descenso del 14,97% a 80 °C y del 27,09% a 90 °C. En términos temporales, observó una reducción del 34,37% a los 10 minutos, del 65,635% a los 20 minutos, del 74,93% a los 30 minutos y del 81,60% a los 40 minutos; el mismo autor menciona que esta degradación de antocianinas tiene como causantes principales al pH, temperatura y concentración de oxígeno; además de las propiedades intrínsecas del producto, se incluyen las características del procedimiento. Lo que explica las discrepancias con nuestra investigación. Utus (2021) también estableció en su investigación que la temperatura y el tiempo de pasteurización tuvieron un impacto significativo ( $p < 0,05$ ) en el contenido de antocianinas, generado una pérdida de 43% de antocianinas en una bebida refrescante de macha macha. Por su lado, León & Pérez (2018) al aplicar temperatura de pasteurización de 75, 88, 90 y 99 °C, con tiempos de 17, 20, 28, 35 y 39 min en jugo de uva, informó que los tratamientos con temperaturas más altas mostraron la menor cantidad de antocianinas, entre 87 y 90 mg/L y a menor temperatura el contenido de este componente fue mayor, lo que denota efecto significativo.

Se observaron efectos relevantes ( $p < 0,05$ ) de la dilución, la temperatura y el tiempo en el contenido de fenoles totales. Los valores más elevados de este elemento bioactivo se encontraron a bajas diluciones a temperaturas de 64 a 86 °C. Así como también a temperaturas bajas y tiempos moderados se favoreció una mayor retención de fenoles totales. Estos hallazgos son parecidos a los de Barboza y Velásquez (2022), que alcanzaron 72,982 mg de GAE/100mL en fenoles totales desde las 0 horas hasta después de diez horas de conservación (a 65 °C) del néctar de aguaymanto y tuna, se perdió este componente hasta 27,216 mg de GAE/100 mL, develando que el aumento de la temperatura y el tiempo degradan en mayor medida los fenoles totales del néctar, esto es consecuencia de que las enzimas que descomponen los enlaces de hidrógeno de los fenoles totales se activan a causa del calor intenso. Utus (2021) concluyó en su estudio que el contenido de fenoles totales, en un refresco de macha macha, se vio afectado por la temperatura y el tiempo de pasteurización ( $p < 0,05$ ), lo que resultó en una disminución del 37,8% de los fenoles totales. Asimismo, León y Pérez (2018) realizaron un estudio de jugo de uva al aplicar temperaturas de pasteurización de 75, 88, 90 y 99 °C durante periodos de 17, 20, 28, 35 y 39 minutos. Los resultados mostraron que las temperaturas más altas tenían el contenido total de fenoles más bajo (entre 62 y 77 mgAGE/L), mientras que a las temperaturas más bajas el contenido era mayor, lo que evidenció un efecto significativo. Las diferencias de nuestros resultados con los hallazgos de los autores se deben posiblemente a la utilización de materias primas y condiciones de procesamiento distintas.

El estudio de varianza para los carotenoides arrojó diferencias significativas ( $p < 0, 05$ ) para los factores de dilución, temperatura y tiempo, en el cual a menor dilución y a temperaturas entre 64 y 83 °C, se alcanzó mayor contenido de carotenoides, mientras que, al aumentar la dilución, los valores disminuyen notablemente, y al incrementarse la temperatura y el tiempo tienden a reducir su concentración. La disminución de carotenoides en las pulpas pasteurizadas puede ser causada por el efecto del tratamiento térmico sobre los compuestos lipofílicos que

contiene el producto, que siguen actuando conjuntamente (Encina et al., 2013). Meléndez et al. (2004) sostienen que la temperatura influye considerablemente en la estabilidad de los pigmentos, y que lo hace acelerando su reacción de degradación; estos últimos disminuyen debido al calor. A su vez el mayor contenido de carotenoides cuando la dilución es menor se debe posiblemente a la mayor cantidad de fruta utilizada, la misma que aportaría una mayor concentración de carotenoides, sin embargo, al agregar mayor cantidad de agua este componente se reduce.

#### ***4.3.3. Efecto de la proporción de dilución y pasteurización en la aceptabilidad general del néctar elaborado a base de tomate de árbol***

Para la aceptabilidad general, el ANOVA mostró que los factores estudiados tienen un efecto estadísticamente relevante ( $p < 0,05$ ) en la aceptabilidad del producto; la misma, que alcanza sus valores máximos (puntajes  $> 7$ ) en condiciones intermedias de temperatura (71 a 79 °C), tiempo (14 a 24 min) y dilución (2,8 a 3,8), disminuyendo a temperaturas y diluciones muy bajas y a la vez muy altas. Estos resultados discrepan ligeramente con los valores reportados por Barboza & Velásquez (2022), quienes, al determinar la aceptabilidad de un néctar mixto, evidenciaron que, cuando las temperaturas de pasteurización eran mayores a 80 °C y los tiempos pasaban de 15 minutos, se registraron los niveles más altos de aceptabilidad (puntajes superiores a 7), y a temperaturas inferiores su aceptación fue menor, parecido a lo observado en el presente estudio. Esto podría ser producto de las variaciones en los rasgos sensoriales del néctar a lo largo del proceso de pasteurización, que pueden tener relación con las modificaciones en las propiedades fisicoquímicas. Puede estar influenciado también por la liberación de diversas sustancias volátiles cuando la temperatura aumenta, las cuales podrían ser placenteras para el sentido del olfato de los consumidores (Aguirre et al., 2025). Además, Ninaquispe y Revilla (2011) informaron que los valores de dilución de pulpa de fruta/agua

fueron entre 0,23 y 0,43 (1:3) cuando prepararon un néctar de carambola y papaya. La aceptabilidad general del producto alcanzó los puntajes mayores de 8.

#### ***4.3.4. Efecto de la proporción de dilución y pasteurización en los parámetros de color en el néctar elaborado a base de tomate de árbol.***

Con respecto al impacto de la proporción de dilución y las condiciones de pasteurización (tiempo y temperatura) en la luminosidad ( $L^*$ ) el ANOVA indicó que la temperatura fue el factor más significativo ( $p < 0,05$ ), y también la interacción entre los factores. Las superficies de respuesta para  $L^*$ , revelaron que tiende a aumentar con la dilución, mientras que en los extremos más altos y más bajos de la temperatura los valores de  $L^*$  se reducen, y se incrementan cuando el tiempo es mayor. Lo que se ha observado acerca de la temperatura es consistente con el informe de Kunitake et al. (2014), que encontró un impacto significativo en la temperatura a la hora de procesar una bebida de caña, revelando que cuando la temperatura alcanza 90 o 95 °C, el valor  $L^*$  se incrementa considerablemente en relación con una temperatura de 85 °C. El mismo autor menciona que estos cambios podrían estar relacionados con una mayor inactivación enzimática cuando las temperaturas de procesamiento son altas. se oscurecieron después de 4 semanas de almacenamiento. Asimismo, las diferencias entre nuestros resultados con lo señalado por el autor, se debe posiblemente a la utilización de una materia prima y parámetros de procesamiento distintos.

Para el parámetro  $a^*$ , se evidenció que la dilución fue el factor con mayor efecto ( $p < 0,05$ ), donde los valores más altos de  $a^*$  se presentaron a menor dilución (1,5 a 2,5) y a temperaturas bajas (64, a 70 °C), disminuyendo con el incremento de la dilución; relacionado a ello Kunitake et al. (2014), en una bebida de caña no encontró diferencias significativas para el factor temperatura de procesamiento (80, 90 y 95 °C), lo que se relaciona con los cambios evidenciados en nuestro estudio y la variación que se observa en los resultados, es posible que esto se deba a las variaciones en la composición de la materia prima.

Respecto al parámetro de color  $b^*$ , fue afectado por la dilución, temperatura y tiempo, donde los valores más altos de  $b^*$  se concentran en temperaturas entre 64 y 80 °C y bajas diluciones, mientras que la intensidad se reduce con el acrecentamiento de la dilución. Kunitake et al. (2014), en una bebida de caña no encontró diferencias significativas en función a la temperatura, solo se evidenciaron ligeras variaciones con tendencia a un ligero aumento durante el almacenamiento, eso es diferente con lo reportado en nuestro estudio, probablemente debido a la utilización de una materia prima diferentes y parámetros de procesamiento distintos.

#### ***4.3.5. Vida útil del néctar con mayor aceptabilidad y contenido de compuestos bioactivos utilizando la cinética de deterioro.***

El estudio de la vida útil del néctar de tomate de árbol almacenado a tres diferentes temperaturas (35 °C, 45 °C y 55 °C) en función al contenido de ácido ascórbico, mostró que, a 35 °C se redujo de 15,00 mg/100ml a 2,13 mg/100ml a las 36 horas de almacenamiento. A 45 °C el tiempo en que alcanzó el valor mínimo (2,93 mg/100ml) fue de 28 horas, y a 55 °C alcanzando el valor mínimo de 2,135 mg/100ml en 16 horas de almacenamiento. Esto mostró que a mayor temperatura el ácido ascórbico se degrada con mayor intensidad por acción del calor. Dichos resultados coinciden con lo reportado por Sape & Hwa (2014) que descubrieron que las concentraciones de ácido ascórbico se redujeron progresivamente con el tiempo durante el almacenamiento de zumos de fresa, y la velocidad en la que esto ocurría era proporcional a la temperatura de conservación. Los cambios entre nuestros resultados y lo que el autor indica se pueden atribuir a factores como la diversidad, las prácticas de cultivo, la maduración, el tiempo y la temperatura durante el almacenamiento (Hours et al., 2005).

En función al contenido de fenoles totales. Se obtuvo que el néctar almacenado a 35 °C, experimentó una reducción del contenido de fenoles de 162,33 mg/100ml a 16,17 mg/100 en un tiempo de 36 horas de almacenamiento. El tiempo que tomó alcanzar el valor mínimo fue de 28 horas a 45 °C, y de 16 horas a 55 °C; esto significa que una temperatura más alta tiene un impacto mayor en los fenoles totales. Estos hallazgos son parecidos a los que fueron

conseguidos por Barboza & Velásquez (2022) quienes observaron los mismos cambios ya que al almacenar un néctar mixto de tuna y aguaymanto a 45 °C, 55 °C y 65 °C evidenciaron que al incrementarse la temperatura la degradación de fenoles totales es mayor, alcanzando su valor mínimo en un tiempo de 30 horas (41,662 mg/ 100 ml) para 45 °C, 20 horas (38,21° mg/100ml) para 55 °C y 10 horas (27,216 mg/100 ml) para 65 °C, los mismos autores expresan que la exposición prolongada a altas temperaturas activa las enzimas que rompen los puentes de hidrógeno de los fenoles totales, lo cual ocasiona una mayor inestabilidad de estos.

El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) en el orden de reacción 1 fue superior a 0,964 a todas las temperaturas de almacenamiento, tanto para el contenido de ácido ascórbico, así como para fenoles, asemejándose con lo señalado por Lacerda et al. (2022) quienes al analizar los coeficientes de determinación de modelos cinéticos en pulpa pasteurizada de frutos de *P. setacea* obtuvo un mejor ajuste en el modelo cinético de primer orden, con un  $R^2$  superior a 0,84. Asimismo, Orosco (2017) obtuvo un mejor ajuste en la cinética de primer orden, alcanzando coeficientes de determinación ( $R^2$ ) cercanos a 1; lo que es consistente también con lo indicado por Barboza & Velásquez (2022) reportó que, según la cinética de primer orden, la degradación de fenoles totales se explica en un 98,14; 98,28; y 98,44% a temperaturas de 45 °C, 55 °C y 65 °C respectivamente.

Las constantes de velocidad ( $k$ ), mostraron que el contenido de ácido ascórbico y de fenoles totales del néctar sufren una mayor degradación a temperaturas más elevadas, en este caso a 55 °C que presentó valores de  $k = 0,1161$  y  $0,1471 \text{ h}^{-1}$ , es decir se perdió aproximadamente 11,61% de ácido ascórbico y 14,71% de fenoles totales por cada hora de almacenamiento en la etapa inicial; algo similar reportó Orosco (2017) al aplicar temperaturas de 60, 65, 70, 75 y 80 °C, cuya constante de velocidad ( $k$ ) fue mayor con la temperatura ( $k=0,0825 \text{ min}^{-1}$ ) evidenciando una mayor pérdida de ácido ascórbico. El autor también enfatiza que es necesario calcular la constante de degradación mediante experimentos, ya que

esta varía según el producto y la temperatura. Por lo tanto, las diferencias entre los resultados encontrados y los reportados se deben a esto.

Para que la temperatura afecte las constantes de velocidad, se necesitan energías de activación de 7,678 kcal/mol-K y 7,310 kcal/mol-K para degradar el ácido ascórbico y los fenoles totales, respectivamente, lo que indica que para el ácido ascórbico la velocidad sufrió mayor cambio con la temperatura, mostrando mayor sensibilidad al calor, y para los fenoles totales la influencia de la temperatura fue ligeramente menor. Estos resultados son más bajos que los de Orosco (2017), quien informó que para que el ácido ascórbico presente en la pulpa del tomate de árbol empiece a descomponerse térmicamente, se requerían al menos 21,43 kcal/mol de energía. El mismo autor señala que factores como la concentración de oxígeno, el pH, la matriz biológica, la geometría de la muestra, el rango de temperatura y la humedad pueden causar variaciones en los parámetros cinéticos del ácido ascórbico. Barboza y Velásquez (2022) descubrieron que en una mezcla de néctar de aguaymanto y tuna, la degradación de fenoles totales tenía un valor de  $E_a$  equivalente a 17,58 kcal/mol-K.

El tiempo de vida media ( $t_{1/2}$ ) fue menor al incrementarse la temperatura y cuando la temperatura fue menor, el  $t_{1/2}$  también fue mayor, lo que evidencia una mayor conservación de estos componentes bioactivos. El tiempo de vida media del néctar en función al ácido ascórbico fue de 22,39 h a 25 °C; 23,135 h a 15 °C y 56,958 a 5 °C. Para los fenoles totales, el tiempo de vida media fue de 16,233 h para 25 °C, 24,920 h para 15 °C y 39, 53 h para la temperatura de 5 °C. Asimismo, Orosco (2017) reportó que conforme se incrementa la temperatura el  $t_{1/2}$  (min) se redujo de 42,01 min (60 °C) a 8,4 min (80 °C), la sensibilidad al calor del ácido ascórbico es la razón de que el tiempo de vida media se reduzca. Barboza y Velásquez (2022) establecieron la vida útil a 5, 15 y 25 °C. El néctar mixto de aguaymanto con tuna tuvo una duración más prolongada a 5 °C (125, 100 y 88 días), pero su vida útil fue menor a los 25 °C. Sin embargo, Lacerda et al. (2022) al determinar la vida media ( $t_{1/2}$ ) en pulpa

pasteurizada de *Passiflora setacea* a temperaturas de 25, 35 y 45 °C se estimaron para el intervalo entre 5,6 días (45 °C) y 10 días (25 °C) y entre 14,7 días (45 °C) y 18,6 días (25 °C).

#### ***4.3.6. Características microbiológicas del néctar con mayor aceptabilidad y contenido de compuestos bioactivos***

El análisis microbiológico al tratamiento 10, evidenció que, para los indicadores microbiológicos del néctar de tomate de árbol, se encontraron valores menores a  $10^2$  UFC/ml, lo que sugiere que se hallan dentro de los límites fijados en la Resolución Ministerial N°591.2008/MINSA. Según esta norma, un néctar no debe tener más de 102 UFC/ml para aerobios mesófilos, <10 UFC/ml para levaduras y mohos y <3 UFC/ml para coliformes.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Se caracterizó las propiedades fisicoquímicas del tomate de árbol fresco, evidenciándose una acidez titulable de 1,87%, un pH de 3,07 y un valor de 10,97 °Brix. En lo que respecta a las condiciones de pasteurización (tiempo y temperatura) y la dilución, se demostró que tienen un impacto considerable en los °Brix del néctar. El pH se mantuvo constante y no fue afectado significativamente ( $p > 0,05$ ), por ninguno de los factores, y la acidez presentó ligeras y fue afectada significativamente sólo por la dilución..

Se evaluó el efecto de la proporción de dilución y pasteurización en el contenido de compuestos bioactivos del néctar, observándose que, a menor proporción de agua, temperaturas entre 68 y 80 °C y tiempos moderados de pasteurización se conservan mejor los compuestos bioactivos: ácido ascórbico (14,24 mg/100mL), antocianinas (6,97 mg/100mL), polifenoles (110,50 mgGAE/100mL) y carotenoides (8,951 mg/100mL). La dilución, la temperatura y el tiempo tuvieron un impacto significativo ( $p < 0,05$ ) en los carotenoides, las antocianinas y el ácido ascórbico; por otro lado, los fenoles totales se vieron principalmente afectados por la dilución.

Se evaluó el efecto de la proporción de dilución y pasteurización en la aceptabilidad general del néctar, obteniéndose que al ser menor la dilución el producto presentó mayor aceptabilidad, más aún cuando se trabaja a tiempos cortos y temperaturas moderadas. Ello logra que el producto sea agradable sensorialmente en términos de olor, sabor, color, aspecto y en general su aceptación. Los factores de dilución y temperatura tienen un impacto estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ), según el análisis de varianza (ANOVA)..

Se evaluó el efecto de la proporción de dilución y pasteurización en los parámetros de color en el néctar elaborado a base de tomate de árbol. Se observó que a mayor temperatura  $L^*$  fue superior con valores por encima de 21. El  $a^*$  y  $b^*$  fueron mayores a menor dilución.

Asimismo,  $L^*$  fue afectado en mayor parte por el factor temperatura;  $a^*$  por la dilución y temperatura y el  $b^*$  por los tres factores (dilución, temperatura y tiempo de pasteurización).

Se determinó la vida útil del néctar con mayor aceptabilidad y contenido de compuestos bioactivos utilizando la cinética de deterioro. Se observó que el ácido ascórbico y los fenoles totales se descomponen más cuando la temperatura era más alta, alcanzado un mínimo valor en un tiempo de 36 h (35 °C), 28 h (45 °C) y 16 h (55 °C). La reacción de primer orden ( $R^2 > 0,964$ ) fue la que presentó el mejor ajuste con los parámetros cinéticos. Para los fenoles totales, la energía de activación fue 7,310 kcal/mol-K y para el ácido ascórbico, 7,678 kcal/mol-K. Finalmente, el  $t_{1/2}$  del néctar en función al ácido ascórbico fue de 22,39 h a 25 °C; 23,14 h a 15 °C y 56,960 a 5 °C. Y en función a fenoles totales, fue de 16,23 h para 25 °C, 24,92 h para 15 °C y 39, 53 h a 5 °C.

Se determinó las características microbiológicas del néctar con mayor aceptabilidad y contenido de compuestos bioactivos (tratamiento 10), encontrándose valores por debajo de  $10^2$  UFC/ml, probando que están dentro de los límites fijados en la Resolución Ministerial N°591.2008/MINSA, que indica que un néctar no debe tener más de 102 UFC/ml para aerobios mesófilos, <10 UFC/ml para levaduras y mohos, y <3 UFC/ml para coliformes.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda optimizar otros parámetros de pasteurización (tiempos y temperatura) y diluciones para analizar su efecto sobre las propiedades del néctar del tomate de árbol o a base de otras materias primas.

Sería relevante analizar cómo el ácido cítrico, los preservantes y los estabilizantes, afectan los atributos fisicoquímicos y los componentes bioactivos del néctar de tomate de árbol.

A las asociaciones y emprendimientos en el rubro de las bebidas se recomienda elaborar este producto a base de tomate de árbol, y comercializarlo en la provincia de Chota y región Cajamarca, ya que aporta una importante cantidad de componentes funcionales.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, M., Ticona, J., & Cruz, S. (2025). Evaluación proximal y sensorial de un néctar mixto enriquecido con quinua (*Chenopodium quinoa*) y soya (*Glycine max*). *Revista Científica Pakamuros*, 13(1), 55-68. <https://doi.org/10.37787/30fwme54>
- Alapont, C., Simón, P., & Torrejon, J. (2020). *Guía para la determinación de la vida útil de los alimentos*. [https://www.icoval.org/images/todoguiasappcc/vida\\_util.pdf](https://www.icoval.org/images/todoguiasappcc/vida_util.pdf)
- Arruda, E., de Lima Coutinho, L., da Silva, C. J., de Lima, V. L. A. G., & dos Santos Aguiar, J. (2022). In vitro anticancer properties of anthocyanins: A systematic review. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Reviews on Cancer*, 1877(4), 188748. <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2022.188748>
- Arus, L., Paneque, A., García, O., Boza, A., Sordo, L., & Nuñez, A. (2003). Estabilidad de la crema elaborada a partir del extracto seco de la corteza de *Mangifera indica* L. (*Vimang*). 22(4), 335-338. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2023.341771>
- Barboza, M. J. (2022). *Efecto del tiempo y temperatura de pasteurización en la aceptabilidad y vida útil del néctar mixto de tuna (Opuntia ficus-indica) con grosella dorada (Physalis peruviana L.)*. [Tesis para optar el título profesional. Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/343>
- Barrial, A., Rodrigo, Y., Antay, R., Arévalo, J., Taipe, F., & Huamán, M. (2022). Efecto de temperatura y almidón de papa nativa sobre la viscosidad y ácido ascórbico del néctar de *Carica pubescens*. *Revista científica Guacamaya*, 6(1), 1 - 19. <https://doi.org/https://revistas.up.ac.pa/index.php/guacamaya/article/view/2416>
- Bouzari, A., Holstege, D., & Barrett, D. M. (2015). Retención de vitaminas en ocho frutas y verduras: Una comparación del almacenamiento refrigerado y congelado. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(3), 957-962. <https://doi.org/10.1021/jf5058793>
- Buono, S., Aguirre, C., Abdo, G., Perondi, H., & Ansonnaud, G. (2018). *Solanun betaceum* (Cav), Sendt. *Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto*. [https://doi.org/https://www.procisur.org.uy/adjuntos/01e8c39fb854\\_e-arbol-PROCISUR.pdf](https://doi.org/https://www.procisur.org.uy/adjuntos/01e8c39fb854_e-arbol-PROCISUR.pdf)
- Burgos, J. (2016). *Estudio de la influencia de la Pasteurización al vacío sobre las Propiedades nutricionales, sensoriales y microbiológicas de Néctar de naranja (Citrus x sinensis) y*

- zanahoria (*Daucus carota L.*). [Trabajo de Titulación, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador]. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ee132ec4-a410-4dcc-8524-fa7c81b543b3/content>
- Byrd, C., Beshgetoo, D., Gaile, M., & Berning, J. (2014). *Perspectivas en nutrición*. [https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=5636](https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=5636)
- Caballero, E., & Paredes, L. (2017). “*Formulación y evaluación de néctar a base de guanábana (Annona muricata) y quinua (Chenopodium quinoa) edulcorada con stevia (Stevia rebaudiana)*” [Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3055/47048.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caban, M., & Lewandowska, U. (2022). Polyphenols and the potential mechanisms of their therapeutic benefits against inflammatory bowel diseases. *Journal of Functional Foods*, 95, 105181. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105181>
- Cabrera-Bañegil, M., Lavado Rodas, N., Prieto Losada, M. H., Blanco Cipollone, F., Moñino Espino, M. J., Muñoz de la Peña, A., & Durán-Merás, I. (2020). Evolution of polyphenols content in plum fruits (*Prunus salicina*) with harvesting time by second-order excitation-emission fluorescence multivariate calibration. *Microchemical Journal*, 158, 105299. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.105299>
- Canacuan, H., Murillo., & Santos, L. (2016). Efectos de los tratamientos térmicos en la concentración de vitamina C y color superficial en tres frutas tropicales. *Revista Lasallista de Investigación*, 13(1), 85-93. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69545978008.pdf>
- Campos, J., Acosta, K., Moreno, C., & Paucar, L. (2023). Maracuyá (*Passiflora edulis*): Composición nutricional, compuestos bioactivos, aprovechamiento de subproductos, biocontrol y fertilización orgánica en el cultivo. *Scientia Agropecuaria*, 14(4), 479-497. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.040>
- Capistrán, A., Aquino, E., Chávez, J., Viveros, R., & Verdalet, I. (2017). Cambios en los parámetros fisicoquímicos en tomate de árbol (*Solanum betaceum*) durante su almacenamiento poscosecha a 5 °C. *Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. León, México*, 1020-1027. [https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/322508736\\_Cambios\\_en\\_los](https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/322508736_Cambios_en_los)

\_parametros\_fisicoquimicos\_en\_tomate\_de\_arbol\_Solanum\_betaceum\_durante\_su\_almacenamiento\_poscosecha\_a\_5\_C

- Calvo, I. (2009). *Cultivo de tomate de árbol (Cyphomandra betaceae)*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0982.pdf>
- Cárdenas, M. (2017). *Metodología para el cálculo de los costos de producción del cultivo tomate de árbol en el municipio de Cabrera, Cundinamarca*. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1351/METODOLOG%c3%8dA%20PARA%20EL%20C%3%81LCULO%20DE%20LOS%20COSTOS%20DE%20PRODUCCI%c3%93N%20DEL%20CULTIVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cardenas, N., Cevallos, C., Salazar, J., Romero, E., Gallegos, P., & Caseres, M. (2018). Uso de pruebas afectivas discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo. *Dom. Cien* 2018, 4(3), 253-263. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6560198>
- Carr, A., & Maggini, S. (2017). La vitamina C y la función inmune. *Nutrients* 11(9), 1-25. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29099763/>
- Carrillo, M., López, R., Fernández, A., & Guicela, B. (2021). Avances en la microbiología de alimentos. *Tlatemoani* (36), 72-91. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7958806>
- Casierra, F., & Aguilar, Ó. (2008). Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. *Agronomía Colombiana*, 26(2), 300-307. <https://doi.org/http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n2/v26n2a15.pdf>
- Cerna, I. (2018). *Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la concentración de ácido ascórbico en néctar de berenjena (Cyphomandra betacea Send.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3231167>
- Chacón-Garza, L. E., Villa-Treviño, K., Aguilar-Zapata, L. A., Díaz, G., Rodríguez-Vidal, A., & Flores-Chávez, H. D. (2019). Sensory analysis of jellies made with pineapple (*Ananas comosus*) and aloe (*Aloe barbadensis* Miller) suitable for people with noncommunicable diseases. *Journal of Engineering Research and Application*, 9(11), 5. <https://www.ijera.com/papers/vol9no11/Series-3/J0911035761.pdf>

- Chen, L., Pu, Y., Xu, Y., He, X., Cao, J., Ma, Y., & Jiang, W. (2022). Anti-diabetic and anti-obesity: Efficacy evaluation and exploitation of polyphenols in fruits and vegetables. *Food Research International*, 157, 111202. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111202>
- CODEX STANT. (2005). *Norma general para zumos (jugos) y néctares de frutas*. [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B247-2005%252FCXS\\_247s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B247-2005%252FCXS_247s.pdf).
- Cuesta, L., Andrade, M., Moreno, C., & Concellón, A. (2013). Contenido de compuestos antioxidantes en tres estados de maduración de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) cultivado a diferentes alturas (m.s.n.m.). *Enfoque* 4(1), 32-49. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v4n1.23>
- Cueva, P. E. (2012). *Diseño de una planta agroindustrial procesadora de alimentos extruidos tipo snack, a partir de soya (Glycine max L.) y Amaranto (Amaranthus sp), en la provincia de Pichincha* [Tesis de pregrado, Universidad de las Américas]. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2795152>
- Culcapusa, M. (2015). *Caracterización bromatológica microbiológica y sensorial del néctar de aguaymanto (Physalis peruviana l.) edulcorado con stevia (Stevia rebaudiana bertonii)* [Tesis para optar el título profesional. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú]. pdf. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3d994f74-a909-4b88-be03-86005f0074a9/content>
- Dávila, N., & Hernández, J. (2006). Métodos de ensayos rápidos de detección de microorganismos. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, 7(7), 1-18. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612753003.pdf>
- Diep, T., Rush, E., & Yoo, M. (2022). Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.): A review of physicochemical and bioactive properties and potential applications. *Food Reviews International*, 38(7), 1343-1367. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1804931>
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2003). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Instituto Nacional de Salud. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Proy\\_RM615-2003.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf)

- Ecograins. (2014). *Características del tomate de árbol*.  
<https://ecograins.wordpress.com/2014/05/02/caracteristicas-del-tomate-de-arbol/>
- Espinoza, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los alimentos*.  
[https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial\\_final.pdf](https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf)
- Encina, C., Bernal, A., & Rojas, D. (2013). Efecto de la temperatura de pasteurización y proporción de mezclas binarias de pulpa de carambola y mango sobre su capacidad antioxidante lipofílica. *Ingeniería Industrial* (31), 197-219.  
<https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337430545009>
- Fang, J. (2014). Bioavailability of anthocyanins. *Drug Metabolism Reviews*, 46(4), 508-520.  
<https://doi.org/10.3109/03602532.2014.978080>
- Feican, C., Encalada, C., & Becerril, A. (2016). Descripción Agronómica del cultivo del tomate de árbol (*Solanum betaceum* cav.). *Revista Agro Productividad*, 9(8).  
<https://core.ac.uk/reader/249320590>
- Gómez, R., & Yauri, J. (2009). *La influencia en las características nutritivas y organolépticas del néctar de maca (Lepidium Peruvianum chacón) con adición de la pulpa de tuna* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].  
[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/597/TIA\\_02.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/597/TIA_02.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gómez-Martínez, H., Bermejo, A., Zuriaga, E., & Badenes, M. L. (2021). Polyphenol content in apricot fruits. *Scientia Horticulturae*, 277, 109828.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109828>
- Gutierrez, T., Páez, M., & Hoyos, O. (2007). Seguimiento de la degradación térmica y lumínica del ácido ascórbico en uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Scientia Et Technica*, XIII (33), 211-215. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84903356.pdf>
- Gutierrez, A., & López, M. (1999). *Manejo postcosecha y comercialización del tomate de árbol: (Cyphomandra betacea)*. <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/7020>
- Guzmán, L., Martínez, P., Martínez, D., Acevedo, D., & Montero, P. (2016). Estudio de la vida útil de Jamón de cerdo mediante pruebas aceleradas. *Interciencia*, 41(7), 488-491.  
<https://www.redalyc.org/pdf/339/33946267008.pdf>

- Hatier, J., & Gould, K. (2009). Anthocyanin Function in Vegetative Organs. En C. Winefield, K. Davies, & K. Gould (Eds.), *Anthocyanins: Biosynthesis, Functions, and Applications* (pp. 1-19). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-77335-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-77335-3_1)
- Heldman, D., & Lund, D. (2007). *Handbook-of-food-engineering* (2.<sup>a</sup> ed.). CRC Press. <https://deymerg.files.wordpress.com/2013/07/handbook-of-food-engineering.pdf>
- Hernández, A., Papadakos, P., Torres, A., González, D., Vives, M., Ferrando, C., & Baeza, J. (2020). Dos terapias conocidas podrían ser efectivas como adyuvantes en el paciente crítico infectado por COVID-19. *Revista Espanola de Anestesiología y Reanimación*, 67(5), 245-252. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2020.03.004>
- Hours, A., Ferreyra, M., Schvab, C., Gerard, M., Zapata, M., & Davies, V. (2005). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de jugos de naranja destinados a vinificación. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, XVI(31), 319-239. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/145/14503107.pdf>
- Isla, M., Orqueda, M., Moreno, M., Torres, S., & Zampini, I. (2022). *Solanum betaceum* Fruits Waste: A Valuable Source of Bioactive Compounds to Be Used in Foods and Non-Foods Applications. *Food*, 11(21), 3363. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods11213363>
- Kunitake, M., Ditchfield, C., Silva, C., & Petrus, R. (2014). Efecto de la temperatura de pasteurización sobre la estabilidad de una bebida de jugo de caña de azúcar acidificado. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 38(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000600004>
- Jordan, V. (2019). *Determinación de la vida útil mediante pruebas aceleradas (ASLT) de un producto extruido enriquecido con concentrado proteico de pota (Diosidicus gigas)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4195/vito-villa-jordan-jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Labuza, T. P. (1984). Application of chemical kinetics to deterioration of foods. *Journal of Chemical Education*, 61(4), 348. <https://doi.org/10.1021/ed061p348>
- Lacerda, L., Ortega, B., Costa, I., Costa, S. M., Rodríguez, E., & Costa, M. (2022). Shelf life and retention of bioactive compounds in storage of pasteurized *Passiflora setacea* pulp,

- an exotic fruit from Brazilian savannah. *LWT*, 159, 113202. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113202>
- Laguna, L. (2021). *Cinética de degradación térmica del ácido ascórbico y antocianinas en la pulpa de camu camu (Myrciaria dubia) durante la pasteurización* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1996>
- Leandro, L. (2021). *Cinética de degradación térmica del ácido ascórbico y antocianinas en la pulpa de camu camu (Myrciaria dubia) durante la pasteurización* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1996>
- Lee, J., Durst, R., & Wrolstad, R. (2005). Determinación del contenido total de pigmentos antocianos monoméricos de jugos de frutas, bebidas, colorantes naturales y vinos mediante el método diferencial de pH: estudio colaborativo. *Revista de la AOAC Internacional*, 88(5), 1269-1278. <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>
- León, I., & Pérez, R. (2018). *Efectos de la pasteurización en el contenido de antocianinas y fenoles totales en el jugo de uva (vitis vinífera l.) variedad red globe*. [Tesis para optar el título profesional. Universidad Señor de Sipán, Pimentel]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5773/Le%C3%B3n%20D%C3%ADaz%20%26%20Perez%20Izquierdo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Liu, Y., Schouten, R., Tikunov, Y., Liu, X., Visser, R., Tan, F., Bovy, A., & Marcelis, L. (2022). Blue light increases anthocyanin content and delays fruit ripening in purple pepper fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 192, 112024. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2022.112024>
- Llantoy, M. C. (2020). *Efecto del tratamiento térmico sobre la capacidad antioxidante y la retención de antocianinas del néctar de arándano (Vaccinium corymbosum)* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6827>
- Lucas, K., Maggi, J., & Yagual, M. (2011). *Creación de una empresa de producción, comercialización y exportación de tomate de árbol en el área de sangolquí, provincia de pichincha* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10688/2/TOMATE%20DE%20ARBOL.pdf>

- Macías, E., Demera, F., Zambrano, L., Sacón, E., Saltos, J., & Zambrano, B. (2022). Estabilidad de néctar mix de pulpa de naranja (*Citrus sinnensis*) y mandarina (*Citrus reticulata*) con goma xanthan y cmc. *La técnica*(27), 1-12. [https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i27.3897](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i27.3897)
- Mamani, P. C. (2014). *Capacidad antioxidante del copoazú y ungurahui en el proceso de néctar* [Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. [https://www.academia.edu/25898714/CAPACIDAD\\_ANTIOXIDANTE\\_DEL\\_COP\\_OAZ%C3%9A\\_Y\\_UNGURAHUI\\_EN\\_EL\\_PROCESO\\_DE\\_NECTAR](https://www.academia.edu/25898714/CAPACIDAD_ANTIOXIDANTE_DEL_COP_OAZ%C3%9A_Y_UNGURAHUI_EN_EL_PROCESO_DE_NECTAR)
- Mandha, J., Shumoy, H., Matem, A., & Raes, K. (2023). Characterization of fruit juices and effect of pasteurization and storage conditions on their microbial, physicochemical, and nutritional quality. *Food Bioscience*, 51, 102335. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102335>
- Manrique, E. (2003). *Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz para la fotosíntesis*. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/250>
- Martinez, E. (2015). Compuestos bioactivos y salud: Mitos y realidades. 65 (1). <http://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-47/>
- Martinus, A., & Van, S. (2009). *Kinetic Modeling of Reactions In Foods*. CRC Press. <https://www.routledge.com/Kinetic-Modeling-of-Reactions-In-Foods/Boekel/p/book/9781574446142>
- Matute, N., Campo, M., Vivanco, E., & Escobar, W. (2023). Diseño de una bebida a base de *Solanum betaceum* Cav. (tomate de árbol) y cascarilla de *Theobroma cacao* L(cacao). *Revista Ciencia UNEM*, 15(40), 122 - 132. <https://doi.org/https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol15iss40.2022pp122-132p>
- Meléndez, A. J. (2019). An Overview of Carotenoids, Apocarotenoids, and Vitamin A in Agro-Food, Nutrition, Health, and Disease. *Molecular Nutrition & Food Research*, 63(15), 1801045. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201801045pasteuri>
- Meléndez, A., Vicario., & Heredia, J. (2004). Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(2), 209-215.
- Ministerio de Desarrollo e inclusión Social. (2023). *Especificaciones técnicas de alimentos que forman parte de la prestación del servicio alimentario del programa nacional de*

*alimentación escolar Qali warma*. Programa Nacional de Alimentación Escolar QALI WARMA. <https://info.qaliwarma.gob.pe/datpub/uop/catalogo/2024/47-NECTAR-DE-FRUTAFF.pdf?v=3.0>

- Mostacilla, S., & Ordóñez, A. (2019). *Evaluación de los parámetros de textura en un snack a partir de una mezcla de cereales desarrollado en la empresa Segalco S.A.S.* [Tesis de pregrado, Universidad del Cauca]. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/1466/EVALUACION%20DE%20LOS%20PARAMETROS%20DE%20TEXTURA%20EN%20UN%20SNACK%20A%20PARTIR%20DE%20UNA%20MEZCLA%20DE%20CEREALES%20DESARROLLADO%20EN%20LA%20EMPRESA%20SEGALCO%20S.A.S..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ninaquispe, P., & Revilla, C. (2011). Efecto de la proporción de papaya (*Carica papaya*) y carambola (*Averrhoa carambola*) y la dilución en el sabor y apariencia del néctar mixto utilizando el método de superficie de respuesta. *Agroindustrial Science*, 1(1), 15-21. <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6583491.pdf>
- Norma Técnica Peruana 203.110. (2009). *Jugos, néctares y bebidas de fruta. Requisitos*. [https://www.academia.edu/34736799/285300947\\_NTP\\_NECTAR\\_pdf](https://www.academia.edu/34736799/285300947_NTP_NECTAR_pdf)
- Núñez, M., Hernández, R., Rodríguez, I., Rodríguez, J., & Torres, Y. (2017). Metodología para la estimación de la vida útil de los alimentos. 27(2), 75-82. [https://www.researchgate.net/publication/322701856\\_METODOLOGIA\\_PARA\\_LA\\_ESTIMACION\\_DE\\_LA\\_VIDA\\_UTIL\\_DE\\_LOS\\_ALIMENTOS\\_II\\_METODOS\\_DE\\_ESTIMACION](https://www.researchgate.net/publication/322701856_METODOLOGIA_PARA_LA_ESTIMACION_DE_LA_VIDA_UTIL_DE_LOS_ALIMENTOS_II_METODOS_DE_ESTIMACION)
- Obregón, A., Peñafiel, C., Contreras, E., Arias, G., & Bracamonte, M. (2021). Características físico-químicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(1), 17-25. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.202>
- Oladzadabbasabadi, N., Mohammadi Nafchi, A., Ghasemlou, M., Ariffin, F., Singh, Z., & Al-Hassan, A. A. (2022). Natural anthocyanins: Sources, extraction, characterization, and suitability for smart packaging. *Food Packaging and Shelf Life*, 33, 100872. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100872>
- Orellano, E., & Valverde, J. (2017). *Propiedades físicas, antocianinas y capacidad antioxidante del atomizado de Mashua (Tropaeolum Tuberosum) encapsulado con maltodextrina* [Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustria, Universidad

- Nacional del Centro del Perú].  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4776/Orellano%20Gonzales%20-%20Valverde%20Torres.pdf?sequence=1>
- Orosco, F. (2017). *Efecto de la temperatura en la cinética de degradación del ácido ascórbico en pulpa de tomate de árbol (Solanum betaceum)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José María Arguedas].  
[https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/274/FlorindaYavar%c3%ad\\_Tesis\\_Bachiller\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/274/FlorindaYavar%c3%ad_Tesis_Bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Osorio, O., Villareal, Y., Mejía, D., & Ceron, A. (2013). Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitamina c en jugos de frutas. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2).  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612013000200008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000200008)
- Paiva, M. (2018). *Efecto de la temperatura y tiempo de tratamiento térmico sobre el valor pasteurizador, porcentaje de retención de carotenoides y aceptabilidad general de néctar de aguaymanto (Physalis Peruviana l)*. [Universidad Cesar Vallejo]. Pdf.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25317/paiva\\_fm.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25317/paiva_fm.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Palacios, D. (2022). *Optimización de parámetros óptimos en la elaboración de pulpa de maracuyá (Passiflora edulis) y su periodo de vida útil por microbiología predictiva* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura].  
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/4026/IAIA-PAL-PAR-2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pamela, L. (2011). *Vitamina C en frutas y vegetales*.  
<http://Lennypamela.blogspot.com/2011/11/vitaminac.html>
- Peirano, G., De La Flor, L., & Vilchez, J. (2023). Potencialidades productivas para impulsar de desarrollo industrial a nivel territorial. Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5162865/CEPLAN%20-%20Potencialidades%20productivas%20para%20impulsar%20el%20desarrollo%20in%20dustrial%20a%20nivel%20territorial.pdf>
- Quillimamani, S., Chambi, A., & Coaquira, J. (2022). Evaluación de la cinética de degradación térmica de la vitamina C en la pulpa de tumbo (*Passiflora mollissima* b.). *Fides Et*

- Ratio*, 24, 145-164.  
[https://doi.org/http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v24n24/v24n24\\_a09.pdf](https://doi.org/http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v24n24/v24n24_a09.pdf)
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1), 76-89. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112012000100009](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009)
- Ramírez, B. (2019). “*Cinética de la degradación del ácido ascórbico durante la deshidratación del aguaymanto (Physalis peruviana i.)*”. Universidad Nacional del Callao. <https://doi.org/10.15332/dt.inv.2016.02535>
- Repo, R., & Encina, C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 74(2), 108-124. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2008000200004](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000200004)
- Rodríguez, D. (1999). Changes in carotenoids during processing and storage of foods. *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*, 49 (3 Suppl 1), 38S-47S. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10971842/>
- Rodríguez, V. (2004). *Estimación de la vida útil de harina de pejibaye, obtenida por deshidratación* ISBN 978-9968-45-359-2—Libro (1.<sup>a</sup> ed.). Tesis. <https://isbn.cloud/9789968453592/estimacion-de-la-vida-util-de-harina-de-pejibaye-obtenida-por-deshidratacion/>
- Rojas, D., Carrasco, R., & Encina, C. (2017). Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceum* cav.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(2), 174-186. <https://revistas.sqperu.org.pe/index.php/revistasqperu/article/view/195/167>
- Sape, L., & Hwa, L. (2014). Study on the Kinetics of Vitamin C Degradation in Fresh Strawberry Juices . *Procedia Chemistry*, 9, 62 – 68. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2014.05.008>
- Santos, P., & Silva, M. (2008). Retención de vitamina C en los procesos de secado de frutas y verduras: *Una revisión*. 26(12), 1421-1437. <http://dx.doi.org/10.1080/07373930802458911>

- Sanutrición. (2012). *Carotenoides*.  
<http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/carotenoides.pdf>
- Schaefer, J., & Santos, T. (2014). *Vitaminas: Vitamina C (Ácido ascórbico)*.  
<http://quipibid.blogspot.com/2014/09/vitaminas-vitamina-c-acido-ascorbico.html>
- Schmalzer, P., Thompson, T., & Simpson, A. (2008). Trends in Deflection with Application of Repeated Loads: Impact on Deflection Data Averaging. *Transportation Research Record*, 2068(1), 71-77. <https://doi.org/10.3141/2068-08>
- Solís, Y. (2008). *Cantidad de jueces para evaluación sensorial* [Instituto Politécnico Nacional Unidad profesional Interdisciplinaria de Biotecnología].  
[https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/14639/1/EVALUACION%20SENSO%20RIAL\\_SELECCION%20DE%20JUECES%20P.pdf](https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/14639/1/EVALUACION%20SENSO%20RIAL_SELECCION%20DE%20JUECES%20P.pdf).
- Such, A., Sánchez, C., Gomis, P., & Herreros, A. (2009). Estabilidad de vitaminas en nutrición parenteral. *Nutrición Hospitalaria*, 24(1), 1-9.  
[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112009000100001](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112009000100001)
- Utus, D. (2021). “Efecto del pH, temperatura y tiempo de pasteurización en el contenido de antocianinas, fenoles totales y capacidad antioxidante de una bebida refrescante de macha macha (*Vaccinium floribundum* Kunth)”. [Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica].  
<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9497b964-1307-4388-bbec-7248dddfc04f/content>
- Tapia, M., & Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*.  
<https://www.fao.org/3/ai185s/ai185s.pdf>
- Toledo, R. (2018). Thermal Process Calculations. En R. K. Singh & F. Kong (Eds.), *Fundamentals of Food Process Engineering* (4.<sup>a</sup> ed., pp. 195-244). Springer Cham.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-90098-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-90098-8_8)
- Torres, A. (2012). Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 62(4). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2012/4/art-10/>
- Torres, E., Rodríguez, G., & López, W. (2017). Efecto de la pasteurización en el contenido de betalaínas de la pulpa de tuno indio (*Opuntia dillenii*)—CHICLAYO 2016.

*INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 4(1), Article 1.  
<https://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/531>

Valdivieso, J., & Flor, M. (2024). “Influencia de la temperatura y tiempo de pasteurizado en el néctar funcional de *Beta vulgaris* y *Passiflora edulis*“. *Tesis para obtener el título profesional*. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote.  
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4680/Tesis%20Valdivieso%20-%20Moya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valladolid, A. (2018). *Optimización de parámetros para la obtención de néctar a partir de guanábana (*Anona muricata* L), con fines de aceptación, por metodología de superficie de respuesta* [Universidad Nacional de Piura].  
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1390>

Ventura, Y. (2020). *Efecto de temperatura y tiempo de pasteurización en el concentrado de maracuya envasado en bolsas de polietileno de alta densidad* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4248>

Viera, W., Samaniego, I., Camacho, D., Habibi, N., Ron, L., Sediqui, N., & Brito, B. (2022). Phytochemical characterization of a tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) breeding population grown in the inter-Andean valley of Ecuador. *Plant*, 3(268), 11.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/plants11030268>

Zhao, J., Wang, Z., Xu, D., & Sun, X. (2022). Advances on *Cyclocarya paliurus* polyphenols: Extraction, structures, bioactivities and future perspectives. *Food Chemistry*, 396, 133667. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133667>

Zhou, X., Wu, Y., Wang, Y., Zhou, X., Chen, X., & Xi, J. (2022). An efficient approach for the extraction of anthocyanins from *Lycium ruthenicum* using semi-continuous liquid phase pulsed electrical discharge system. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 80, 103099. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103099>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Elaboración del néctar de tomate de árbol.



Selección de tomate de árbol



Desinfección



Pelado



Pulpeado y filtrado



Producto terminado

**Anexo 2.** Medición de los sólidos solubles (°Brix) del néctar.



**Anexo 3.** Medición del pH del néctar.



**Anexo 4.** Determinación de la acidez titulable del néctar.



**Anexo 5.** Análisis microbiológico del néctar.



**Anexo 6.** Ficha para la evaluación sensorial de néctar de tomate de árbol

**Ficha para la evaluación sensorial de néctar de tomate de árbol**

Apellidos y nombres:.....

Fecha...../...../.....

Edad:.....

Sexo:.....

**Indicaciones:**

A continuación se les presenta muestras de néctar de tomate de árbol con diferentes formulaciones. Por favor pruebe cada muestra e indique su nivel de agrado en cuanto a cada atributo presentado de acuerdo con la siguiente escala:

**Escala hedónica estructurada**

- 1: me disgusta muchísimo
- 2: me disgusta mucho
- 3: me disgusta bastante
- 4: me disgusta ligeramente
- 5: ni me gusta ni me disgusta
- 6: me gusta ligeramente
- 7: me gusta bastante
- 8: me gusta mucho
- 9: me gusta muchísimo

Muestra	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Acep.general
T1					
T2					
T3					
T4					
T5					
T6					
T7					
T8					
T9					
T10					
T11					
T12					
T13					
T14					
T15					

Observaciones.....

Muchas gracias



## Anexo 7. Análisis de varianza para los °Brix

### A. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Brix; R-sqr=.81879; Adj.:.6557 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.3036068 DV: Brix				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	2.70107	1	2.701074	8.89662	0.013744
Dilución(Q)	0.51207	1	0.512074	1.68663	0.223193
(2) Temperatura (°C)(L)	5.85778	1	5.857780	19.29397	0.001351
Temperatura (°C)(Q)	1.71563	1	1.715633	5.65084	0.038801
(3) Tiempo (min)(L)	1.81530	1	1.815301	5.97912	0.034539
Tiempo (min)(Q)	1.33280	1	1.332798	4.38988	0.062580
1L by 2L	0.19105	1	0.191049	0.62927	0.446038
1L by 3L	0.01191	1	0.011909	0.03922	0.846974
2L by 3L	0.08681	1	0.086806	0.28591	0.604535
Error	3.03607	10	0.303607		
Total, SS	16.75439	19			

### B. ANOVA con falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Brix; R-sqr=.81879; Adj.:.6557 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0021111 DV: Brix				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	2.70107	1	2.701074	1279.456	0.000000
Dilución(Q)	0.51207	1	0.512074	242.561	0.000020
(2) Temperatura (°C)(L)	5.85778	1	5.857780	2774.738	0.000000
Temperatura (°C)(Q)	1.71563	1	1.715633	812.668	0.000001
(3) Tiempo (min)(L)	1.81530	1	1.815301	859.879	0.000001
Tiempo (min)(Q)	1.33280	1	1.332798	631.325	0.000002
1L by 2L	0.19105	1	0.191049	90.497	0.000217
1L by 3L	0.01191	1	0.011909	5.641	0.063552
2L by 3L	0.08681	1	0.086806	41.118	0.001368
Lack of Fit	3.02551	5	0.605102	286.627	0.000004
Pure Error	0.01056	5	0.002111		
Total, SS	16.75439	19			

## Anexo 8. Coeficientes de regresión para los °Brix

### A. Sin falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Brix; R-sqr=.81879; Adj:.6557 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.3036068 DV: Brix					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	t (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	71.70289	27.05201	2.65056	0.024290	11.42727	131.9785
(1) Dilución(L)	-0.51898	3.48462	-0.14894	0.884565	-8.28319	7.2452
Dilución(Q)	-0.24436	0.18816	-1.29871	0.223193	-0.66361	0.1749
(2) Temperatura (°C)(L)	-1.52439	0.64299	-2.37080	0.039224	-2.95706	-0.0917
Temperatura (°C)(Q)	0.00984	0.00414	2.37715	0.038801	0.00062	0.0191
(3) Tiempo (min)(L)	-0.53115	0.46283	-1.14760	0.277846	-1.56240	0.5001
Tiempo (min)(Q)	0.00867	0.00414	2.09520	0.062580	-0.00055	0.0179
1L by 2L	0.03310	0.04173	0.79326	0.446038	-0.05988	0.1261
1L by 3L	0.00826	0.04173	0.19805	0.846974	-0.08472	0.1012
2L by 3L	0.00295	0.00551	0.53471	0.604535	-0.00933	0.0152

### B. Con falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Brix; R-sqr=.81879; Adj:.6557 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0021111 DV: Brix					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t (5)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	71.70289	2.255793	31.7861	0.000001	65.90419	77.50159
(1) Dilución(L)	-0.51898	0.290573	-1.7861	0.134141	-1.26593	0.22796
Dilución(Q)	-0.24436	0.015690	-15.5744	0.000020	-0.28470	-0.20403
(2) Temperatura (°C)(L)	-1.52439	0.053617	-28.4311	0.000001	-1.66222	-1.38657
Temperatura (°C)(Q)	0.00984	0.000345	28.5073	0.000001	0.00895	0.01072
(3) Tiempo (min)(L)	-0.53115	0.038594	-13.7623	0.000036	-0.63036	-0.43194
Tiempo (min)(Q)	0.00867	0.000345	25.1262	0.000002	0.00778	0.00956
1L by 2L	0.03310	0.003480	9.5130	0.000217	0.02416	0.04205
1L by 3L	0.00826	0.003480	2.3751	0.063552	-0.00068	0.01721
2L by 3L	0.00295	0.000459	6.4124	0.001368	0.00177	0.00413

## Anexo 9. Análisis de varianza para el pH

### A. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.:pH; R-sqr=.41806; Adj:0. (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.0004235 DV: pH				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	0.000018	1	0.000018	0.042596	0.840629
Dilución(Q)	0.000001	1	0.000001	0.001825	0.966763
(2) Temperatura (°C)(L)	0.000493	1	0.000493	1.163829	0.306006
Temperatura (°C)(Q)	0.000097	1	0.000097	0.228769	0.642722
(3) Tiempo (min)(L)	0.001893	1	0.001893	4.468581	0.060643
Tiempo (min)(Q)	0.000097	1	0.000097	0.228769	0.642722
1L by 2L	0.000177	1	0.000177	0.417970	0.532509
1L by 3L	0.000153	1	0.000153	0.362305	0.560627
2L by 3L	0.000139	1	0.000139	0.327939	0.579522
Error	0.004235	10	0.000424		
Total, SS	0.007278	19			

### B. ANOVA con falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.:pH; R-sqr=.41806; Adj:0. (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0006296 DV: pH				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	0.000018	1	0.000018	0.028652	0.872220
Dilución(Q)	0.000001	1	0.000001	0.001228	0.973404
(2) Temperatura (°C)(L)	0.000493	1	0.000493	0.782850	0.416784
Temperatura (°C)(Q)	0.000097	1	0.000097	0.153882	0.711017
(3) Tiempo (min)(L)	0.001893	1	0.001893	3.005793	0.143501
Tiempo (min)(Q)	0.000097	1	0.000097	0.153882	0.711017
1L by 2L	0.000177	1	0.000177	0.281147	0.618644
1L by 3L	0.000153	1	0.000153	0.243705	0.642461
2L by 3L	0.000139	1	0.000139	0.220588	0.658362
Lack of Fit	0.001087	5	0.000217	0.345301	0.865961
Pure Error	0.003148	5	0.000630		
Total, SS	0.007278	19			

## Anexo 10. Coeficientes de regresión para el pH

### A. Sin falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: pH; R-sqr=.41806; Adj:0. (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.0004235 DV: pH					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	t (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	2.924349	1.010371	2.894331	0.015988	0.673101	5.175597
(1) Dilución(L)	0.097817	0.130148	0.751582	0.469621	-0.192170	0.387804
Dilución(Q)	-0.000300	0.007028	-0.042724	0.966763	-0.015959	0.015358
(2) Temperatura (°C)(L)	0.012829	0.024015	0.534200	0.604875	-0.040680	0.066338
Temperatura (°C)(Q)	-0.000074	0.000155	-0.478299	0.642722	-0.000418	0.000270
(3) Tiempo (min)(L)	-0.005014	0.017286	-0.290033	0.777716	-0.043530	0.033503
Tiempo (min)(Q)	-0.000074	0.000155	-0.478299	0.642722	-0.000418	0.000270
1L by 2L	-0.001008	0.001559	-0.646506	0.532509	-0.004481	0.002465
1L by 3L	-0.000938	0.001559	-0.601918	0.560627	-0.004411	0.002535
2L by 3L	0.000118	0.000206	0.572659	0.579522	-0.000341	0.000576

### B. Con falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: pH; R-sqr=.41806; Adj:0. (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.0004235 DV: pH					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	t (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	2.924349	1.010371	2.894331	0.015988	0.673101	5.175597
(1) Dilución(L)	0.097817	0.130148	0.751582	0.469621	-0.192170	0.387804
Dilución(Q)	-0.000300	0.007028	-0.042724	0.966763	-0.015959	0.015358
(2) Temperatura (°C)(L)	0.012829	0.024015	0.534200	0.604875	-0.040680	0.066338
Temperatura (°C)(Q)	-0.000074	0.000155	-0.478299	0.642722	-0.000418	0.000270
(3) Tiempo (min)(L)	-0.005014	0.017286	-0.290033	0.777716	-0.043530	0.033503
Tiempo (min)(Q)	-0.000074	0.000155	-0.478299	0.642722	-0.000418	0.000270
1L by 2L	-0.001008	0.001559	-0.646506	0.532509	-0.004481	0.002465
1L by 3L	-0.000938	0.001559	-0.601918	0.560627	-0.004411	0.002535
2L by 3L	0.000118	0.000206	0.572659	0.579522	-0.000341	0.000576

## Anexo 11. Análisis de varianza para la acidez titulable

### A. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Acidez titulable (%); R-sqr=.71242; Adj.:4536 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.0002684 DV: Acidez titulable (%)				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	0.004225	1	0.004225	15.74533	0.002652
Dilución(Q)	0.001747	1	0.001747	6.51103	0.028781
(2) Temperatura (°C)(L)	0.000096	1	0.000096	0.35776	0.563056
Temperatura (°C)(Q)	0.000000	1	0.000000	0.00097	0.975757
(3) Tiempo (min)(L)	0.000000	1	0.000000	0.00042	0.984094
Tiempo (min)(Q)	0.000058	1	0.000058	0.21593	0.652115
1L by 2L	0.000843	1	0.000843	3.14054	0.106778
1L by 3L	0.000582	1	0.000582	2.16997	0.171494
2L by 3L	0.000737	1	0.000737	2.74732	0.128412
Error	0.002684	10	0.000268		
Total, SS	0.009332	19			

### B. ANOVA con falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Acidez titulable (%); R-sqr=.71242; Adj.:4536 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0001283 DV: Acidez titulable (%)				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	0.004225	1	0.004225	32.92643	0.002252
Dilución(Q)	0.001747	1	0.001747	13.61579	0.014146
(2) Temperatura (°C)(L)	0.000096	1	0.000096	0.74814	0.426609
Temperatura (°C)(Q)	0.000000	1	0.000000	0.00203	0.965807
(3) Tiempo (min)(L)	0.000000	1	0.000000	0.00087	0.977562
Tiempo (min)(Q)	0.000058	1	0.000058	0.45154	0.531398
1L by 2L	0.000843	1	0.000843	6.56745	0.050481
1L by 3L	0.000582	1	0.000582	4.53781	0.086381
2L by 3L	0.000737	1	0.000737	5.74516	0.061857
Lack of Fit	0.002042	5	0.000408	3.18237	0.114829
Pure Error	0.000642	5	0.000128		

## Anexo 12. Coeficientes de regresión para la acidez titulable

### A. Sin falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Acidez titulable (%); R-sqr=.71242; Adj.:.4536 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.0002684 DV: Acidez titulable (%)					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	t (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	0.421465	0.804277	0.52403	0.611674	-1.37058	2.213505
(1) Dilución(L)	0.089084	0.103600	0.85988	0.409995	-0.14175	0.319920
Dilución(Q)	<b>0.014274</b>	<b>0.005594</b>	<b>2.55167</b>	<b>0.028781</b>	<b>0.00181</b>	<b>0.026739</b>
(2) Temperatura (°C)(L)	0.001161	0.019117	0.06076	0.952751	-0.04143	0.043756
Temperatura (°C)(Q)	0.000004	0.000123	0.03116	0.975757	-0.00027	0.000278
(3) Tiempo (min)(L)	-0.017053	0.013760	-1.23926	0.243544	-0.04771	0.013607
Tiempo (min)(Q)	0.000057	0.000123	0.46468	0.652115	-0.00022	0.000331
1L by 2L	-0.002199	0.001241	-1.77216	0.106778	-0.00496	0.000566
1L by 3L	-0.001828	0.001241	-1.47308	0.171494	-0.00459	0.000937
2L by 3L	0.000272	0.000164	1.65750	0.128412	-0.00009	0.000637

### B. Con falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Acidez titulable (%); R-sqr=.71242; Adj.:.4536 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0001283 DV: Acidez titulable (%)					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t (5)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	0.421465	0.556172	0.75780	0.482739	-1.00822	1.851151
(1) Dilución(L)	0.089084	0.071641	1.24347	0.268817	-0.09508	0.273244
Dilución(Q)	<b>0.014274</b>	<b>0.003868</b>	<b>3.68996</b>	<b>0.014146</b>	<b>0.00433</b>	<b>0.024219</b>
(2) Temperatura (°C)(L)	0.001161	0.013219	0.08786	0.933400	-0.03282	0.035143
Temperatura (°C)(Q)	0.000004	0.000085	0.04506	0.965807	-0.00021	0.000223
(3) Tiempo (min)(L)	-0.017053	0.009516	-1.79209	0.133106	-0.04151	0.007408
Tiempo (min)(Q)	0.000057	0.000085	0.67197	0.531398	-0.00016	0.000276
1L by 2L	-0.002199	0.000858	-2.56270	0.050481	-0.00440	0.000007
1L by 3L	-0.001828	0.000858	-2.13021	0.086381	-0.00403	0.000378
2L by 3L	0.000272	0.000113	2.39691	0.061857	-0.00002	0.000563

### Anexo 13. Análisis de varianza para el ácido ascórbico

#### A. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Ácido ascórbico; R-sqr=.953; Adj.:.91069 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.0933537 DV: Ácido ascórbico				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	15.32176	1	15.32176	164.1258	0.000000
Dilución(Q)	1.38221	1	1.38221	14.8062	0.003223
(2) Temperatura (°C)(L)	0.92852	1	0.92852	9.9462	0.010267
Temperatura (°C)(Q)	0.02344	1	0.02344	0.2511	0.627164
(3) Tiempo (min)(L)	0.57947	1	0.57947	6.2072	0.031912
Tiempo (min)(Q)	0.26591	1	0.26591	2.8484	0.122357
1L by 2L	0.00195	1	0.00195	0.0209	0.887996
1L by 3L	0.01241	1	0.01241	0.1329	0.722992
2L by 3L	0.06441	1	0.06441	0.6899	0.425571
Error	0.93354	10	0.09335		
Total, SS	19.86138	19			

#### B. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Ácido ascórbico; R-sqr=.953; Adj.:.91069 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0033493 DV: Ácido ascórbico				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	15.32176	1	15.32176	4574.554	0.000000
Dilución(Q)	1.38221	1	1.38221	412.682	0.000005
(2) Temperatura (°C)(L)	0.92852	1	0.92852	277.223	0.000014
Temperatura (°C)(Q)	0.02344	1	0.02344	6.998	0.045679
(3) Tiempo (min)(L)	0.57947	1	0.57947	173.009	0.000045
Tiempo (min)(Q)	0.26591	1	0.26591	79.391	0.000296
1L by 2L	0.00195	1	0.00195	0.582	0.480034
1L by 3L	0.01241	1	0.01241	3.705	0.112215
2L by 3L	0.06441	1	0.06441	19.230	0.007120
Lack of Fit	0.91679	5	0.18336	54.744	0.000230
Pure Error	0.01675	5	0.00335		
Total, SS	19.86138	19			

### Anexo 14. Coeficientes de regresión para el ácido ascórbico

#### A. Sin falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Ácido ascórbico; R-sqr=.953; Adj.:.91069 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.0933537 DV: Ácido ascórbico					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	T (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	28.32492	15.00063	1.88825	0.088316	-5.09858	61.74841
(1) Dilución(L)	-3.88589	1.93226	-2.01106	0.072047	-8.19122	0.41945
Dilución(Q)	<b>0.40148</b>	<b>0.10434</b>	<b>3.84788</b>	<b>0.003223</b>	<b>0.16900</b>	<b>0.63395</b>
(2) Temperatura (°C)(L)	-0.15573	0.35654	-0.43679	0.671545	-0.95016	0.63869
Temperatura (°C)(Q)	0.00115	0.00229	0.50107	0.627164	-0.00396	0.00626
(3) Tiempo (min)(L)	-0.02529	0.25665	-0.09853	0.923459	-0.59713	0.54655
Tiempo (min)(Q)	0.00387	0.00229	1.68771	0.122357	-0.00124	0.00899
1L by 2L	-0.00334	0.02314	-0.14448	0.887996	-0.05490	0.04822
1L by 3L	0.00844	0.02314	0.36461	0.722992	-0.04312	0.06000
2L by 3L	-0.00254	0.00306	-0.83063	0.425571	-0.00935	0.00427

#### B. Con falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Acido ascórbico; R-sqr=.953; Adj.:.91069 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0033493 DV: Acido ascórbico					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t (5)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	<b>28.32492</b>	<b>2.841343</b>	<b>9.9688</b>	<b>0.000174</b>	<b>21.02101</b>	<b>35.62882</b>
(1) Dilución(L)	<b>-3.88589</b>	<b>0.365998</b>	<b>-10.6172</b>	<b>0.000128</b>	<b>-4.82671</b>	<b>-2.94506</b>
Dilución(Q)	<b>0.40148</b>	<b>0.019763</b>	<b>20.3146</b>	<b>0.000005</b>	<b>0.35067</b>	<b>0.45228</b>
(2) Temperatura (°C)(L)	-0.15573	0.067535	-2.3060	0.069253	-0.32934	0.01787
Temperatura (°C)(Q)	<b>0.00115</b>	<b>0.000435</b>	<b>2.6454</b>	<b>0.045679</b>	<b>0.00003</b>	<b>0.00227</b>
(3) Tiempo (min)(L)	-0.02529	0.048612	-0.5202	0.625144	-0.15025	0.09968
Tiempo (min)(Q)	<b>0.00387</b>	<b>0.000435</b>	<b>8.9101</b>	<b>0.000296</b>	<b>0.00276</b>	<b>0.00499</b>
1L by 2L	-0.00334	0.004383	-0.7627	0.480034	-0.01461	0.00792
1L by 3L	0.00844	0.004383	1.9249	0.112215	-0.00283	0.01970
2L by 3L	<b>-0.00254</b>	<b>0.000579</b>	<b>-4.3852</b>	<b>0.007120</b>	<b>-0.00403</b>	<b>-0.00105</b>

## Anexo 15. Análisis de varianza para las antocianinas

### A. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Anthocyanins; R-sqr=.83603; Adj.:68846 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.4906546 DV: Anthocyanins				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	13.13161	1	13.13161	26.76344	0.000417
Dilución(Q)	0.19948	1	0.19948	0.40655	0.538050
(2) Temperatura (°C)(L)	0.74229	1	0.74229	1.51286	0.246853
Temperatura (°C)(Q)	2.23147	1	2.23147	4.54794	0.058764
(3) Tiempo (min)(L)	1.24480	1	1.24480	2.53702	0.142289
Tiempo (min)(Q)	2.71279	1	2.71279	5.52891	0.040546
1L by 2L	0.00056	1	0.00056	0.00113	0.973795
1L by 3L	0.11153	1	0.11153	0.22731	0.643771
2L by 3L	0.00366	1	0.00366	0.00746	0.932859
Error	4.90655	10	0.49065		
Total, SS	29.92371	19			

### B. ANOVA con falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Anthocyanins; R-sqr=.83603; Adj.:68846 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0034857 DV: Anthocyanins				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	13.13161	1	13.13161	3767.323	0.000000
Dilución(Q)	0.19948	1	0.19948	57.228	0.000640
(2) Temperatura (°C)(L)	0.74229	1	0.74229	212.957	0.000027
Temperatura (°C)(Q)	2.23147	1	2.23147	640.186	0.000002
(3) Tiempo (min)(L)	1.24480	1	1.24480	357.120	0.000008
Tiempo (min)(Q)	2.71279	1	2.71279	778.271	0.000001
1L by 2L	0.00056	1	0.00056	0.160	0.705950
1L by 3L	0.11153	1	0.11153	31.997	0.002399
2L by 3L	0.00366	1	0.00366	1.051	0.352370
Lack of Fit	4.88912	5	0.97782	280.528	0.000004
Pure Error	0.01743	5	0.00349		
Total, SS	29.92371	19			

## Anexo 16. Coeficientes de regresión para las antocianinas

### A. Sin falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Anthocyanins; R-sqr=.83603; Adj.:.68846 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.4906546 DV: Anthocyanins					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	t (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	-47.0966	34.38996	-1.36949	0.200814	-123.722	29.52897
(1) Dilución(L)	-1.6944	4.42983	-0.38250	0.710093	-11.565	8.17586
Dilución(Q)	0.1525	0.23920	0.63761	0.538050	-0.380	0.68549
(2) Temperatura (°C)(L)	1.6365	0.81740	2.00210	0.073131	-0.185	3.45780
Temperatura (°C)(Q)	-0.0112	0.00526	-2.13259	0.058764	-0.023	0.00050
(3) Tiempo (min)(L)	-0.4116	0.58838	-0.69963	0.500110	-1.723	0.89934
Tiempo (min)(Q)	0.0124	0.00526	2.35136	0.040546	0.001	0.02409
1L by 2L	-0.0018	0.05305	-0.03368	0.973795	-0.120	0.11642
1L by 3L	-0.0253	0.05305	-0.47677	0.643771	-0.143	0.09291
2L by 3L	0.0006	0.00700	0.08639	0.932859	-0.015	0.01621

### B. Con falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Anthocyanins; R-sqr=.83603; Adj.:.68846 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0034857 DV: Anthocyanins					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t (5)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	-47.0966	2.898586	-16.2481	0.000016	-54.5477	-39.6456
(1) Dilución(L)	-1.6944	0.373372	-4.5382	0.006179	-2.6542	-0.7346
Dilución(Q)	0.1525	0.020161	7.5649	0.000640	0.1007	0.2043
(2) Temperatura (°C)(L)	1.6365	0.068895	23.7537	0.000002	1.4594	1.8136
Temperatura (°C)(Q)	-0.0112	0.000443	-25.3019	0.000002	-0.0124	-0.0101
(3) Tiempo (min)(L)	-0.4116	0.049592	-8.3007	0.000414	-0.5391	-0.2842
Tiempo (min)(Q)	0.0124	0.000443	27.8975	0.000001	0.0112	0.0135
1L by 2L	-0.0018	0.004471	-0.3996	0.705950	-0.0133	0.0097
1L by 3L	-0.0253	0.004471	-5.6566	0.002399	-0.0368	-0.0138
2L by 3L	0.0006	0.000590	1.0250	0.352370	-0.0009	0.0021

## Anexo 17. Análisis de varianza para fenoles totales

### A. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Fenoles totales; R-sqr=.93174; Adj.:87031 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=26.76286 DV: Fenoles totales				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	3172.797	1	3172.797	118.5522	0.000001
Dilución(Q)	388.448	1	388.448	14.5145	0.003430
(2) Temperatura (°C)(L)	104.468	1	104.468	3.9035	0.076415
Temperatura (°C)(Q)	24.398	1	24.398	0.9116	0.362194
(3) Tiempo (min)(L)	47.946	1	47.946	1.7915	0.210375
Tiempo (min)(Q)	6.807	1	6.807	0.2544	0.624947
1L by 2L	9.799	1	9.799	0.3661	0.558604
1L by 3L	7.274	1	7.274	0.2718	0.613481
2L by 3L	0.000	1	0.000	0.0000	1.000000
Error	267.629	10	26.763		
Total, SS	3920.971	19			

### B. ANOVA con falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Fenoles totales; R-sqr=.93174; Adj.:87031 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.1111111 DV: Fenoles totales				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	3172.797	1	3172.797	28555.17	0.000000
Dilución(Q)	388.448	1	388.448	3496.03	0.000000
(2) Temperatura (L)	104.468	1	104.468	940.21	0.000001
Temperatura (°C)(Q)	24.398	1	24.398	219.58	0.000025
(3) Tiempo (min)(L)	47.946	1	47.946	431.52	0.000005
Tiempo (min)(Q)	6.807	1	6.807	61.27	0.000546
1L by 2L	9.799	1	9.799	88.19	0.000231
1L by 3L	7.274	1	7.274	65.47	0.000467
2L by 3L	0.000	1	0.000	0.00	1.000000
Lack of Fit	267.073	5	53.415	480.73	0.000001
Pure Error	0.556	5	0.111		
Total, SS	3920.971	19			

### Anexo 18. Coeficientes de regresión para fenoles totales

#### A. Sin falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Fenoles totales; R-sqr=.93174; Adj.:.87031 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=26.76286 DV: Fenoles totales					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	t (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	89.6931	253.9861	0.35314	0.731313	-476.223	655.6095
(1) Dilución(L)	<b>-84.7877</b>	<b>32.7164</b>	<b>-2.59160</b>	<b>0.026876</b>	<b>-157.684</b>	<b>-11.8910</b>
Dilución(Q)	<b>6.7304</b>	<b>1.7666</b>	<b>3.80978</b>	<b>0.003430</b>	<b>2.794</b>	<b>10.6666</b>
(2) Temperatura (°C)(L)	4.3705	6.0369	0.72396	0.485682	-9.081	17.8215
Temperatura (°C)(Q)	-0.0371	0.0389	-0.95479	0.362194	-0.124	0.0495
(3) Tiempo (min)(L)	-0.1582	4.3454	-0.03641	0.971670	-9.840	9.5240
Tiempo (min)(Q)	-0.0196	0.0389	-0.50434	0.624947	-0.106	0.0670
1L by 2L	0.2371	0.3918	0.60508	0.558604	-0.636	1.1101
1L by 3L	0.2043	0.3918	0.52134	0.613481	-0.669	1.0773
2L by 3L	-0.0000	0.0517	-0.00000	1.000000	-0.115	0.1153

#### B. Con falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Fenoles totales; R-sqr=.93174; Adj.:.87031 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.111111 DV: Fenoles totales					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t (5)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	<b>89.6931</b>	<b>16.36524</b>	<b>5.4807</b>	<b>0.002757</b>	<b>47.6249</b>	<b>131.7613</b>
(1) Dilución(L)	<b>-84.7877</b>	<b>2.10804</b>	<b>-40.2212</b>	<b>0.000000</b>	<b>-90.2066</b>	<b>-79.3688</b>
Dilución(Q)	<b>6.7304</b>	<b>0.11383</b>	<b>59.1273</b>	<b>0.000000</b>	<b>6.4378</b>	<b>7.0230</b>
(2) Temperatura (°C)(L)	<b>4.3705</b>	<b>0.38898</b>	<b>11.2358</b>	<b>0.000098</b>	<b>3.3706</b>	<b>5.3704</b>
Temperatura (°C)(Q)	<b>-0.0371</b>	<b>0.00250</b>	<b>-14.8182</b>	<b>0.000025</b>	<b>-0.0435</b>	<b>-0.0307</b>
(3) Tiempo (min)(L)	-0.1582	0.27999	-0.5651	0.596401	-0.8780	0.5615
Tiempo (min)(Q)	<b>-0.0196</b>	<b>0.00250</b>	<b>-7.8273</b>	<b>0.000546</b>	<b>-0.0260</b>	<b>-0.0132</b>
1L by 2L	<b>0.2371</b>	<b>0.02525</b>	<b>9.3908</b>	<b>0.000231</b>	<b>0.1722</b>	<b>0.3020</b>
1L by 3L	<b>0.2043</b>	<b>0.02525</b>	<b>8.0911</b>	<b>0.000467</b>	<b>0.1394</b>	<b>0.2692</b>
2L by 3L	-0.0000	0.00333	-0.0000	1.000000	-0.0086	0.0086

## Anexo 19. Análisis de varianza para carotenoides

### A. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Carotenoides; R-sqr=.98191; Adj.:96563 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.058949 DV: Carotenoides				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución (L)	19.90496	1	19.90496	337.6644	0.000000
Dilución(Q)	0.02270	1	0.02270	0.3850	0.548818
(2) Temperatura (°C)(L)	2.22678	1	2.22678	37.7748	0.000109
Temperatura (°C)(Q)	1.06435	1	1.06435	18.0555	0.001692
(3) Tiempo (min)(L)	0.24762	1	0.24762	4.2006	0.067561
Tiempo (min)(Q)	0.20008	1	0.20008	3.3941	0.095237
1L by 2L	0.02925	1	0.02925	0.4963	0.497222
1L by 3L	0.00541	1	0.00541	0.0917	0.768225
2L by 3L	0.00019	1	0.00019	0.0032	0.956305
Error	0.58949	10	0.05895		
Total, SS	32.59031	19			

### B. ANOVA con falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Carotenoides; R-sqr=.98191; Adj.:96563 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0010667 DV: Carotenoides				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	19.90496	1	19.90496	18660.11	0.000000
Dilución(Q)	0.02270	1	0.02270	21.28	0.005774
(2) Temperatura (°C)(L)	2.22678	1	2.22678	2087.52	0.000000
Temperatura (°C)(Q)	1.06435	1	1.06435	997.79	0.000001
(3) Tiempo (min)(L)	0.24762	1	0.24762	232.13	0.000022
Tiempo (min)(Q)	0.20008	1	0.20008	187.57	0.000037
1L by 2L	0.02925	1	0.02925	27.42	0.003363
1L by 3L	0.00541	1	0.00541	5.07	0.074165
2L by 3L	0.00019	1	0.00019	0.17	0.693542
Lack of Fit	0.58416	5	0.11683	109.52	0.000042
Pure Error	0.00533	5	0.00107		
Total, SS	32.59031	19			

## Anexo 20. Coeficientes de regresión para carotenoides

### A. Sin falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Carotenoides; R-sqr=.98191; Adj:.96563 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.058949 DV: Carotenoides					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	t (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	-30.0241	11.92015	-2.51877	0.030451	-56.5839	-3.46439
(1) Dilución(L)	-0.9580	1.53546	-0.62395	0.546633	-4.3792	2.46317
Dilución(Q)	0.0514	0.08291	0.62048	0.548818	-0.1333	0.23618
(2) Temperatura (°C)(L)	1.1359	0.28333	4.00928	0.002481	0.5046	1.76722
Temperatura (°C)(Q)	-0.0077	0.00182	-4.24918	0.001692	-0.0118	-0.00369
(3) Tiempo (min)(L)	0.1388	0.20394	0.68038	0.511706	-0.3157	0.59317
Tiempo (min)(Q)	-0.0034	0.00182	-1.84232	0.095237	-0.0074	0.00070
1L by 2L	-0.0130	0.01839	-0.70446	0.497222	-0.0539	0.02802
1L by 3L	-0.0056	0.01839	-0.30283	0.768225	-0.0465	0.03540
2L by 3L	-0.0001	0.00243	-0.05618	0.956305	-0.0055	0.00527

### B. Con falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Carotenoides; R-sqr=.98191; Adj:.96563 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0010667 DV: Carotenoides					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t (5)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	-30.0241	1.603494	-18.7242	0.000008	-34.1461	-25.9022
(1) Dilución(L)	-0.9580	0.206549	-4.6383	0.005641	-1.4890	-0.4271
Dilución(Q)	0.0514	0.011153	4.6126	0.005774	0.0228	0.0801
(2) Temperatura (°C)(L)	1.1359	0.038113	29.8044	0.000001	1.0380	1.2339
Temperatura (°C)(Q)	-0.0077	0.000245	-31.5878	0.000001	-0.0084	-0.0071
(3) Tiempo (min)(L)	0.1388	0.027434	5.0579	0.003907	0.0682	0.2093
Tiempo (min)(Q)	-0.0034	0.000245	-13.6955	0.000037	-0.0040	-0.0027
1L by 2L	-0.0130	0.002474	-5.2369	0.003363	-0.0193	-0.0066
1L by 3L	-0.0056	0.002474	-2.2512	0.074165	-0.0119	0.0008
2L by 3L	-0.0001	0.000327	-0.4176	0.693542	-0.0010	0.0007

## Anexo 21. Análisis de varianza para la aceptabilidad

### A. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Aceptabilidad; R-sqr=.69979; Adj.:4296 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.2202666 DV: Aceptabilidad				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	0.579041	1	0.579041	2.62882	0.136006
Dilución(Q)	4.211287	1	4.211287	19.11905	0.001394
(2) Temperatura (°C)(L)	0.002209	1	0.002209	0.01003	0.922210
Temperatura (°C)(Q)	1.136794	1	1.136794	5.16099	0.046430
(3) Tiempo (min)(L)	0.004215	1	0.004215	0.01913	0.892727
Tiempo (min)(Q)	0.484213	1	0.484213	2.19831	0.168977
1L by 2L	0.002896	1	0.002896	0.01315	0.910974
1L by 3L	0.012837	1	0.012837	0.05828	0.814117
2L by 3L	0.000011	1	0.000011	0.00005	0.994504
Error	2.202666	10	0.220267		
Total, SS	7.337041	19			

### B. ANOVA con falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: Aceptabilidad; R-sqr=.69979; Adj.:4296 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0003975 DV: Aceptabilidad				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	0.579041	1	0.579041	1456.85	0.000000
Dilución(Q)	4.211287	1	4.211287	10595.47	0.000000
(2) Temperatura (°C)(L)	0.002209	1	0.002209	5.56	0.064954
Temperatura (°C)(Q)	1.136794	1	1.136794	2860.14	0.000000
(3) Tiempo (min)(L)	0.004215	1	0.004215	10.60	0.022536
Tiempo (min)(Q)	0.484213	1	0.484213	1218.27	0.000000
1L by 2L	0.002896	1	0.002896	7.29	0.042808
1L by 3L	0.012837	1	0.012837	32.30	0.002350
2L by 3L	0.000011	1	0.000011	0.03	0.874469
Lack of Fit	2.200678	5	0.440136	1107.37	0.000000
Pure Error	0.001987	5	0.000397		

## Anexo 22. Coeficientes de regresión para aceptabilidad

### A. Sin falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Aceptabilidad; R-sqr=.69979; Adj:.4296 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.2202666 DV: Aceptabilidad					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	t (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	-46.3124	23.04189	-2.00992	0.072184	-97.6529	5.02812
(1) Dilución(L)	4.4421	2.96807	1.49665	0.165364	-2.1711	11.05541
Dilución(Q)	-0.7008	0.16027	-4.37253	0.001394	-1.0579	-0.34368
(2) Temperatura (°C)(L)	1.1871	0.54767	2.16753	0.055401	-0.0332	2.40739
Temperatura (°C)(Q)	-0.0080	0.00352	-2.27178	0.046430	-0.0159	-0.00015
(3) Tiempo (min)(L)	0.2347	0.39422	0.59547	0.564761	-0.6436	1.11313
Tiempo (min)(Q)	-0.0052	0.00352	-1.48267	0.168977	-0.0131	0.00263
1L by 2L	0.0041	0.03555	0.11467	0.910974	-0.0751	0.08328
1L by 3L	-0.0086	0.03555	-0.24141	0.814117	-0.0878	0.07062
2L by 3L	-0.0000	0.00469	-0.00706	0.994504	-0.0105	0.01042

### B. Con falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: Aceptabilidad; R-sqr=.69979; Adj:.4296 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0003975 DV: Aceptabilidad					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t (5)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	-46.3124	0.978793	-47.316	0.000000	-48.8285	-43.7963
(1) Dilución(L)	4.4421	0.126080	35.233	0.000000	4.1180	4.7662
Dilución(Q)	-0.7008	0.006808	-102.934	0.000000	-0.7183	-0.6833
(2) Temperatura (°C)(L)	1.1871	0.023265	51.026	0.000000	1.1273	1.2469
Temperatura (°C)(Q)	-0.0080	0.000150	-53.480	0.000000	-0.0084	-0.0076
(3) Tiempo (min)(L)	0.2347	0.016746	14.018	0.000033	0.1917	0.2778
Tiempo (min)(Q)	-0.0052	0.000150	-34.904	0.000000	-0.0056	-0.0048
1L by 2L	0.0041	0.001510	2.700	0.042808	0.0002	0.0080
1L by 3L	-0.0086	0.001510	-5.683	0.002350	-0.0125	-0.0047
2L by 3L	-0.0000	0.000199	-0.166	0.874469	-0.0005	0.0005

### Anexo 23. Análisis de varianza para la L\*

#### A. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: L*; R-sqr=.8498; Adj.:.71461 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=1.336508 DV: L*				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	1.39841	1	1.39841	1.04632	0.330464
Dilución(Q)	0.14981	1	0.14981	0.11209	0.744691
(2) Temperatura (°C)(L)	0.27728	1	0.27728	0.20747	0.658489
Temperatura (°C)(Q)	13.12935	1	13.12935	9.82363	0.010613
(3) Tiempo (min)(L)	3.18100	1	3.18100	2.38008	0.153920
Tiempo (min)(Q)	3.39456	1	3.39456	2.53987	0.142088
1L by 2L	0.94821	1	0.94821	0.70947	0.419309
1L by 3L	30.32261	1	30.32261	22.68793	0.000765
2L by 3L	20.14538	1	20.14538	15.07314	0.003047
Error	13.36508	10	1.33651		
Total, SS	88.97897	19			

#### B. ANOVA con falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.:L*; R-sqr=.8498; Adj.:.71461 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.34494 DV: L*				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	1.39841	1	1.39841	4.05408	0.100201
Dilución(Q)	0.14981	1	0.14981	0.43431	0.539015
(2) Temperatura (°C)(L)	0.27728	1	0.27728	0.80386	0.411028
Temperatura (°C)(Q)	13.12935	1	13.12935	38.06272	0.001629
(3) Tiempo (min)(L)	3.18100	1	3.18100	9.22190	0.028858
Tiempo (min)(Q)	3.39456	1	3.39456	9.84101	0.025752
1L by 2L	0.94821	1	0.94821	2.74891	0.158219
1L by 3L	30.32261	1	30.32261	87.90690	0.000233
2L by 3L	20.14538	1	20.14538	58.40256	0.000610
Lack of Fit	11.64038	5	2.32808	6.74922	0.028119
Pure Error	1.72470	5	0.34494		
Total, SS	88.97897	19			

## Anexo 24. Coeficientes de regresión para L\*

### A. Sin falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.:L*; R-sqr=.8498; Adj.:.71461 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=1.336508 DV: L*					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	t (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	-215.027	56.75832	-3.78847	0.003552	-341.493	-88.5619
(1) Dilución(L)	1.545	7.31114	0.21127	0.836923	-14.746	17.8348
Dilución(Q)	0.132	0.39478	0.33480	0.744691	-0.747	1.0118
(2) Temperatura (°C)(L)	4.778	1.34906	3.54189	0.005340	1.772	7.7841
Temperatura (°C)(Q)	-0.027	0.00868	-3.13427	0.010613	-0.047	-0.0079
(3) Tiempo (min)(L)	5.276	0.97108	5.43290	0.000288	3.112	7.4394
Tiempo (min)(Q)	-0.014	0.00868	-1.59370	0.142088	-0.033	0.0055
1L by 2L	0.074	0.08756	0.84230	0.419309	-0.121	0.2688
1L by 3L	-0.417	0.08756	-4.76319	0.000765	-0.612	-0.2220
2L by 3L	-0.045	0.01156	-3.88241	0.003047	-0.071	-0.0191

### B. Con falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.:L*; R-sqr=.8498; Adj.:.71461 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.34494 DV: L*					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t (5)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	-215.027	28.83470	-7.45724	0.000684	-289.149	-140.905
(1) Dilución(L)	1.545	3.71425	0.41586	0.694762	-8.003	11.092
Dilución(Q)	0.132	0.20056	0.65903	0.539015	-0.383	0.648
(2) Temperatura (°C)(L)	4.778	0.68536	6.97188	0.000934	3.016	6.540
Temperatura (°C)(Q)	-0.027	0.00441	-6.16950	0.001629	-0.039	-0.016
(3) Tiempo (min)(L)	5.276	0.49333	10.69413	0.000124	4.008	6.544
Tiempo (min)(Q)	-0.014	0.00441	-3.13704	0.025752	-0.025	-0.002
1L by 2L	0.074	0.04448	1.65799	0.158219	-0.041	0.188
1L by 3L	-0.417	0.04448	-9.37587	0.000233	-0.531	-0.303
2L by 3L	-0.045	0.00587	-7.64216	0.000610	-0.060	-0.030

## Anexo 25. Análisis de varianza para la a\*

### A. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.:a*; R-sqr=.63456; Adj.:30567 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.6612736 DV: a*				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	5.83211	1	5.832106	8.819505	0.014051
Dilución(Q)	0.12495	1	0.124953	0.188958	0.673016
(2) Temperatura (°C)(L)	0.00005	1	0.000045	0.000069	0.993546
Temperatura (°C)(Q)	2.06107	1	2.061074	3.116825	0.107945
(3) Tiempo (min)(L)	0.07539	1	0.075387	0.114002	0.742613
Tiempo (min)(Q)	0.20723	1	0.207230	0.313381	0.587932
1L by 2L	0.09693	1	0.096927	0.146577	0.709841
1L by 3L	0.86402	1	0.864024	1.306606	0.279638
2L by 3L	0.50753	1	0.507528	0.767501	0.401545
Error	6.61274	10	0.661274		
Total, SS	18.09548	19			

### B. ANOVA con falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.:a*; R-sqr=.63456; Adj.:30567 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0614467 DV: a*				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	5.83211	1	5.832106	94.91329	0.000194
Dilución(Q)	0.12495	1	0.124953	2.03351	0.213196
(2) Temperatura (°C)(L)	0.00005	1	0.000045	0.00074	0.979348
Temperatura (°C)(Q)	2.06107	1	2.061074	33.54249	0.002161
(3) Tiempo (min)(L)	0.07539	1	0.075387	1.22686	0.318436
Tiempo (min)(Q)	0.20723	1	0.207230	3.37252	0.125721
1L by 2L	0.09693	1	0.096927	1.57742	0.264624
1L by 3L	0.86402	1	0.864024	14.06136	0.013296
2L by 3L	0.50753	1	0.507528	8.25965	0.034833
Lack of Fit	6.30550	5	1.261100	20.52350	0.002403
Pure Error	0.30723	5	0.061447		
Total, SS	18.09548	19			

## Anexo 26. Coeficientes de regresión para a\*

### A. Sin falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: a*; R-sqr=.63456; Adj.:.30567 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=.6612736 DV: a*					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	t (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	76.22511	39.92402	1.90925	0.085310	-12.7312	165.1814
(1) Dilución(L)	-1.31170	5.14268	-0.25506	0.803845	-12.7703	10.1469
Dilución(Q)	0.12071	0.27769	0.43469	0.673016	-0.4980	0.7394
(2) Temperatura (°C)(L)	-1.68734	0.94894	-1.77814	0.105746	-3.8017	0.4270
Temperatura (°C)(Q)	0.01078	0.00611	1.76545	0.107945	-0.0028	0.0244
(3) Tiempo (min)(L)	-0.60003	0.68306	-0.87845	0.400315	-2.1220	0.9219
Tiempo (min)(Q)	-0.00342	0.00611	-0.55980	0.587932	-0.0170	0.0102
1L by 2L	-0.02358	0.06159	-0.38285	0.709841	-0.1608	0.1136
1L by 3L	0.07040	0.06159	1.14307	0.279638	-0.0668	0.2076
2L by 3L	0.00712	0.00813	0.87607	0.401545	-0.0110	0.0252

### B. Con falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: a*; R-sqr=.63456; Adj.:.30567 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.0614467 DV: a*					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t (5)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	<b>76.22511</b>	<b>12.17006</b>	<b>6.26333</b>	<b>0.001522</b>	<b>44.94096</b>	<b>107.5093</b>
(1) Dilución(L)	-1.31170	1.56765	-0.83673	0.440888	-5.34147	2.7181
Dilución(Q)	0.12071	0.08465	1.42601	0.213196	-0.09689	0.3383
(2) Temperatura (°C)(L)	<b>-1.68734</b>	<b>0.28927</b>	<b>-5.83321</b>	<b>0.002094</b>	<b>-2.43092</b>	<b>-0.9438</b>
Temperatura (°C)(Q)	<b>0.01078</b>	<b>0.00186</b>	<b>5.79159</b>	<b>0.002161</b>	<b>0.00600</b>	<b>0.0156</b>
(3) Tiempo (min)(L)	<b>-0.60003</b>	<b>0.20822</b>	<b>-2.88176</b>	<b>0.034517</b>	<b>-1.13527</b>	<b>-0.0648</b>
Tiempo (min)(Q)	-0.00342	0.00186	-1.83644	0.125721	-0.00820	0.0014
1L by 2L	-0.02358	0.01877	-1.25595	0.264624	-0.07184	0.0247
1L by 3L	<b>0.07040</b>	<b>0.01877</b>	<b>3.74985</b>	<b>0.013296</b>	<b>0.02214</b>	<b>0.1187</b>
2L by 3L	<b>0.00712</b>	<b>0.00248</b>	<b>2.87396</b>	<b>0.034833</b>	<b>0.00075</b>	<b>0.0135</b>

## Anexo 27. Análisis de varianza para la b\*

### A. ANOVA sin falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: b*; R-sqr=.53423; Adj.:11504 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=13.65792 DV: b*				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	19.5010	1	19.50097	1.427814	0.259691
Dilución(Q)	21.7915	1	21.79153	1.595523	0.235195
(2) Temperatura (°C)(L)	8.4270	1	8.42704	0.617007	0.450372
Temperatura (°C)(Q)	3.2675	1	3.26747	0.239236	0.635308
(3) Tiempo (min)(L)	6.5133	1	6.51329	0.476887	0.505548
Tiempo (min)(Q)	50.5621	1	50.56212	3.702036	0.083247
1L by 2L	2.3218	1	2.32182	0.169998	0.688814
1L by 3L	0.6174	1	0.61743	0.045207	0.835895
2L by 3L	4.5980	1	4.59803	0.336656	0.574606
Error	136.5792	10	13.65792		
Total, SS	293.2334	19			

### B. ANOVA con falta de ajuste

Factor	ANOVA; Var.: b*; R-sqr=.53423; Adj.:11504 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.6919442 DV: b*				
	SS	df	MS	F	p
(1) Dilución(L)	<b>19.5010</b>	<b>1</b>	<b>19.50097</b>	<b>28.18287</b>	<b>0.003169</b>
Dilución(Q)	<b>21.7915</b>	<b>1</b>	<b>21.79153</b>	<b>31.49319</b>	<b>0.002485</b>
(2) Temperatura (°C)(L)	<b>8.4270</b>	<b>1</b>	<b>8.42704</b>	<b>12.17878</b>	<b>0.017474</b>
Temperatura (°C)(Q)	3.2675	1	3.26747	4.72216	0.081827
(3) Tiempo (min)(L)	<b>6.5133</b>	<b>1</b>	<b>6.51329</b>	<b>9.41303</b>	<b>0.027845</b>
Tiempo (min)(Q)	<b>50.5621</b>	<b>1</b>	<b>50.56212</b>	<b>73.07255</b>	<b>0.000361</b>
1L by 2L	2.3218	1	2.32182	3.35550	0.126474
1L by 3L	0.6174	1	0.61743	0.89232	0.388224
2L by 3L	<b>4.5980</b>	<b>1</b>	<b>4.59803</b>	<b>6.64509</b>	<b>0.049564</b>
Lack of Fit	<b>133.1195</b>	<b>5</b>	<b>26.62390</b>	<b>38.47695</b>	<b>0.000540</b>
Pure Error	3.4597	5	0.69194		
Total, SS	293.2334	19			

## Anexo 28. Coeficientes de regresión para b\*

### A. Sin falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.: b*; R-sqr=.53423; Adj.:.11504 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Residual=13.65792 DV: b*					
	Regressn Coeff.	Std.Err.	t (10)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	-76.9846	181.4413	-0.42430	0.680334	-481.261	327.2917
(1) Dilución(L)	15.4960	23.3718	0.66302	0.522305	-36.580	67.5715
Dilución(Q)	-1.5941	1.2620	-1.26314	0.235195	-4.406	1.2178
(2) Temperatura (°C)(L)	1.8266	4.3126	0.42355	0.680858	-7.782	11.4357
Temperatura (°C)(Q)	-0.0136	0.0278	-0.48912	0.635308	-0.075	0.0483
(3) Tiempo (min)(L)	0.4631	3.1043	0.14919	0.884369	-6.454	7.3799
Tiempo (min)(Q)	-0.0534	0.0278	-1.92407	0.083247	-0.115	0.0084
1L by 2L	-0.1154	0.2799	-0.41231	0.688814	-0.739	0.5082
1L by 3L	0.0595	0.2799	0.21262	0.835895	-0.564	0.6832
2L by 3L	0.0214	0.0370	0.58022	0.574606	-0.061	0.1038

### B. Con falta de ajuste

Factor	Regr. Coefficients; Var.:b*; R-sqr=.53423; Adj.:.11504 (Spreadsheet1) 3 factors, 1 Blocks, 20 Runs; MS Pure Error=.6919442 DV: b*					
	Regressn Coeff.	Std.Err. Pure Err	t (5)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	-76.9846	40.83939	-1.88506	0.118107	-181.966	27.99636
(1) Dilución(L)	15.4960	5.26059	2.94568	0.032045	1.973	29.01879
Dilución(Q)	-1.5941	0.28406	-5.61188	0.002485	-2.324	-0.86391
(2) Temperatura (°C)(L)	1.8266	0.97069	1.88176	0.118609	-0.669	4.32186
Temperatura (°C)(Q)	-0.0136	0.00625	-2.17305	0.081827	-0.030	0.00248
(3) Tiempo (min)(L)	0.4631	0.69872	0.66282	0.536773	-1.333	2.25924
Tiempo (min)(Q)	-0.0534	0.00625	-8.54825	0.000361	-0.069	-0.03734
1L by 2L	-0.1154	0.06300	-1.83180	0.126474	-0.277	0.04654
1L by 3L	0.0595	0.06300	0.94463	0.388224	-0.102	0.22146
2L by 3L	0.0214	0.00832	2.57781	0.049564	0.000	0.04283

## Anexo 29. Informe de análisis microbiológico al mejor tratamiento



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
 Facultad De Ciencias Agrarias  
 Departamento Académico de Ciencia y Tecnología Agroindustrial  
 “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”  
**INFORME DE ENSAYO LMBA N° 003/2025**



<b>SOLICITANTES:</b>	Elizabeth Díaz Cieza Roxana Yaneth Guevara Gonzales
<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b>	Efecto de la proporción de dilución y pasteurización en el contenido de compuestos bioactivos, aceptabilidad general y vida útil de néctar de tomate de árbol
<b>MUESTRA:</b>	Néctar
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	21/abril/2025
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	21/abril/2025
<b>PRESENTACIÓN</b>	Botella de vidrio
<b>IDENTIFICACIÓN:</b>	NI

Cuadro 1. Resultado de los análisis microbiológicos

CÓDIGO DE MUESTRA	INDICADOR MICROBIOLÓGICO EVALUADO	RESULTADO
NI	<i>Aerobios mesófilos (UFC/ml)</i>	$2 \times 10^1$
	<i>Mohos (UFC/ml)</i>	<10
	<i>Levaduras (UFC/ml)</i>	<10
	<i>Coliformes (UFC/ml)</i>	<3

Nota: UFC= Unidad Formadora de colonia.

**Referencias:**

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. Manual de métodos de análisis microbiológica de alimentos e água. 5ª Edición, São Paulo: Varela, 2017. 624 p.

Chota, 11 de junio del 2025.

Atentamente,

Dra. Melina Cruzado Bravo  
 Jefe del laboratorio de Microbiología y Biotecnología  
 Agroindustrial

Ing. Yajaira Marianela Gavidia Pérez  
 Técnico del laboratorio de Microbiología y  
 Biotecnología Agroindustrial