

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIPO DE ENVASADO, EN LAS PROPIEDADES DE LA PULPA DE AGUAYMANTO (*PHYSALIS PERUVIANA* L.)”

Tesis Para Optar El Título Profesional De:

Ing. Agroindustrial

Autores:

Bach. Leibniz Stalin Delgado Alarcón

Bach. Gian Carlos Diaz Rojas

Asesor:

MBA. José Felipe Garrido Julca

Chota - Cajamarca

2026


MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
CIP: 115300
Docente-UNACH



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, MBA. José Felipe Garrido, en mi calidad de asesor del Informe Final de Tesis titulado "EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIPO DE ENVASADO, EN LAS PROPIEDADES DE LA PULPA DE AGUAYMANTO (*PHYSALIS PERUVIANA* L.)" perteneciente a los tesisistas Leibniz Stalin Delgado Alarcón y Gian Carlos Diaz Rojas, hago **constar** que el mencionado informe ha sido sometido al análisis mediante el software antiplagio Turnitin, con fecha 03 de agosto de 2026.

Como resultado de la evaluación, se obtuvo un grado de similitud del 18 % y un porcentaje de uso de Inteligencia Artificial (IA) del 0 %, evidenciando que el trabajo cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

En consecuencia, se deja constancia de que el Informe Final de Tesis cumple con el requisito de producción intelectual propia, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 27° del Reglamento de Grados y Títulos, aprobado mediante Resolución de Comisión Organizadora N.º 775-2025-UNACH.

Se expide la presente constancia para los fines académicos y administrativos que correspondan.

Chota, 03 de agosto de 2026.

Atentamente,

MBA. José Felipe Garrido Julca
Asesor de Informe Final de Tesis
Escuela Profesional De Ingeniería Agroindustrial

Gian Carlos DIAZ ROJAS

Informe Final de Tesis

-  Informe Final de Tesis Gian/Stalin
-  Asesorandos
-  Universidad Nacional Autonoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3622049147

Fecha de entrega

3 ago 2026, 10:30 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

3 ago 2026, 10:42 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

IFT-Stalin-Gian_Final_-2026_-_03_AGOSTO.pdf

Tamaño del archivo

1.7 MB

113 páginas

24.811 palabras

141.753 caracteres



MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
CIP: 81908
Docente-UNACH

18% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

► Bibliografía

Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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


MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
CIP: 81908
Docente-UNACH

Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 6% Publicaciones
- 6% 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	repositorio.unach.edu.pe	4%
2	Internet	hdl.handle.net	2%
3	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
4	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
5	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	<1%
6	Internet	www.researchgate.net	<1%
7	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
8	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
9	Trabajos del estudiante	Universidad Estatal Amazonica-	<1%
10	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	<1%
11	Internet	repositorio.uns.edu.pe	<1%

MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
CIP: 81908
Docente-UNACH

12	Internet	www.scribd.com	<1%
13	Internet	repositorio.unac.edu.pe	<1%
14	Internet	repositorio.ulead.edu.ec	<1%
15	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
16	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Barranca	<1%
17	Internet	www.coursehero.com	<1%
18	Internet	repositorio.upct.es	<1%
19	Publicación	Bórquez, Sebastián Alejandro Toledo. "Evaluación del Efecto Repelente del Salvad..."	<1%
20	Trabajos del estudiante	Radford University	<1%
21	Internet	fcai.uncuyo.edu.ar	<1%
22	Internet	www.scielo.org.ar	<1%
23	Internet	repositorio.unaj.edu.pe	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Trujillo	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Perú	<1%

MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
CIP: 81908
Docente-UNACH

26	Internet	fondoeditorial.unaat.edu.pe	<1%
27	Internet	repositorio.unal.edu.co	<1%
28	Publicación	Pintado, Cristina Jose Miguel. "Utilizacion de Atmosferas Modificadas en el Almac...	<1%
29	Internet	andina.pe	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Colombia	<1%
31	Internet	repositorio.ucsm.edu.pe	<1%
32	Internet	repositorio.utc.edu.ec	<1%
33	Trabajos del estudiante	BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA	<1%
34	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	<1%
35	Internet	repository.unad.edu.co	<1%
36	Internet	bdigital.unal.edu.co	<1%
37	Publicación	Sukandar, S.. "Metals leachability from medical waste incinerator fly ash: A case ...	<1%
38	Internet	dspace.unach.edu.ec	<1%
39	Internet	repositorio.uchile.cl	<1%

MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
CIP: 81908
Docente-UNACH

40	Internet	repositorio.unat.edu.pe	<1%
41	Internet	repositorio.upec.edu.ec	<1%
42	Internet	1library.co	<1%
43	Internet	cia.uagraria.edu.ec	<1%
44	Internet	repositorio.unsch.edu.pe	<1%
45	Internet	repositorio.unu.edu.pe	<1%
46	Internet	repositorio.ute.edu.ec	<1%
47	Internet	scholar.archive.org	<1%
48	Internet	repositorio.ulc.edu.pe	<1%
49	Internet	repository.lasallista.edu.co	<1%
50	Trabajos del estudiante	Consortio CIXUG	<1%
51	Internet	core.ac.uk	<1%
52	Internet	futur.upc.edu	<1%
53	Internet	repositorio.upsb.edu.pe	<1%


MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
CIP: 81908
Docente-UNACH

54	Internet	repositorio.utn.edu.ec	<1%
55	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC	<1%
56	Trabajos del estudiante	Universidad de Guayaquil	<1%
57	Trabajos del estudiante	XV. Gimnazija	<1%
58	Trabajos del estudiante	CONACYT	<1%
59	Trabajos del estudiante	Universidad Femenina del Sagrado Corazón	<1%
60	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios	<1%
61	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
62	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca	<1%
63	Internet	library.cuhk.edu.hk	<1%
64	Trabajos del estudiante	UNIV DE LAS AMERICAS	<1%
65	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María	<1%
66	Internet	dspace.udla.edu.ec	<1%
67	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%


 MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
 CIP: 81908
 Docente-UNACH

68	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
69	Trabajos del estudiante	ucb	<1%
70	Trabajos del estudiante	colpos	<1%
71	Internet	grid.deis.unical.it	<1%
72	Internet	idoc.tips	<1%
73	Internet	tesis.unsm.edu.pe	<1%
74	Publicación	David Moreira-Vera, Gema Ormaza-Loor, Kevin Quiroz-Saltos. "MALTEADO Y VARI...	<1%
75	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
76	Internet	repositorio.ulcb.edu.pe	<1%
77	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%
78	Internet	repositorio.uteq.edu.ec	<1%
79	Internet	repository.unilasallista.edu.co	<1%
80	Trabajos del estudiante	unajma	<1%
81	Internet	www.avocadosource.com	<1%


MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
CIP: 81908
Docente-UNACH

82	Publicación	Jiménez, Javier Alexander. "Estudio del fruto del borojó para la obtención de com...	<1%
83	Publicación	Lida Vanessa Hernández-Moreno, Juan Rodrigo Salazar, Ludy C Pabón, Patricia He...	<1%
84	Publicación	Roberto Teófilo Abdala-Díaz, Alejandro Cabello-Pasini, Eugenia Márquez-Garrido, ...	<1%
85	Trabajos del estudiante	University of Edinburgh	<1%
86	Internet	patents.google.com	<1%
87	Internet	repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080	<1%
88	Internet	repositorio.espe.edu.ec:8080	<1%
89	Internet	repositorio.uaaan.mx	<1%
90	Internet	repositorio.unas.edu.pe	<1%
91	Internet	repositorio.unsa.edu.pe	<1%
92	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
93	Internet	repositorio.upsjb.edu.pe	<1%
94	Internet	repositorio.utmachala.edu.ec	<1%
95	Internet	tesis.ipn.mx	<1%


MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
CIP: 81908
Docente-UNACH

96	Internet	www.dspace.uce.edu.ec	<1%
97	Internet	www.ingentaconnect.com	<1%
98	Internet	www.proaloe.com.br	<1%
99	Publicación	Chen, Po-Chi, Ming-Miin Yu, Ching-Cheng Chang, Shih-Hsun Hsu, and Shunsuke M...	<1%
100	Publicación	Perfecto Chagua Rodriguez, Jimmy P. Echevarría V., Elmer R. Torres G., Rafael J. M...	<1%
101	Publicación	Rodrigo Aliaga, Maria Dolores. "Scientific basis to establish the pulsed electric fiel...	<1%
102	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru	<1%
103	Trabajos del estudiante	Universidad de Colima	<1%
104	Internet	bioone.org	<1%
105	Internet	catedraalimentacioninstitucional.wordpress.com	<1%
106	Internet	docplayer.es	<1%
107	Internet	docs.bvsalud.org	<1%
108	Internet	eprints.uanl.mx	<1%
109	Internet	expeditiorepositorio.utadeo.edu.co	<1%

MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
 CIP: 81908
 Docente-UNACH

110	Internet	kipdf.com	<1%
111	Internet	polodelconocimiento.com	<1%
112	Internet	pt.scribd.com	<1%
113	Internet	qdoc.tips	<1%
114	Internet	repositorio.espam.edu.ec	<1%
115	Internet	repositorio.ug.edu.ec	<1%
116	Internet	repositorio.unicesar.edu.co	<1%
117	Internet	repositorio.unprg.edu.pe	<1%
118	Internet	repositorio.uta.edu.ec	<1%
119	Internet	revistas.utm.edu.ec	<1%
120	Internet	riudg.udg.mx	<1%
121	Internet	sedici.unlp.edu.ar	<1%
122	Internet	www-org.mtas.es	<1%
123	Internet	www.phdfood.it	<1%


 MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
 CIP: 81908
 Docente-UNACH

124	Internet	www.slideshare.net	<1%
125	Publicación	EDWIN BALDEON CHAMORRO. "Desarrollo de la técnica de lengua electrónica vol...	<1%
126	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%
127	Internet	revistas.untrm.edu.pe	<1%
128	Internet	www.dspace.uce.edu.ec:8080	<1%



MBA. JOSÉ FELIPE GARRIDO JULCA
CIP: 81908
Docente-UNACH



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

REG. N° 044-2026-FCA

El jurado evaluador designado con RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 044-2026-FCA/UNACH:

Nombres y apellidos	Cargo
Ph. D. Frank Fluker Velásquez Barreto	Presidente
Mg. Pedro Wilfredo Gamboa Alarcón	Secretario
Mg. Ponte Loyola Pablo Virgilio	Vocal

De la tesis titulada:

Efecto de la temperatura y tipo de envasado, en las propiedades de la pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

Que ha sustentado el(los) Bachiller (es):

Nombres y apellidos	DNI
Gian Carlos Diaz Rojas	75580571
Leibniz Stalin Delgado Alarcón	74440145

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Agroindustrial

Acuerdan por:

☒ Unanimidad	☐ Mayoría
--	----------------------------------

☒ Aprobar	☐ Desaprobar
---	-------------------------------------

Otorgando la calificación de:

13	Aprobado
☐	Excelente
☐	Bueno
☒	Regular

☐ Desaprobado

Colpa Huacaris 21 de julio del 2026

Ph. D. Frank Fluker Velásquez Barreto
Presidente

Mg. Pedro Wilfredo Gamboa Alarcón
Secretario

Mg. Ponte Loyola Pablo Virgilio
Vocal

MBA José Felipe Garrido Julca
Aseor

Leibniz Stalin Delgado Alarcón:

Al creador, por acompañarme y fortalecerme en cada etapa de este camino, otorgándome la sabiduría, la perseverancia y la tranquilidad necesarias para superar cada desafío y alcanzar con éxito la culminación de mi formación profesional.

A mis progenitores, por su afecto incondicional, esfuerzo permanente y apoyo inquebrantable, valores que me dieron la fortaleza para enfrentar las dificultades y avanzar con determinación hacia el cumplimiento de mis metas. Mi más sincero agradecimiento por ser el principal motivo de mi inspiración y superación.

A los docentes, de mi alma mater de Chota, por su invaluable enseñanza y dedicación, que han moldeado mi formación profesional y han aportado los conocimientos y valores esenciales para mi desarrollo integral.

Esta tesis es dedicada con respeto y gratitud a quienes han sido luz y apoyo en esta etapa fundamental de mi vida.

Gian Carlos Diaz Rojas:

A Dios, por orientar cada paso de mi vida y darme la fortaleza para arribar con satisfacción a una de las metas más relevantes de mi educación profesional. A mis viejos, por su apoyo continuo, su dedicación incesante y su amor sin condiciones. Sus consejos, confianza y modelo de perseverancia fueron esenciales para que me mantenga firme y pudiera finalizar esta etapa tan relevante en mi vida.

A los Ingenieros de mi escuela profesional, por su compromiso con la enseñanza, la orientación brindada y el conocimiento compartido a lo largo de mi formación universitaria, contribuyendo de manera decisiva a mi crecimiento académico y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Valoramos sinceramente a todos los que, directa o indirectamente, ayudaron a concluir este proyecto de tesis.

A los magísteres de la escuela de Agroindustria, por compartir sus conocimientos, dedicación y compromiso durante nuestra formación profesional, brindándonos las bases académicas y herramientas necesarias para afrontar los desafíos de esta investigación y fortalecer nuestro crecimiento personal y profesional.

A nuestros padres, por ser nuestro principal apoyo durante este proceso, por su amor incondicional, esfuerzo constante y sacrificios realizados para impulsarnos a seguir adelante. Su confianza, motivación y acompañamiento fueron fundamentales para alcanzar esta meta tan importante en nuestra vida académica.

De manera especial extendemos nuestro agradecimiento al MBA. José Felipe Garrido Julca, por su invaluable asesoría, guía experta y compromiso durante todas las etapas del desarrollo de esta tesis, aportando conocimiento y apoyo constante que enriquecieron nuestro trabajo.

Asimismo, reconocemos la colaboración de las Ings. Yajaira Marianela Gavidia Pérez y Deysi Marisol Rubio Díaz, cuyo acompañamiento y contribuciones técnicas fueron esenciales para la correcta ejecución y calidad del proyecto.

A todos ustedes, gracias por creer en nosotros y por ser parte fundamental de este logro académico, que hoy compartimos con gran satisfacción.

Índice de contenidos

Resumen.....	10
Abstract.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Planteamiento del Problema	12
1.2. Formulación del Problema.....	13
1.3. Justificación de la Investigación	14
1.4. Objetivos	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Antecedentes del Estudio.....	16
2.2. Base Teórico-Científicas.....	20
2.3. Marco Conceptual.....	36
2.4. Hipótesis	38
2.5. Operacionalización de Variables	39
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	41
3.1. Tipo y Nivel de Investigación.....	41
3.2. Diseño de investigación	41
3.3. Esquema experimental de la investigación	42
3.4. Métodos Investigación.....	43
3.5. Población, Muestra y Muestreo	57
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de los Datos	57
3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	59
3.8. Aspectos Éticos.....	59
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	60
4.1. Descripción de resultados	60

4.2.	Contrastación de Hipótesis	77
4.3.	Discusión de resultados.....	78
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		83
5.1.	Conclusiones	83
5.2.	Recomendaciones	84
REFERENCIAS.....		85
ANEXOS.....		96

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación Taxonómica del aguaymanto	21
Tabla 2 Valor nutricional de aguaymanto por 100 g de porción comestible	22
Tabla 3 Características fisicoquímicas de la pulpa de aguaymanto aséptica	28
Tabla 4 Criterios microbiológicos para frutas y hortalizas en diferentes estados de procesamiento.	29
Tabla 5 Operacionalización de variables.	40
Tabla 6 Arreglo experimental.	42
Tabla 7 Acondicionamiento de las soluciones para la curva patrón de AGE.	50
Tabla 9 Acondicionamiento de las soluciones para la curva patrón de trolox.	54
Tabla 10 Técnicas de recolección de datos	58
Tabla 11 Instrumentos de medición y registro de datos.	58
Tabla 12 Sólidos solubles (°Brix), pH, acidez (% de ácido cítrico) y color (L, a y b) inicial de las muestras de pulpa de aguaymanto utilizadas para el estudio.	60
Tabla 13 Parámetro fisicoquímico de sólidos solubles (°Brix).	61
Tabla 14 Parámetro fisicoquímico de pH.	62
Tabla 15 Parámetro fisicoquímico de acidez.	64
Tabla 16 Datos promedios de la variación del parámetro fisicoquímico de color.	65
Tabla 17 Características microbiológicas de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.	67
Tabla 18 Prueba no paramétrica de Friedman para los atributos sensoriales.	70
Tabla 19 Efecto de la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y tipos de envasado (normal y al vacío) sobre el contenido de fenoles totales de la pulpa de aguaymanto.	71
Tabla 20 Capacidad antioxidante de la pulpa de aguaymanto por método DPPH (μmol Trolox/g) durante el almacenamiento	73
Tabla 21 Capacidad antioxidante (ABTS) de la pulpa de aguaymanto en función de la temperatura y el tipo de envasado.	74
Tabla 22 Funciones lineales de la pulpa de aguaymanto con cada uno de los tratamientos... 75	75
Tabla 23 Vida útil para la pulpa de aguaymanto con cada tratamiento	76
Tabla 24 Coordenadas de color L*, a* y b* de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.	101
Tabla 25 Datos de calibración de ácido gálico para la cuantificación de fenoles totales.	102
Tabla 26 Datos de calibración de Trolox para el método DPPH.	103
Tabla 27 Datos de calibración de Trolox para el método ABTS.	104
Tabla 28 Análisis de Varianza para el parámetro fisicoquímico sólidos solubles (°Brix). ..	105
Tabla 29 Análisis de Varianza el parámetro fisicoquímico pH	105
Tabla 30 Análisis de varianza el parámetro fisicoquímico acidez.	105
Tabla 31 Análisis de varianza el parámetro de variación de color.	106
Tabla 32 Análisis de varianza de los resultados microbiológicos realizados a la pulpa de aguaymanto durante el periodo de almacenamiento.	106
Tabla 33 Análisis de varianza del efecto de la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y tipos de envasado (normal y al vacío) sobre el contenido de fenoles totales de la pulpa de aguaymanto.	106
Tabla 34 Análisis de varianza (ANOVA) para la capacidad antioxidante de la pulpa de aguaymanto (DPPH)	107

Tabla 35 Análisis de varianza (ANOVA) para la capacidad antioxidante de la pulpa de aguaymanto (método ABTS)	107
Tabla 36 Comparaciones por parejas para el color (Wilcoxon y la corrección de Bonferroni)	108
Tabla 37 Comparaciones por parejas para el sabor (Wilcoxon y la corrección de Bonferroni)	109
Tabla 38 Comparaciones por parejas para el olor (Wilcoxon y la corrección de Bonferroni)	109
Tabla 39 Comparaciones por parejas para la textura (Wilcoxon y la corrección de Bonferroni).....	110
Tabla 40 Comparaciones por parejas para la aceptabilidad (Wilcoxon y la corrección de Bonferroni).....	111

Índice de figuras

Figura 1 Disminución de un atributo de calidad durante el almacenamiento.....	34
Figura 2 Esquema experimental de la investigación.	42
Figura 3 Flujograma de procesos de la elaboración de pulpa de aguaymanto.	44
Figura 4 Promedio de atributos sensoriales de la pulpa de aguaymanto.	68
Figura 5 Curva de calibración estándar de ácido gálico.	102
Figura 6 Curva de calibración estándar de trolox (DPPH).	103
Figura 7 Curva de calibración estándar de trolox (ABTS).	104

Índice de abreviaturas

AGE: ácido gálico equivalente.

ANOVA: Análisis de Varianza.

AOAC: Asociación de Químicos Analíticos Oficiales.

CA: capacidad antioxidante.

CIE Lab*: (L*) y las coordenadas verde - rojo (a*) y azul-amarillo (b*).

DCA: Diseño Completo al Azar.

DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo, método para evaluar capacidad antioxidante.

ABTS: Ácido 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)

NaOH: hidróxido de sodio.

pH: potencial de hidrógeno.

Resumen

El aguaymanto se distingue por su actividad antioxidante y sus propiedades organolépticas; sin embargo, conservarlo en estado fresco propicia alteraciones en la cantidad de sustancias bioactivas y en sus componentes fisicoquímicos. En este marco, el estudio actual estableció cómo la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y el tipo de empaquetado (al vacío y convencional) afectan la integridad funcional, organoléptica, microbiológica y fisicoquímica de la pulpa de *Physalis peruviana* L. a lo largo de un periodo de 30 días. Se evaluaron el color, la acidez total, los sólidos solubles, el potencial antioxidante (DPPH y ABTS), el pH, el contenido fenólico y la calidad con respecto a microbiología. Los hallazgos demostraron que la temperatura fue la condicionante con superior incidencia en las variables analizadas, evidenciándose mayor estabilidad fisicoquímica y sensorial a 4 y 8 °C con pH entre 3,44 y 3,51, acidez entre 1,89 y 2,09 % y menor variación de color respecto a 20 °C, donde se presentó deterioro acelerado, mientras que el envasado al vacío contribuyó a conservar los compuestos bioactivos, alcanzando hasta 227,83 mg GAE/100 g de fenoles totales y capacidades antioxidantes de 3,5881 y 5,961 $\mu\text{mol Trolox/g}$ (DPPH y ABTS, respectivamente); además, microbiológicamente las muestras se mantuvieron estables y libres de contaminación patógena, especialmente bajo refrigeración y vacío, con mayor aceptación sensorial en color, aroma, sabor y textura bajo estas condiciones, estimándose una vida útil de 28 a 96 días según pH, siendo óptima la combinación de 8 °C con envasado al vacío, concluyéndose que dichas condiciones permiten conservar la calidad integral, funcionalidad y seguridad de la pulpa de aguaymanto, favoreciendo su comercialización y aceptación en el mercado.

Palabras claves: Antioxidantes, fenoles, compuestos bioactivos, vida útil.

Abstract

Goldenberry (*Physalis peruviana* L.) is distinguished by its antioxidant activity and desirable organoleptic properties; however, storage in the fresh state promotes changes in its bioactive compounds and physicochemical characteristics. In this context, the present study evaluated the effect of storage temperature (4, 8, and 20 °C) and packaging system (vacuum and conventional sealing) on the functional, organoleptic, microbiological, and physicochemical stability of goldenberry pulp over a 30-day storage period. Color, titratable acidity, total soluble solids, antioxidant activity (DPPH and ABTS), pH, total phenolic content, and microbiological quality were assessed. The results showed that storage temperature was the variable with the greatest influence on the evaluated parameters. Greater physicochemical and sensory stability was observed at 4 and 8 °C, with pH values ranging from 3.44 to 3.51, titratable acidity between 1.89 and 2.09%, and lower color variation compared with storage at 20 °C, where accelerated deterioration occurred. Vacuum packaging contributed to preserving the bioactive compounds, reaching up to 227.83 mg GAE/100 g of total phenolic content and antioxidant activities of 3.5881 and 5.961 $\mu\text{mol Trolox/g}$ for DPPH and ABTS, respectively. In addition, the samples remained microbiologically stable and free of pathogenic contamination, particularly under refrigerated vacuum storage, which also achieved the highest sensory acceptance for color, aroma, flavor, and texture. Shelf life, estimated based on pH kinetics, ranged from 28 to 96 days, with the combination of 8 °C and vacuum packaging identified as the optimal storage condition. It was concluded that these conditions effectively preserve the overall quality, functional properties, and safety of goldenberry pulp, thereby enhancing its commercial potential and consumer acceptance.

Keywords: Antioxidants, phenols, bioactive compounds, shelf life.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En el presente, muchas frutas y verduras comercializadas no cumplen con prácticas adecuadas de almacenamiento, transporte y acondicionamiento, lo que genera un alto desperdicio. Esta investigación busca alcanzar el doceavo objetivo de desarrollo sostenible, producción y consumo responsable promoviendo la disminución de pérdidas alimentarias en la cadena de producción y consumo. Además, el Programa Nacional de Soberanía Alimentaria impulsa la reducción y distribución equitativa de alimentos saludables, fortaleciendo circuitos sostenibles (García et al., 2023).

La pulpa de aguaymanto es un producto alimenticio valorado por su perfil nutricional y su elevada capacidad antioxidante, lo que le confiere un gran potencial como alimento funcional. Sin embargo, su alta perecibilidad limita significativamente su vida útil, dificultando su comercialización, distribución y disponibilidad en los mercados. Este desafío plantea la necesidad de adoptar tecnologías que optimicen su conservación, preservando su excelencia nutricional, sensorial y funcional (Ramos et al., 2024).

El envasado al vacío, procedimiento muy utilizada para incrementar la vida útil de productos perecederos, ya que minimiza la presencia de oxígeno y microorganismos, preservando características fisicoquímicas y microbiológicas. No obstante, el efecto integrado de la condición térmica y la estructura del envase todavía no se ha investigado lo suficiente, en el caso de la pulpa de aguaymanto, especialmente en relación con parámetros clave como la capacidad antioxidante, los fenoles totales y la vida útil (Llanos, 2023).

Diversas investigaciones señalan que la temperatura de almacenamiento desempeña un papel fundamental en la conservación de los alimentos. Por ejemplo, Ahad et al. (2020) reportaron que temperaturas elevadas aceleran la degradación de compuestos antioxidantes,

afectando la calidad funcional de los productos, con una reducción del valor de DPPH de hasta un 11,3 % en muestras almacenadas a temperatura ambiente (15 a 25 °C) durante 270 días en comparación con aquellas almacenadas a temperatura refrigerada (de 2 a 4 °C). Rovira et al. (2023) demostraron que temperaturas inadecuadas pueden favorecer el crecimiento de microorganismos como son enterobacterias y bacterias ácido lácticas, comprometiendo la seguridad alimentaria. Singh et al. (2023) subrayaron que las fluctuaciones térmicas afectan negativamente la actividad antioxidante y el valor nutricional, mientras que Callaghan (2017) destacó la importancia de establecer temperaturas óptimas específicas para cada tipo de alimento.

En este contexto, resulta necesario desarrollar investigaciones orientadas a evaluar el efecto de diferentes temperaturas de conservación (4, 8 y 20 °C) y sistemas de envasado sobre la estabilidad, contenido de compuestos bioactivos y la vida útil de la pulpa de aguaymanto. Este análisis permitirá conocer el vínculo existente entre las formas de almacenamiento y las alteraciones fisicoquímicas y microbiológicas del producto, generando información relevante para establecer estrategias eficientes de manejo y preservación. Asimismo, los resultados contribuirán al fortalecimiento del conocimiento científico en la conservación de alimentos, proporcionando alternativas aplicables para mantener la calidad funcional, estabilidad y competitividad del aguaymanto en mercados nacionales e internacionales.

1.2. Formulación del Problema

¿En qué medida las condiciones de almacenamiento, definidas por la temperatura (4, 8 y 20 °C) y el sistema de envasado, inciden en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, el contenido de compuestos bioactivos y la vida útil de la pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) durante su conservación?

1.3. Justificación de la Investigación

El aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) es un fruto muy apreciado por su valor nutricional, ya que contiene vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes que lo convierten en un alimento funcional con beneficios importantes para la salud; sin embargo, su principal problema es que se deteriora con mucha facilidad, lo que limita su conservación, transporte y comercialización tanto en mercados locales como internacionales (Tacanga, 2015). Frente a ello, el envasado al vacío aparece como una alternativa práctica y efectiva para alargar su vida útil, ya que reduce el contacto con el oxígeno y ayuda a disminuir el crecimiento microbiano (Gamez & García, 2012), lo cual resulta clave bajo un enfoque técnico para mejorar su conservación. Aun así, todavía no se conoce con claridad cómo interactúan el tipo de envasado (convencional y al vacío) y las temperaturas de almacenamiento en la pulpa de aguaymanto, especialmente considerando que la condición térmica influye directamente en la preservación de sus compuestos bioactivos, como los antioxidantes y fenoles, además de sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales; por eso, resulta importante evaluar el comportamiento del producto bajo diferentes condiciones de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) para identificar cuáles son las más adecuadas.

Desde el ámbito económico, esta investigación contribuye a reducir las pérdidas poscosecha y extender la durabilidad del producto, favoreciendo su comercialización. En el aspecto social, promueve la disponibilidad de un alimento seguro y con mayor valor funcional. Ambientalmente, contribuye a disminuir el desperdicio de alimentos mediante una mejor conservación. Finalmente, en el ámbito técnico-científico, proporciona evidencia sobre la repercusión de la temperatura y el tipo de envasado en la pulpa de aguaymanto, generando información útil para optimizar estrategias de conservación y su aplicación en la cadena agroalimentaria.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

Evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y tipos de envasado (normal y al vacío) sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y el contenido de compuestos bioactivos de la pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y tipos de envasado (normal y al vacío) sobre las características fisicoquímicas (pH, acidez titulable, °Brix y color) de la pulpa de aguaymanto.
- Analizar el efecto de la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y de los tipos de envasado (normal y al vacío) sobre las características microbiológicas de la pulpa de aguaymanto durante el periodo de conservación.
- Describir el efecto de la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y de los tipos de envasado (normal y al vacío) sobre las características sensoriales de la pulpa de aguaymanto a lo largo del almacenamiento.
- Determinar el efecto de la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y de los tipos de envasado (normal y al vacío) sobre el contenido de compuestos bioactivos (fenoles totales y capacidad antioxidante) de la pulpa de aguaymanto.
- Estimar el efecto de la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y de los tipos de envasado (normal y al vacío) sobre la vida útil de la pulpa de aguaymanto, utilizando como parámetro el pH mediante cinética de deterioro.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

Ordoñez & Berrios (2023) estudio sobre las técnicas de conservación de purés de frutas analizaron procesos como selección, lavado, pelado, troceado, homogeneización, tratamiento térmico (escaldado, pasteurización, esterilización), envasado al vacío y almacenamiento. Entre las técnicas más destacadas se encuentran la aplicación de aditivos, liofilización y secado tradicional, que buscan extender la vida útil del producto manteniendo sus propiedades nutricionales. Las frutas utilizadas incluyen aguaymanto, plátano, mango, papaya y manzana, evaluándose parámetros como °Brix, pH, viscosidad, color y humedad. La relevancia de crear condiciones idóneas, manteniendo la estabilidad de los purés a lo largo del proceso de conservación es demostrada por este estudio.

Abeyesuriya et al. (2024) estudio 31 especies de frutas frescas donde evaluó la dinámica del contenido de ácido ascórbico (ASC), vitamina C total (VitC), fenoles totales (TPC) y flavonoides totales (TFC) durante los 14 días de almacenamiento a tres temperaturas (30, 4 y -10 °C). Los resultados mostraron disminuciones significativas de ASC (1,6–90 %) y VitC (0,1–71,6 %) en la mayoría de las frutas, aunque algunas especies climatéricas, como *Musa paradisiaca* y *Passiflora edulis*, presentaron acumulación de estos compuestos (ASC hasta 245 %). Además, se observó que la temperatura afecta significativamente la estabilidad de los antioxidantes, siendo la refrigeración más efectiva que el almacenamiento a temperatura ambiente o congelación. Este hallazgo subraya la importancia de identificar condiciones óptimas para conservar compuestos bioactivos en alimentos perecederos.

Saldaña (2024) investigó cómo distintas concentraciones de ácido salicílico, combinadas con diferentes periodos de almacenamiento poscosecha, influyen en los atributos fisicoquímicos y el contenido de metabolitos bioactivos del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Para ello, las muestras fueron tratados con soluciones de 1, 2 y 3 mmol de ácido salicílico

y almacenados en recipientes plásticos perforados a temperatura ambiente durante 30 días. Los resultados evidenciaron que la concentración de 3 mmol permitió conservar de mejor manera la calidad del fruto, mostrando mayor aceptabilidad por parte de los evaluadores, menor pérdida de peso y estabilidad en parámetros como acidez, pH y °Brix, además se evidenció un aumento de compuestos funcionales. Asimismo, la concentración de ácido salicílico y el tiempo de almacenamiento influyeron significativamente ($p < 0,05$) en las características fisicoquímicas y bioactivas del aguaymanto.

Desde el punto de vista de Llanos (2023) Analizó cómo la estabilidad y la vida útil de la pulpa de piña envasada al vacío se veían afectadas por las condiciones de conservación, así como por cinco formulaciones que incluían diversas concentraciones de sorbato de potasio y benzoato de sodio, conservándose a 4 °C y a 15 °C.. Los resultados mostraron que los grados Brix fueron los más afectados, disminuyendo con el tiempo hasta niveles no óptimos; se encontró que la refrigeración a 4 °C conservó mejor los parámetros fisicoquímicos en comparación con 15 °C; Para calcular la vida útil de las muestras, se utilizaron modelos cinéticos de descomposición y la ecuación de Arrhenius; además, el análisis estadístico con Minitab-18 aseguró la fiabilidad de los resultados.

A juicio de Manihuari (2023) estudio la reacción cromática de la pulpa de ají charapita (*Capsicum frutescens*) preservada a 4 y 8 °C en tres diversos sistemas de empaque: polietileno transparente con alta densidad y contenedor trilaminado. El estudio se realizó con un diseño totalmente aleatorio, con arreglo factorial y tres repeticiones. Se establecieron el pH, la acidez titulable y los parámetros de color del sistema CIE Lab después de 30 días de almacenamiento. Las diferencias estadísticas observadas entre los tratamientos ($p \leq 0.05$) fueron evaluadas mediante la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Se concluyó que el almacenamiento a 4 °C en envases trilaminados permitió conservar de mejor manera las propiedades

fisicoquímicas de la pulpa, registrándose los valores más favorables de pH, % acidez y coordenadas de color (L^* , a^* , b^*).

A juicio de Velásquez et al. (2022) analizaron la incidencia de las condiciones poscosecha, específicamente la acción combinada de la temperatura y la duración del almacenamiento, en los cambios fisicoquímicos y en la evolución del proceso de maduración del aguaymanto. El estudio fue desarrollado mediante un diseño factorial experimental, donde se evaluó el comportamiento del fruto bajo distintas condiciones térmicas de 4, 12 y 20 °C, y diferentes tiempos de almacenamiento (0, 8, 17 y 27 días), los frutos fueron conservados en envases perforados de tereftalato de polietileno (PET) bajo condiciones de oscuridad. Durante el periodo de almacenamiento se evaluaron el pH, el índice de madurez, la acidez titulable, los valores de color (L^* , a^* y b^*) y los sólidos solubles (°Brix). Los resultados evidenciaron que a 4 °C el índice de madurez presentó ligeras variaciones, mientras que las coordenadas L^* y b^* disminuyeron y el valor de a^* aumentó después de siete días de almacenamiento. Asimismo, la duración del almacenamiento y la condición térmica presentaron un efecto estadísticamente significativo ($p < 0.05$) sobre las características fisicoquímicas y el color del aguaymanto.

Como afirma Vásquez (2022) analizó la respuesta de los atributos bioactivos del fruto de pushgay a diferentes condiciones de almacenamiento poscosecha, evaluando el comportamiento de la temperatura y el tiempo ante la cantidad de fenoles totales y la capacidad antioxidante; usó un diseño factorial que incluyó temperaturas de 4, 10 y 19 °C, y periodos de almacenamiento de hasta 28 días; los frutos, almacenados en tapers de polipropileno perforados, fueron analizados en intervalos regulares. Se encontró que a 4 °C los frutos perdieron menos peso, mientras que la concentración de CF y CA aumentó hasta los 21 días; además, los resultados permitieron establecer la temperatura y el periodo de almacenamiento fueron factores determinantes, mostrando efectos significativos ($p < 0,05$) sobre los compuestos bioactivos evaluados.

Teniendo en cuenta a Benites (2022) investigó el comportamiento de potencial antioxidante, la concentración de ácido ascórbico y los azúcares reductores de la pulpa de mullaca y arándano frente a diferentes condiciones de temperatura y tiempo de almacenamiento; utilizando un diseño experimental aleatorizado con temperaturas de 5, 15 y 35 °C, evaluó la CA mediante el método DPPH, la vitamina C por espectrometría y los azúcares reductores por el método Lane-Eynon. Se observó que la pulpa de mullaca contenía niveles superiores de azúcares reductores y vitamina C respecto a la pulpa de arándano, y su CA también fue significativamente superior; la velocidad de deterioro de estas características aumentó con la temperatura, siguiendo el modelo de degradación de primer orden. Concluyendo que temperaturas de almacenamiento más altas reducen significativamente el tiempo de vida útil de ambos productos.

Felipe et al. (2022) investigaron estrategias de conservación para una masa de maíz amarillo utilizada en empanadas, considerando la aplicación de distintos conservantes y materiales de envasado. Para ello, emplearon sustancias como bicarbonato de sodio, benzoato de sodio, sorbato de potasio y ácido cítrico, con el fin de determinar su efecto sobre la estabilidad del producto, mientras que los materiales de empaque correspondieron a PEBD, PEAD, polipropileno y film de aluminio, para determinar su efecto en el crecimiento microbiano; después de identificar la combinación más efectiva, realizaron un ensayo final con empaque y conservante seleccionado. Los hallazgos indicaron que la combinación de polipropileno (PP) y ácido cítrico fue la estrategia más eficiente para conservar la masa de maíz, logrando extender su vida útil en cinco días adicionales.

Guzmán (2021) investigó la influencia del tratamiento aplicado en la conservación de metabolitos bioactivos y la actividad antioxidante del zumo de huito (*Genipa americana* L.), primero caracterizando el fruto a través de la valoración de vitamina C, polifenoles totales, genipina y actividad antioxidante, considerando cuatro tratamientos definidos por la aplicación

o no de conservantes y del proceso de pasteurización y se evaluó su estabilidad microbiológica durante 30 días. El tratamiento que integró la pasteurización y el uso de conservante evidenció una mayor estabilidad del producto. Si bien el tratamiento térmico contribuyó a mejorar la capacidad antioxidante, también generó pérdidas significativas de ácido ascórbico y la genipina. Los resultados demuestran que el procesamiento influye en las propiedades funcionales y nutricionales, destacando el huito como un alimento de alto valor agregado.

Como expresa Salas (2021) estudio de la estabilidad y capacidad de conservación del tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) fresco sometido a molienda, evaluando el efecto de diferentes formas de almacenamiento, incluyendo el envasado al vacío bajo congelación y la conservación a temperatura ambiente; el estudio buscó determinar el tiempo en el que las características sensoriales del producto se mantenían aceptables bajo ambas condiciones; mediante degustaciones y análisis de regresión polinomial de grado tres, se encontró que mediante envasado al vacío y congelación mantuvo la estabilidad del color del tarwi hasta por 8,5 días, el olor hasta 7,3 días, el sabor hasta 6,5 días y la textura hasta 8 días; en contraste, el almacenamiento en condiciones ambientales mostró que estas características solo se mantuvieron aceptables entre 1,9 y 4,5 días. El estudio concluyó que el envasado al vacío por congelación prolonga significativamente la vida útil del tarwi en comparación con el almacenamiento en condiciones ambientales.

2.2. Base Teórico-Científicas

2.2.1. Origen de la Aguaymanto

El aguaymanto, fruta tropical exótica de procedencia peruana, ha experimentado una difusión y una demanda internacional superior respecto a su consumo y comercialización interna, destacando su alta demanda en el mercado europeo; es cultivado continuamente a lo largo del año, este fruto desempeña un papel esencial en la economía de diversas (AMPEX (Asociación Macroregional de Productores para la Exportación), 2008).

Originaria de la región andina, esta fruta es reconocida con una variedad de nombres, como "tomatito silvestre", "capulí" y "aguaymanto", y científicamente designada como *Physalis peruviana* Linnaeus; en las lenguas indígenas quechua y aymara, se la conocía como yawarchunka, topo topo, uchupa y cuchuva respectivamente; su popularidad en la cocina novoandina es notable, utilizándose comúnmente en la preparación de mermeladas y como base para salsas (Guerrero & Rojas, 2016).

2.2.2. Clasificación Taxonómica del Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

En el grupo de las angiospermas, el aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) se clasifica taxonómicamente dentro de los siguientes niveles jerárquicos:

Tabla 1

Clasificación Taxonómica del aguaymanto

Categoría	Clasificación
Clase	Magnoliopsida
Superorden	Asteranae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Subfamilia	Solanoideae
Tribu	Physaleae
Subtribu	Physalinae
Género	<i>Physalis</i> L.
Subgénero	<i>Rydbergis</i> Hendrych
Sección	<i>Lanceolatae</i> (Rydb.) M.Y. Menzel
Especie	<i>Physalis peruviana</i> L.

Nota. Fuente: De la-Rotta (2014).

2.2.3. Contenido Nutricional

Los frutos de aguaymanto contienen compuestos bioactivos como polifenoles, provitamina A, vitamina C (20-43 mg por 100 g), presenta un contenido importante de vitamina E, encontrando en 86,3 g por kg de lípidos totales, principalmente en forma de α -tocoferol, el cual actúa como agente antioxidante al neutralizar especies reactivas de oxígeno. Además,

contiene vitaminas pertenecientes al complejo B, como tiamina, riboflavina y niacina, asimismo, contiene una variedad de compuestos bioactivos, destacando el ácido ascórbico, el β -caroteno como precursor de la vitamina A y los compuestos fenólicos. Además, se caracteriza por presentar un aporte importante de fibra (4,8 %), proteínas (0,3 %) y fósforo (55 %) (Wu et al., 2006).

Tabla 2

Valor nutricional de aguaymanto por 100 g de porción comestible

Componentes	Contenido en base húmeda
Humedad	80,8 $\pm$ 0,02
Proteína	1,3 $\pm$ 0,01
Grasa	0,2 $\pm$ 0,01
Carbohidratos	14,9 $\pm$ 0,01
Fibra	1,78 $\pm$ 0,02
Ceniza	1,12 $\pm$ 0,01
Acidez total (ref. ác. cítrico)	2,28 $\pm$ 0,03
pH	4,08 $\pm$ 0,01
Sólidos solubles (grados brix)	12,5 $\pm$ 0,05
Azúcares reductores	2,52 $\pm$ 0,04
Ácido ascórbico (mg)	28,55 $\pm$ 0,10
Carotenos totales (mg de β -caroteno)	1,77 $\pm$ 0,02

Nota. Obtenido de Encina et al. (2007).

2.2.4. Antioxidantes

Los compuestos antioxidantes son metabolitos de origen vegetal presentes en distintas partes de la planta, tales como frutos, hojas, ramas y raíces. Su actividad se relaciona con características estructurales específicas, principalmente la presencia de grupos hidroxilo vinculados a sistemas aromáticos. Estos compuestos actúan retardando o evitando reacciones oxidativas al donar electrones, lo que contribuye a la estabilización de moléculas biológicas afectadas por la acción de los radicales libres (Patthamakanokporn et al., 2008).

2.2.5. Capacidad Antioxidante

La capacidad antioxidante está determinada por compuestos bioactivos que participan en la regulación del metabolismo celular y contribuyen a neutralizarLos radicales libres y las

sustancias reactivas de oxígeno (ROS) poseen la capacidad de acumularse y provocar procesos de estrés oxidativo. Los compuestos antioxidantes naturales más cruciales de las frutas son los carotenoides, las vitaminas A, C y E, los flavonoides y los compuestos fenólicos; operan como agentes protectores al reducir el daño oxidativo, favoreciendo así el mantenimiento de sus características de calidad durante el almacenamiento y ofreciendo beneficios para la salud al neutralizar los radicales libres (Ponce & Rodríguez, 2020).

2.2.6. *Compuestos Bioactivos y Capacidad Antioxidante del Aguaymanto*

▪ Compuestos bioactivos del aguaymanto

El aguaymanto es reconocido por su importante aporte nutricional, debido a la presencia de provitamina A, vitamina C y minerales como el fósforo, un componente poco frecuente en otras frutas. Su abundancia en fibra, principalmente pectina, promueve la salud digestiva al mejorar el tránsito intestinal y favorecer la microbiota. Entre sus compuestos bioactivos destacan carotenoides, ácido ascórbico y polifenoles, estos compuestos poseen actividad antioxidante, protegiendo las células frente al estrés oxidativo y reduciendo el riesgo de enfermedades crónicas. Además, los carotenoides favorecen la salud visual, mientras que la vitamina C contribuye al fortalecimiento inmunológico y a la absorción del hierro (Alfaro, 2019).

▪ Capacidad antioxidante del aguaymanto

La presencia de carotenoides, vitamina C y metabolitos fenólicos en el aguaymanto le otorga capacidad antioxidante, permitiendo contrarrestar los efectos de los procesos oxidativos a nivel celular y contribuir potencialmente en la disminución del riesgo de enfermedades crónica; ha mostrado una notable capacidad antioxidante en ensayos in vitro, como los tests DPPH y FRAP. Estos métodos evalúan su habilidad para neutralizar radicales libres y reducir el estrés oxidativo (Alfaro, 2019).

2.2.7. Beneficios de los antioxidantes

Los antioxidantes de origen natural presentan diversas actividades fisiológicas, tales como propiedades antivirales, antimutagénicas, antibacterianas, anticarcinogénicas, antialérgicas, antiulcerosas, antiarteriogénicas, antifúngicas, antimicrobianas y la capacidad de reducir el incremento de la presión arterial. Estas funciones están asociadas al estrés oxidativo celular. Además, los antioxidantes naturales actúan como estimulantes del sistema inmunológico, agentes antiinflamatorios y antialérgicos, presentan efectos estrogénicos, propiedades vasodilatadoras y la capacidad de inhibir enzimas prooxidantes como la ciclooxigenasa, lipoxigenasa y xantina oxidasa (Coronado et al., 2015).

2.2.8. Determinación de la actividad antioxidante

La actividad antioxidante se evalúa indirectamente mediante la capacidad de los compuestos para actuar frente a procesos oxidativos controlados. Las técnicas espectrofotométricas son las más utilizadas, puede evaluarse mediante la interacción con compuestos cromógenos, observándose que la reducción del color es proporcional a la cantidad de antioxidantes presentes en la muestra. Estos métodos, como los ensayos DPPH, ABTS y HPLC, son esenciales por su precisión y simplicidad en la investigación de alimentos y compuestos bioactivos (Aparcana & Villarreal, 2014)

2.2.9. Compuestos fenólicos

Las sustancias fenólicas constituyen un conjunto amplio de moléculas orgánicas cuya estructura química incluye grupos hidroxilo asociados a anillos aromáticos. En combinación con las vitaminas, estos compuestos son considerados antioxidantes esenciales en la alimentación, dada su abundante presencia en diversos productos vegetales como frutas, verduras, raíces y cereales. Las plantas contienen una notable diversidad de compuestos fenólicos, los cuales se clasifican en múltiples categorías, entre ellas fenoles simples, ácidos fenólicos, cumarinas, quinonas, lignanos y ligninas (Peñarrieta et al., 2014).

2.2.10. Fenoles totales

Los metabolitos secundarios de las plantas incluyen a los compuestos fenólicos, que se distinguen como uno de los grupos más importantes por su extensa presencia y sus funciones biológicas en la vegetación, desempeñando funciones esenciales en procesos fisiológicos como el crecimiento, desarrollo, reproducción y mecanismos de defensa frente a agentes externos, además de intervenir en la germinación. Se encuentran ampliamente distribuidos en los alimentos naturales consumidos por los seres humanos. Investigaciones recientes han evidenciado que estos compuestos presentan una importante actividad antioxidante, lo que evidencia su importante papel en la protección celular y su contribución a la salud humana, ayudando a prevenir enfermedades asociadas al estrés oxidativo (Huamán et al., 2016).

2.2.11. Fenoles totales del Aguaymanto

Estudios realizados destacan la presencia de flavonoides como rutina y quercetina, junto con carotenoides como β -caroteno, los cuales refuerzan su capacidad antioxidante. Estas sustancias no solo mitigan el estrés oxidativo, sino que también previenen la oxidación de lípidos y contribuyen a disminuir el riesgo de malestares crónicas (Huamán et al., 2016).

2.2.12. Cuantificación de fenoles totales

La medición de fenoles totales no constituye por sí sola un indicador directo de la actividad antioxidante; sin embargo, representa una herramienta complementaria relevante en investigaciones donde se evalúa de manera conjunta el contenido fenólico y la capacidad antioxidante. Para este propósito, se emplean diversas metodologías analíticas, destacando las técnicas cromatográficas, como TLC, CG y HPLC, así como procedimientos basados en análisis espectrofotométricos.

2.2.13. Producción de Aguaymanto en el Perú

A nivel nacional, Cajamarca sobresale como la región líder en la producción de aguaymanto, siendo pionera en el establecimiento de sistemas de cultivo con orientación comercial y asociativa, apoyados por investigaciones técnicas y la incorporación de tecnologías para optimizar su manejo agronómico. Paralelamente, regiones como Huánuco, Áncash, Junín (Tarma) y Ayacucho contribuyen de manera significativa a la oferta del cultivo. Los rendimientos obtenidos en condiciones de sierra varían entre 5 y 12 toneladas por hectárea, mientras que en la costa se sitúan entre 6 y 12 toneladas por hectárea, dependiendo de factores edafológicos y de las prácticas de manejo implementadas. Respecto a la estacionalidad de la cosecha, en zonas altoandinas esta se realiza principalmente de abril a junio, en tanto que en la costa se desarrolla entre octubre y noviembre (León, 2016).

Durante los últimos años, el cultivo de aguaymanto ha presentado una tendencia creciente en términos de producción, área cosechada y rendimiento, con tasas medias anuales de incremento de 17 %, 15 % y 2 %, respectivamente. Durante el año 2019, el cultivo alcanzó una extensión aproximada de 311 hectáreas, con un volumen de producción estimado de 1607 toneladas, según información proporcionada por las Direcciones Regionales. No obstante, estos registros no contemplan algunas áreas productoras relevantes, Celendín, San Miguel y San Pablo, además de áreas productoras ubicadas en Áncash, Ayacucho, Cusco, Moquegua y Puno (Ollachea). En 2020, hasta octubre, la producción nacional ascendió a 1573 toneladas, destacando la región de Huánuco como principal productora, al concentrar más del 80 % del volumen total del país (Sierra y Selva Exportadora, 2021).

Entre 2015 y 2020, el comercio exterior peruano de aguaymanto presentó una tendencia positiva, con aumentos de 6 % en los volúmenes exportados y de 4,8 % en el valor generado. El mayor dinamismo se evidenció durante el periodo 2016–2018. Asimismo, se destaca que el

aguaymanto orgánico constituye el principal componente de las exportaciones, al representar más del 80 % del total despachado al mercado internacional (Sierra y Selva Exportadora, 2021).

2.2.14. Pulpa de Frutas

La pulpa se define como el producto denso y no diluido, sin concentrar ni fermentar, que se obtiene al desintegrar y tamizar la parte comestible de frutas frescas, en estado de madurez óptima y debidamente limpias. Se define como la fracción aprovechable del fruto o como el resultado de la separación de los tejidos carnosos comestibles a través de operaciones tecnológicas específicas, lo que la distingue del jugo por su mayor contenido de sólidos del propio fruto, la pulpa se distingue principalmente por su consistencia más espesa y viscosa (Aldana & Ospina, 1995).

La pulpa de la fruta corresponde a la parte carnosa, blanda y apta para el consumo, obtenida del tejido interno del fruto, el cual no ha sido fermentado pero tiene la capacidad de fermentarse si se lo expone a las condiciones adecuadas; se obtiene mediante procesos tecnológicos apropiados, como tamizado, trituration o desmenuzado, siguiendo las buenas prácticas de manufactura. Este proceso se realiza utilizando frutas en optimas condiciones, que estén debidamente maduras, y también puede aplicarse a frutas conservadas mediante métodos físicos (INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), 2008).

2.2.14.1. Requisitos Específicos para Pulpas de Frutas. La normativa ecuatoriana establece que las pulpas de fruta deben reunir condiciones de calidad e inocuidad que aseguren su adecuada conservación. El producto debe preservar sus atributos sensoriales característicos, manteniendo el aroma, sabor y apariencia propios de la fruta, además de encontrarse libre de sustancias ajenas o contaminantes. De igual forma, es necesario que conserve las características fisicoquímicas propias del fruto de origen y que se encuentre libre de microorganismos patógenos, toxinas u otros factores que puedan ocasionar su alteración o afectar la inocuidad del alimento (INEN, 2008).

2.2.15. *Pulpa de Aguaymanto (Physalis peruviana L.)*

Este producto natural, sin diluir ni fermentar, y sin aditivos conservantes, es elaborado mediante la trituración y tamizado de la pulpa comestible proveniente de aguaymantos maduros, sanos y previamente acondicionados; es importante destacar que este producto no es un Organismo Genéticamente Modificado (GMO). Su versatilidad permite su uso directo en bebidas consumibles sin necesidad de procesos adicionales. Además, puede emplearse de diversas formas en la industria alimentaria, incluyendo pastelerías, heladerías, restaurantes, catering, hoteles y procesos industriales (Aseptic Peruvian Fruit, 2018).

2.2.15.1. Características Organolépticas. Según lo indicado en la ficha técnica de pulpa de aguaymanto aséptica, el producto debe cumplir determinados atributos de calidad. La pulpa debe presentar una apariencia homogénea, libre de grumos y contaminantes visibles, con una coloración amarillo-naranja típica del aguaymanto. Además, el aroma y el sabor deben corresponder a los de la fruta madura y fresca. En relación con los defectos, la presencia de materias extrañas no es aceptable, estableciéndose un límite de 0 % (Aseptic Peruvian Fruit, 2018).

2.2.15.2. Características Fisicoquímicas. Se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3

Características fisicoquímicas de la pulpa de aguaymanto aséptica.

Parámetro	Valor
Brix (20 °C)	11,0 – 13,0
pH (20 °C)	3,4 a 3,6
Acidez (expresada como ácido cítrico)	1,8 – 2,0 %

Nota. Fuente: Aseptic Peruvian Fruit (2018).

2.2.15.3. Características microbiológicas. Los límites microbiológicos y el tipo de microorganismo establecidos en la RM-591-2008-MINSA para frutas y hortalizas en diferentes estados de procesamiento y almacenamiento, incluyendo productos frescos semiprocesados (lavados, desinfectados, pelados, cortados y/o precocidos) y desecados, deshidratados o liofilizados descritos en la Tabla 4. Estos criterios garantizan la inocuidad de los alimentos mediante la regulación de agentes microbiológicos clave, como recuentos de microorganismos aerobios mesófilos, así como la detección de *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, y *Listeria monocytogenes*.

Tabla 4

Criterios microbiológicos para frutas y hortalizas en diferentes estados de procesamiento.

Agente Microbiano	Categoría	Clase	N	C	Límite por g	
					M	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 ⁴	10 ⁶
<i>Escherichia coli</i>	2	3	5	2	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	—	2	5	0	Ausencia en 25 g	
<i>Listeria monocytogenes</i> (*)	—	2	5	0	Ausencia en 25 g	

(*) Solo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas)

Nota. Obtenido del Ministerio de salud (2008).

2.2.16. Tipos de envasado

2.2.16.1. Envasado sellado convencional. El sellado convencional de pulpa de frutas se realiza empleando bolsas elaboradas con polietileno de baja densidad (LDPE), son una opción efectiva para su conservación. Este material es seguro, transparente y funciona como una barrera contra la humedad, evitando la deshidratación de la pulpa. Las bolsas pueden ser simples o con microperforaciones, lo que facilita la generación de una atmósfera modificada que ajusta la relación entre oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂), lo que disminuye la respiración de la fruta y mejora su conservación. Además, este tipo de envasado protege contra la oxidación y la contaminación microbiana, resultando una opción práctica y económica para guardar y transportar pulpas de frutas que han sido procesadas (Dubey & Yadava, 2023).

2.2.16.2. Envasado al vacío. Es un procedimiento para preservar alimentos que se apoya en el retiro del aire contenido en el envase, disminuyendo la concentración de oxígeno y limitando los procesos de deterioro. Esta condición desfavorece el desarrollo de microorganismos aerobios, incluyendo bacterias, mohos y hongos. Una vez efectuado el sellado, se genera un ambiente con bajo contenido de oxígeno y mayor proporción de dióxido de carbono, lo que reduce la actividad de los microorganismos y fomenta la extensión del uso del producto (Sammic, 2019).

La conservación de alimentos mediante envasado al vacío destaca por su sencillez y eficiencia, ya que se basa en la eliminación del aire presente alrededor del producto antes de realizar el sellado. Un proceso adecuado permite alcanzar niveles de oxígeno residual menores al 1 %, creando así un entorno con escasa disponibilidad de oxígeno. Esta condición reduce la actividad de aerobios, como bacterias y hongos, y favorece la prolongación del periodo de conservación del producto (Martín, 2019).

El control del contenido de humedad, mediante procesos de pérdida o ganancia de agua, constituye una variable clave en la preservación y periodo de conservación de los frutos durante la etapa de almacenamiento. La presión de vapor, el contenido de humedad del producto, la condición térmica de conservación y la capacidad de transferencia del material de empaque son algunos factores que alteran las condiciones internas del envase. La correcta gestión de este intercambio de humedad permite minimizar los procesos de deterioro provocados por microorganismos y enzimas (Martín, 2019).

2.2.16.3. Capacidad Conservante del Envasado al Vacío. La capacidad conservante se define como la aptitud de un compuesto con el propósito de extender el periodo de conservación de los productos, manteniendo sus características mediante la reducción del desarrollo microbiano y el retraso de los procesos oxidativos u otros procesos de degradación. Dicha capacidad puede ser inherente a sustancias naturales, como algunas hierbas y especias con efecto antimicrobiano, o puede ser conferida a través del uso de aditivos alimentarios específicos en la industria alimentaria (Garcia et al., 2006).

2.2.16.4. Factores que Influyen en la Capacidad Conservante del Envasado al Vacío. Según Dirección de Cocina CFGS, (2023) el envasado al vacío se ve influenciado por los siguientes factores:

- **Tipo de alimento:** La efectividad del envasado al vacío depende del tipo de alimento, algunos alimentos son más susceptibles a la descomposición por microorganismos que otros.
- **Calidad del alimento:** La calidad inicial del alimento también influye en su vida útil, los alimentos frescos y de alta calidad se conservarán mejor que los alimentos que ya están empezando a deteriorarse.
- **Temperatura de almacenamiento:** También es un factor importante, los alimentos envasados al vacío deben almacenarse a temperaturas frías para prolongar su vida útil.
- **Barrera del envase:** La barrera del envase es la capacidad del mismo para evitar la entrada de oxígeno y otros gases, un envase con una buena barrera ayudará a conservar mejor los alimentos.

2.2.17. Vida Útil de los Alimentos

Corresponde al tiempo limitado que transcurre desde la producción de un alimento hasta el momento en que, almacenado bajo condiciones específicas, conserva sus atributos de calidad y seguridad para el consumo. A lo largo de este periodo, el producto experimenta

cambios graduales en sus propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas, los cuales conducen a un deterioro irreversible que define su límite de utilización (Inungaray & Munguía, 2014).

2.2.17.1. Metodología para Determinar la Vida Útil de Alimentos. La evaluación de perecibilidad puede abordarse mediante diversas metodologías, cuya elección depende tanto de las propiedades del alimento como de los fines del estudio. Dentro de estas alternativas, el método directo es el que se emplea con mayor frecuencia.

– **Método directo o en tiempo real.** El método considera la realización de evaluaciones periódicas con el fin de observar la aparición y progresión de los procesos de deterioro hasta alcanzar un nivel no aceptable. Esta metodología, conocida como análisis de Weibull, análisis de durabilidad o evaluación de riesgos, se emplea en alimentos conservados bajo condiciones de temperatura ambiente, refrigeración o congelación, estos estudios se enfocan en productos con vida útil limitada, como los alimentos perecederos y semiperecederos, con el objetivo de monitorear el cambio de sus componentes a lo largo del almacenamiento, determinando el tiempo máximo en que pueden ser consumidos (Li & Wang, 2018).

– **Método indirecto-Pruebas de vida útil acelerada.** Este facilita una rápida valoración de la conducta de los alimentos en situaciones extremas, es decir, cuando el producto se almacena a temperaturas altas o en entornos adversos, el deterioro se determina mediante una evaluación que puede incluir aspectos fisicoquímicos, microbiológicos y/o sensoriales, la aplicación de estos métodos se orienta principalmente a productos alimentarios no perecederos o de alta estabilidad. Sin embargo, una desventaja importante radica en que variables como la temperatura, la humedad, la luz y el oxígeno pueden generar modificaciones relevantes en el alimento que no se presentarían en condiciones habituales. Ejemplos de ello son la desnaturalización proteica inducida por altas temperaturas o las alteraciones en la permeabilidad del envase, las cuales aceleran la degradación del producto.(Coronel, 2016).

2.2.17.2. Modelo para la degradación cinética. La degradación de los alimentos puede ser evaluada con modelos cinéticos de primer o segundo orden, en los que la velocidad de cambio del elemento examinado está sujeta al tiempo que se mantienen almacenados. Dichos parámetros pueden corresponder a componentes nutricionales o atributos de calidad, tales como el contenido vitamínico, las características sensoriales, los grados Brix, el pH, entre otros (Ros et al., 2003).

– **Reacción de Orden Cero.** Una reducción lineal de un atributo indica que su cambio se mantiene constante durante el tiempo, por lo que la disminución de dicho parámetro ocurre sin depender de su valor inicial; esta relación lineal entre el atributo y el tiempo es característica de una reacción de orden cero (Labuza & Riboh, 1982).

$$Velocidad = \frac{dA}{dT} = KT \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

A = Concentración del reactivo

t = tiempo

k= constante de la velocidad de la reacción.

Linealizando:

$$\text{Log} \frac{a}{b} = kt \quad \text{Ecuación 2}$$

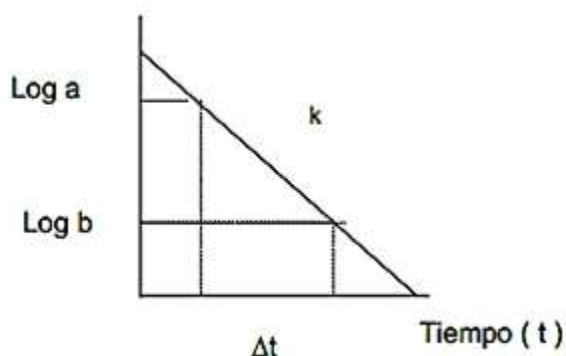
Dónde:

a= concentración inicial

b= concentración final

Figura 1

Disminución de un atributo de calidad durante el almacenamiento



2.2.17.3. Evaluación Sensorial para la Evaluación de la Vida Útil de un Alimento.

Desde el enfoque sensorial, la vida útil se define como el periodo durante el cual el producto conserva sus propiedades y rendimiento conforme a las expectativas del fabricante. Durante este tiempo, el producto sigue siendo adecuado para su consumo o uso, brindando al consumidor las cualidades sensoriales y el rendimiento previstos. Este proceso implica evaluar el alimento para detectar cualquier cambio en su apariencia, textura, aroma y sabor, utilizando análisis estadísticos para establecer la importancia de los datos proporcionados por los evaluadores (THE FOOD TECH, 2024).

La confiabilidad de la evaluación sensorial depende del tamaño del panel y el tipo de preparación y presentación de las muestras, recomendándose la participación de un grupo superior a 80–100 jueces., quienes deben ser consumidores habituales del producto en cuestión. En cuanto a la presentación de la muestra, es esencial que la cantidad proporcionada permita percibir adecuadamente las cualidades organolépticas; además, la presentación debe evitar cualquier sesgo o error, la muestra debe presentarse en condiciones representativas de consumo y con características óptimas que permitan una evaluación sensorial confiable (Mondino & Ferratto, 2006).

2.2.17.4. Análisis Fisicoquímico. Para asegurar el control de calidad, es fundamental la evaluación fisicoquímica de los alimentos, ya que posibilita la caracterización de su composición nutricional y la verificación de parámetros específicos, elementos determinantes para la definición del tiempo de vida útil del producto.

– **Acidez:** Se refiere a la suma de todos los ácidos que hay en un alimento, considerando tanto ácidos orgánicos como inorgánicos. Su determinación se realiza a través de un procedimiento volumétrico de titulación ácido–base, que emplea un agente titulante, una solución estandarizada y un indicador para identificar el punto final de la reacción. Generalmente, el indicador utilizado presenta una transición de incoloro a rosado conforme aumenta el pH, con un rango de viraje comprendido entre 8,2 y 10. La determinación se realiza comúnmente mediante titulación con NaOH 0,1 N, considerando como analito el ácido mayoritario presente en la muestra (Cazar, 2016).

– **Grados Brix (°Brix):** permiten determinar los sólidos solubles de un producto, principalmente relacionados con su contenido de azúcares. La medición se lleva a cabo con un refractómetro verificado con H₂O destilada a 20 °C; cuando los valores se elevan, significa una madurez del fruto más elevado (Cazar, 2016).

– **pH:** Es un indicador del nivel de alcalinidad, neutralidad o acidez de una sustancia, que se determina a partir de la concentración de especies hidrogeniónicas presentes en una solución determina su grado de acidez o alcalinidad. La escala de evaluación se encuentra comprendida entre 0 y 14 unidades, considerando que valores menores a 7 reflejan un carácter ácido y valores mayores a 7 indican una condición alcalina. Este indicador interviene en procesos químicos, bioquímicos y microbiológicos, influyendo en el desarrollo microbiano junto con factores como nutrientes, disponibilidad de agua y temperatura. Las frutas, por lo habitual, muestran valores de pH ácidos a causa de los ácidos orgánicos naturales. (Roman & Zambrano, 2013).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Aguaymanto

Planta de origen americano, conocida históricamente por su contribución a la prevención del escorbuto. Hace más de 200 años fue introducida en Sudáfrica por los españoles, Tras su expansión fuera de su zona de origen, el aguaymanto fue introducido en diversos países, logrando posicionarse como un cultivo con valor comercial. En la actualidad, su distribución comprende áreas elevadas de regiones tropicales y territorios subtropicales como Malasia, China y el Caribe (Araujo, 2007).

2.3.2. Pulpa de Fruta

Corresponde a la fracción comestible del fruto, obtenida después de retirar la cáscara y las semillas. Este producto es rico en nutrientes, fibra y sabor, y es comúnmente empleado en la elaboración de jugos, néctares, mermeladas y otros alimentos procesados. La consistencia y el color de la pulpa pueden variar según el tipo de fruta y su madurez (Inocente et al., 2021).

2.3.3. Antioxidante

Un antioxidante es un compuesto que, incluso a concentraciones reducidas, posee la capacidad de limitar o impedir reacciones de oxidación en sistemas biológicos o en productos alimentarios. En el contexto biológico, actúa neutralizando radicales libres y especies reactivas responsables del daño celular, del deterioro celular asociado al envejecimiento prematuro y al desarrollo de determinadas enfermedades. En la industria alimentaria, los antioxidantes son empleados para prolongar la estabilidad del producto, evitando la oxidación de lípidos, vitaminas y otros compuestos sensibles, lo que favorece la conservación de sus características sensoriales y nutricionales. Algunos ejemplos representativos son el ácido ascórbico, los tocoferoles y los antioxidantes sintéticos BHA y BHT (Baumann & Bogdan, 2009).

2.3.4. Fenol

Es una molécula orgánica que forma parte de los compuestos aromáticos, caracterizada por presentar un anillo bencénico dentro de su estructura química enlazado a un grupo funcional hidroxilo (-OH), lo que le confiere la fórmula molecular C_6H_5OH . Este compuesto se presenta generalmente como un sólido cristalino, que puede ser incoloro o adquirir un tono ligeramente rosado debido a la exposición al aire y la luz. Posee un olor característico penetrante y una moderada solubilidad en agua, gracias a la polaridad del grupo hidroxilo, aunque su interacción con el anillo bencénico disminuye su hidrofobicidad (Peñarrieta et al., 2014).

2.3.5. Envasado

El envasado consiste en el proceso de colocar un producto dentro de un recipiente o envase diseñado para protegerlo, preservarlo y facilitar su manejo, transporte, almacenamiento y comercialización. Este procedimiento varía según el tipo de producto, como alimentos, medicamentos o sustancias químicas, y responde a necesidades específicas de conservación y presentación (Imelio, 2010).

2.3.6. Temperatura de Conservación

La temperatura de conservación se refiere al intervalo de temperaturas en el que los alimentos deben almacenarse para asegurar su calidad y seguridad durante un período específico. Este intervalo varía según el tipo de alimento y sus características microbiológicas y físico-químicas. Al mantener los alimentos a la temperatura adecuada, se ralentiza el crecimiento de microorganismos y se evitan alteraciones indeseadas en su textura, sabor y valor nutricional (Adrian & Fragne, 2020).

2.3.7. Envasado al Vacío

La modificación de la atmósfera dentro de un envase se logra comúnmente mediante la colocación del alimento en un material de envasado con limitada permeabilidad al oxígeno,

seguida de la extracción del aire y el sellado hermético. En condiciones óptimas de vacío, la concentración de oxígeno disminuye a valores inferiores al 1 %, generando una condición protectora en el envase que contribuye a mantener la estabilidad y prolongar la conservación del producto durante el almacenamiento (Adrian & Fragne, 2020).

2.3.8. Conservación

La metodología de conservación de pulpa conlleva varias técnicas cuyo objetivo es preservar la calidad, la seguridad y el contenido nutricional de la pulpa de frutas a lo largo del almacenamiento. Su objetivo principal es evitar la descomposición del producto y reducir la degradación de nutrientes, incluyendo vitaminas, antioxidantes y compuestos bioactivos, a través de métodos tecnológicos con aplicación de temperaturas, el envasado al vacío y el uso controlado de conservantes (Bordón, 2008).

2.3.9. Vida Útil

De acuerdo con los criterios establecidos por el productor, es el lapso en que un producto conserva condiciones de calidad e inocuidad correctas para su consumo., de acuerdo con los criterios establecidos por el fabricante. Este periodo está influenciado por factores como la naturaleza del producto, su composición y las condiciones de conservación. Su determinación se basa en estudios de estabilidad que permiten analizar la capacidad del alimento para mantener sus propiedades sensoriales, nutricionales y funcionales (Alapont et al., 2020).

2.4. Hipótesis

Ha: La aplicación de diferentes condiciones de conservación, determinadas por la temperatura de almacenamiento y el sistema de envasado, genera variaciones significativas en las características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, compuestos bioactivos y estabilidad durante la vida útil de la pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

H₀: Las condiciones de conservación evaluadas mediante la temperatura de almacenamiento y el sistema de envasado no ocasionan cambios significativos en las características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, contenido de compuestos bioactivos ni en el periodo de vida útil de la pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

2.5. Operacionalización de Variables

En la Tabla 5 se explican con detalle las variables que se han analizado en el estudio, incluyendo aquellas consideradas independientes y dependientes.

Tabla 5*Operacionalización de variables.*

Variables de estudio	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición	Unidad de medición
Independiente				
Temperatura	Temperatura almacenamiento	de 4, 8 y 20 °C	Termómetro	°C
Tipo de envase	Tipo de envasado	Tipo de sellado utilizado (normal y al vacío)	Selladora común Selladora al vacío	Categórica (nominal)
Dependiente				
Caracterización físicoquímica	pH	Concentración de H ⁺	pH-metro digital de mesa	1 al 14
	Acidez titulable	ml por cada 100 g	Equipo de titulación	%
	Sólidos solubles	°Brix	Refractómetro portátil	°Brix
Caracterización microbiológica	Color	L*(luminosidad), a* (rojo-verde), b* (amarillo-azul)	Colorímetro	Escala CIELAB (Lab*)
		UFC/ml	Medios de cultivo selectivos	Intervalo
Análisis sensorial	Sabor, olor, color, textura, aceptabilidad general	Me disgusta extremadamente (1)	Ficha de Evaluación	Escala Hedónica
		Me disgusta mucho (2)		
		Me disgusta moderadamente (3)		
		Me disgusta levemente (4)		
		No me gusta ni me disgusta (5)		
		Me gusta levemente (6)		
		Me gusta moderadamente (7)		
Compuestos bioactivos	Contenido de fenoles Capacidad antioxidante	Me gusta mucho (8)	Método Folin-Ciocalteu Espectrofotómetro	mg EAG/100 g μmol Trolox/g
		Me gusta extremadamente (9)		
Vida útil (Duración en condiciones ideales)	Días hasta la fecha de caducidad		Método de cinética de deterioro	Días

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

3.1.1. Tipo Investigación

El estudio desarrollado se enmarca dentro de una investigación experimental, puesto que se interviene de manera controlada sobre los factores en evaluación, específicamente la temperatura de almacenamiento y la modalidad de envasado. La manipulación de estas condiciones permite analizar su influencia directa en el comportamiento de la pulpa de aguaymanto, considerando indicadores como las propiedades fisicoquímicas, bioactivas, y vida útil.

3.1.2. Nivel de Investigación

El trabajo se desarrolló con un nivel de investigación explicativo, debido a que tiene como propósito identificar y analizar las relaciones causales entre la temperatura de almacenamiento y el sistema de envasado sobre las propiedades del producto. De este modo, se busca comprender los mecanismos mediante los cuales estos factores inciden en la estabilidad del producto a lo largo de su periodo de almacenamiento.

3.2. Diseño de investigación

Se uso un diseño totalmente aleatorio (DCA) con una estructura factorial de 3×2 ., considerando tres temperaturas de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y dos sistemas de envasado (sellado y al vacío), con tres repeticiones por tratamiento. Las evaluaciones se efectuaron cada cinco días durante 30 días, determinando parámetros fisicoquímicos (pH, acidez titulable, °Brix y color), microbiológicos, sensoriales, capacidad antioxidante y fenoles totales.

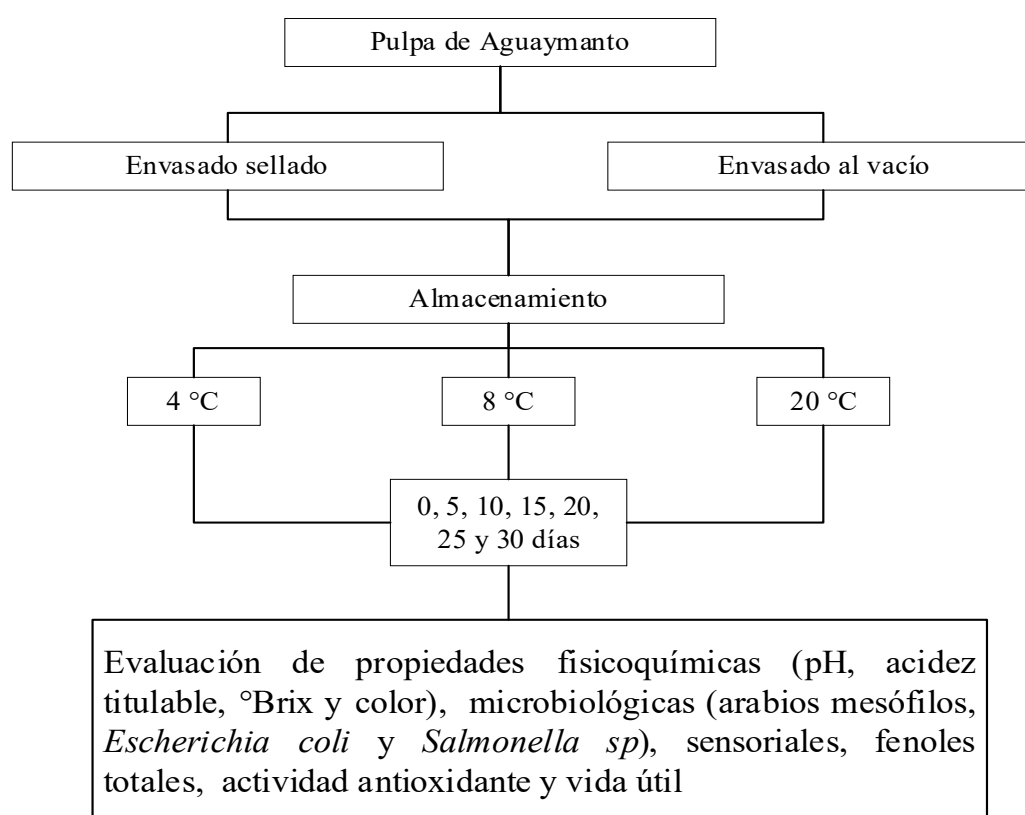
Tabla 6*Arreglo experimental.*

Temperatura de almacenamiento (°C)	Tipo de envasado	Replicación	Número de muestra
4	Sellado	3	1, 2, 3
4	Vacío	3	4, 5, 6
8	Sellado	3	7, 8, 9
8	Vacío	3	10, 11, 12
20	Sellado	3	13, 14, 15
20	Vacío	3	16, 17, 18

Nota. La tabla muestra los tratamientos a diferentes temperaturas.

3.3. Esquema experimental de la investigación

El diseño experimental empleada en la investigación se muestra en la Figura 2.

Figura 2*Esquema experimental de la investigación*

Nota. Tomado de Díaz & Muñoz (2021).

3.4. Métodos Investigación

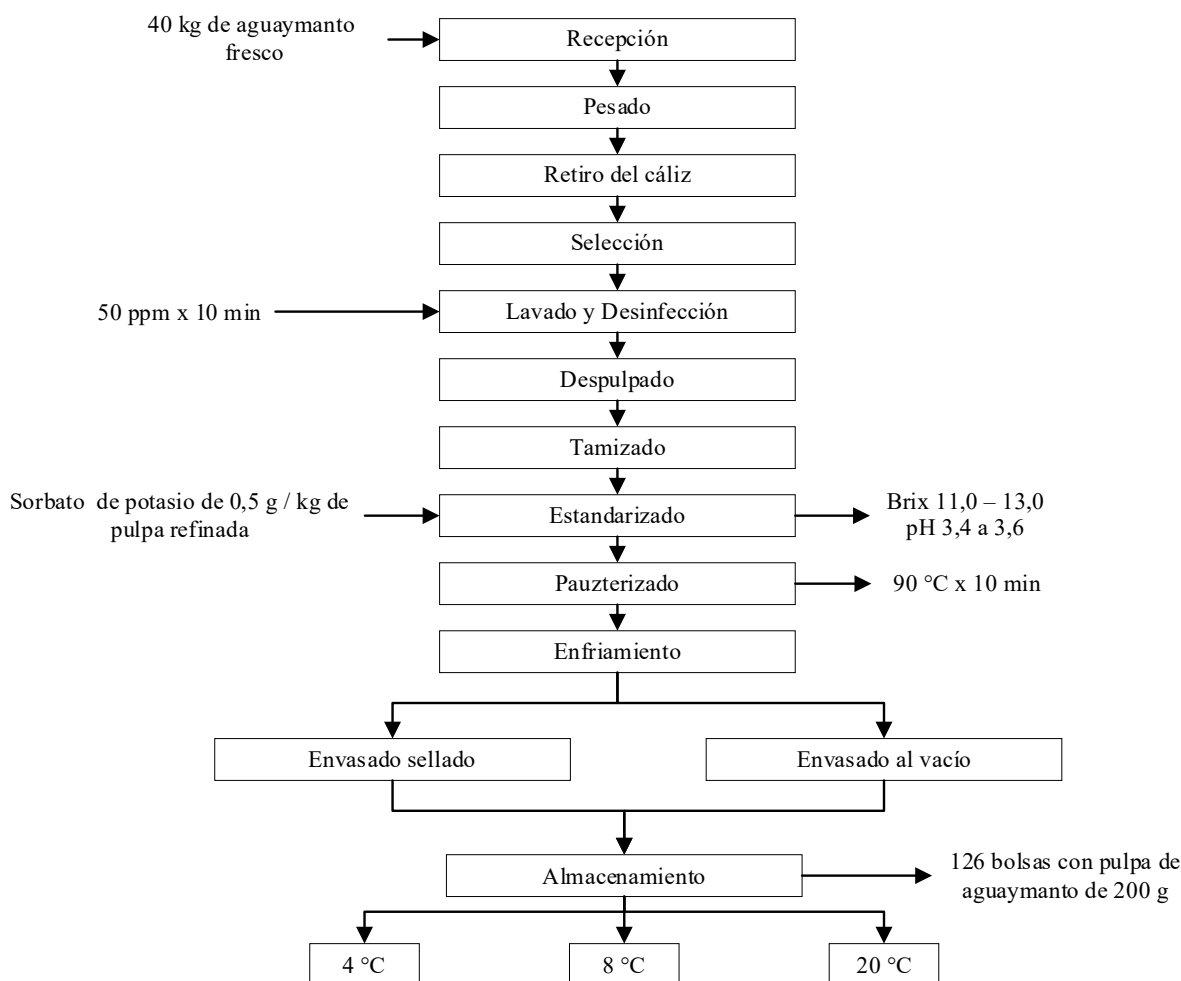
Se aplicaron los métodos hipotético-deductivo, experimental, analítico y comparativo. El método experimental se desarrolló mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tratamientos aleatorizados y tres repeticiones; el método hipotético-deductivo permitió formular y contrastar las hipótesis planteadas; el método analítico facilitó la evaluación de las variables fisicoquímicas, microbiológicas y funcionales; mientras que el método comparativo permitió establecer diferencias entre tratamientos. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA, prueba de Tukey y Friedman con ajuste de Bonferroni para los datos sensoriales (Rodríguez & Peréz, 2017; Morán & Alvarado, 2010).

3.4.1. *Obtención del Aguaymanto*

El aguaymanto utilizado en la investigación fue adquirido en el mercado central de Chota, provenientes de cultivos de la provincia de Bambamarca, Cajamarca. Se seleccionaron frutos frescos, sanos y sin daños visibles ni signos de contaminación, garantizando su calidad para el procesamiento posterior.

3.4.2. *Obtención de la Pulpa de Aguaymanto y Preparación de la Muestra*

La producción de la pulpa de aguaymanto estuvo organizada siguiendo el flujograma que se ilustra en la Figura 3, comprendiendo desde la recepción hasta el envasado final. El uso correcto de cada fase posibilitó la obtención de un producto uniforme, seguro y con características óptimas de calidad.

Figura 3*Flujograma de procesos de la elaboración de pulpa de aguaymanto.*

Nota. Adaptado de Díaz & Muñoz (2021).

3.4.2.1. Descripción del diagrama de flujo para la obtención de la pulpa de aguaymanto.

- **Recepción:** El aguaymanto que se compró fue trasladado al laboratorio de frutas y hortalizas ubicado en la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, siguiendo las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) establecidas, donde fue recibida para su procesamiento.
- **Pesado:** En esta etapa, se registró el peso de la fruta al momento de su entrada al laboratorio, y este dato fue anotado en el cuaderno de laboratorio.

- **Retiro del cáliz:** Se efectuó manualmente en la mesa, donde se extrajo el cáliz (manto) que cubre el fruto.
- **Selección:** Se llevó a cabo en la mesa, donde se procedió a desechar los frutos en mal estado, tales como aquellos con signos de descomposición microbiológica, aplastados, verdes, manchados, entre otros defectos visibles.
- **Lavado y desinfección:** Se efectuó en recipientes con agua potable para eliminar la suciedad de las bayas. Siguiendo con la desinfección de la materia prima aplicando una solución sanitizante de hipoclorito de sodio a una concentración de 50 ppm durante diez minutos, con el objetivo de reducir microorganismos en superficie y respaldar que el producto fuera inocuo.
- **Despulpado:** Se colocó la fruta en la licuadora industrial hasta obtener un puré homogéneo, conocido como pulpa.
- **Tamizado:** El refinado se realizó utilizando un tamiz de 0,025 pulgadas para separar las cáscaras y las semillas de la pulpa.
- **Estandarizado:** Se añadió sorbato de potasio a una concentración de 0,5 g/kg en la pulpa refinada. Además, los parámetros fisicoquímicos no fue necesario ajustarlos porque estuvieron dentro del rango de 11 a 13 °Brix y un pH de 3,4 a 3,6 en la pulpa refinada.
- **Pasteurización:** Para este procedimiento, se calentó la pulpa a 90 °C durante un período de 10 minutos utilizando una olla de acero inoxidable para su procesamiento bajo condiciones controladas. y se llevó a cabo una agitación manual durante el proceso de pasteurización, utilizando un termómetro digital para monitorear y garantizar la precisión de la temperatura.
- **Enfriamiento:** La pulpa se enfrió hasta llegar a los 30 °C, evitando que se genere humedad en el envasado.

- **Envasado:** Se aprovechó una cantidad de pulpa pasteurizada de 200 g en esta operación, esta se introdujo en bolsas de PET con capacidad para 250 g, afin de impedir derrames durante el sellado y el envasado al vacío.
- **Almacenamiento:** Se almaceno la pulpa parcialmente en 2 refrigeradores uno temperatura de entre 4 y en otro 8 °C y también a temperatura de 20 °C en un germinador que permitió mantener una temperatura constante.

3.4.3. Métodos de Análisis

3.4.3.1. Análisis fisicoquímico.

- **Medición del pH:** Utilizando un pH-metro digital calibrado con soluciones buffer de pH 4 y 7, se llevó a cabo la medición del pH tres veces, alcanzando una exactitud de calibración del 99,6%. La lectura se efectuó por método potenciométrico mediante la inmersión del electrodo en 5 g de muestra, siguiendo la metodología establecida por (Horwitz, 2005); Este análisis se aplicó a todos los tratamientos durante los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de almacenamiento
- **Determinación de la acidez titulable:** La acidez titulable se determinó mediante el método de titulación 942.15 descrito por Horwitz (2005). Para el análisis, se mezcló 1 mL de pulpa de aguaymanto con 9 mL de agua destilada (1:10), se adicionaron tres gotas de fenolftaleína como indicador y la solución fue titulada con NaOH 0,1 N previamente estandarizado hasta alcanzar una coloración rosado tenue como punto final de la titulación. Posteriormente, se registró la cantidad de NaOH utilizado y se calculó la acidez en función del ácido predominante en el aguaymanto (ácido cítrico, con un factor de 0,064), aplicando la fórmula correspondiente, como se indica en la Ecuación 3.

$$AT = \frac{(V * N * \text{Meq-g})}{p}$$

Ecuación 3

Donde:

AT: Acidez titulable (%).

V: Volumen de la solución de NaOH gastado (mL).

N: Normalidad del NaOH.

Meq-g: Factor del ácido predominante (ácido cítrico 0,064).

p: peso de la muestra (g)

- **Determinación de Sólidos solubles (°Brix):** La cuantificación se llevó a cabo empleando un refractómetro portátil, el cual funcionará a una temperatura ambiente de 20 °C. Antes de realizar la medición de los °Brix, El refractómetro se calibró introduciendo dos gotas de agua destilada en el prisma y, posteriormente, secándolo con papel toalla. Después, se pusieron dos gotas de muestra de pulpa y se llevó a cabo la medición pertinente de los sólidos solubles (Ramírez et al., 2017).
- **Determinación del Color.** El color de la pulpa se determinó mediante un colorímetro previamente calibrado con placas blanca y negra. Las mediciones se realizaron utilizando el sistema CIELAB, obteniendo las coordenadas L (luminosidad), a (rojo-verde) y b* (amarillo-azul) para evaluar los cambios de color durante el almacenamiento y la variación total (ΔE^*), para lo cual se utilizó la ecuación 3 (Díaz, 2022).

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Ecuación 4

3.4.3.2. Análisis Microbiológico.

A. Determinación de Aerobios mesófilos. Se preparó una dilución primaria con 25 g de muestra en 225 mL de agua peptonada, seguida de diluciones decimales sucesivas (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}). Posteriormente, se inoculó 1 mL de cada dilución en placas Petri estériles, incorporando 12–15 mL de agar PCA previamente fundido y acondicionado a 44–46 °C. Las

placas fueron homogenizadas mediante movimientos circulares en forma de ocho, se dejaron gelificar y se incubaron en posición invertida a 35 ± 1 °C durante 48 ± 2 horas. Finalmente, se realizó el recuento de colonias mediante contador automático, expresando los resultados como unidades formadoras de colonia (UFC/g o mL), considerando el factor de dilución correspondiente.

B. Coliformes totales. Se realizó mediante la metodología de siembra en placa por vertido, utilizando agar Violet Red Bile Lactose (VRBL) previamente fundido y atemperado a 44–47 °C, según la norma ISO-4832 (2006). Se preparó una dilución inicial con 25 g de analito y 225 mL de agua peptonada al 0,1 % (10^{-1}), de la cual se inoculó 1 mL en placas Petri estériles, adicionando 12–15 mL de agar VRBL. Las placas fueron homogenizadas, solidificadas y cubiertas con una segunda capa del mismo medio para evitar el crecimiento superficial excesivo. Posteriormente, se incubaron invertidas a 35 ± 1 °C durante 48 ± 2 horas, realizando finalmente el conteo de colonias características de coliformes (color rojo o rosado con halo de precipitado biliar) y expresando los resultados según la dilución correspondiente.

C. Determinación de *Escherichia coli*. Se realizó mediante siembra en placa, preparando una dilución inicial con 25 g de pulpa homogenizada en 225 mL de agua peptonada estéril (10^{-1}). Posteriormente, se inoculó 1 mL de la dilución en placas Petri con 12–15 mL de agar VRBD fundido y atemperado a 44–47 °C. Las placas fueron homogenizadas mediante movimientos suaves en forma de “8”, dejadas solidificar e incubadas invertidas a 35 ± 1 °C durante 48 ± 2 horas en condiciones aerobias. Finalmente, se realizó la identificación de colonias características de *E. coli*, considerando aquellas con coloración rojo púrpura y halo de precipitación (ISO-4832, 2006).

D. Determinación de *Salmonella* sp. Para la determinación las muestras de 25 g fueron incubadas con caldo lactosado a 35 ± 1 °C por 24 horas. Luego, se transfirió 1 mL a tubos con 9 mL Rappaport-Vassiliadis, incubándose nuevamente a 44 ± 1 °C por 24 horas. Si había

generación de gas después de las 24 horas, se tenía que sembrar en agar selectivo (verde brillante, MacConkey y sulfito de bismuto) e incubar 48 horas (Valencia et al., 2024).

3.4.3.3. Evaluación Sensorial.

Se llevó a cabo con 100 panelistas, tomando en cuenta sus componentes mediante una escala hedónica de 9 puntos (1 = "me desagrada mucho" y 9 = "me gusta mucho"). Los participantes, entre 18 y 60 años, estuvieron conformados por estudiantes de Ing. Agroindustrial y consumidores de la ciudad de Chota, permitiendo una valoración objetiva de las características sensoriales de la pulpa de aguaymanto.

3.4.3.4. Determinación de Compuestos Bioactivos.

- **Preparación de los extractos.** Se realizó como lo describió Carrasco & Zelada, (2008) con algunas modificaciones, pesando 5 g de muestra, a los que se adicionaron 25 mL de metanol al 80 %; posteriormente la combinación se sometió a centrifugación a 4500 rpm en un lapso de 20 minutos a 4 °C. El sobrenadante recuperado fue filtrado y conservado para los análisis posteriores, mientras que el precipitado fue desechado.
- **Determinación de fenoles totales.** Se realizó utilizando el método de Folin Ciocalteu, colorimétrico, que Singleton et al. (1999) describieron; se hicieron ciertas modificaciones en el proceso.
- **Preparación de la solución de carbonato de sodio al 6 %:** Se pesaron 6 g de Na_2CO_3 y se diluyó en 20 mL de agua destilada mediante agitación magnética. Luego, la solución se transfirió a una fiola de 100 mL y se calculó con el solvente (H_2O destilada) hasta alcanzar el volumen requerido.
- **Preparación de la solución madre de AGE (2000 $\mu\text{g/mL}$):** Se pesaron 50 mg de AGE y se diluyeron con un agitador magnético en agua destilada. Luego, se pusieron en una fiola de 25 mL, completando el volumen de esta hasta la línea indicada.

– **Curva de calibración:** A partir de la solución madre de AGE, se prepararon diluciones sucesivas con agua destilada para adquirir concentraciones entre 20 y 200 µg/mL (Tabla 7). Las soluciones obtenidas fueron almacenadas en tubos de ensayo protegidos con papel aluminio para evitar alteraciones ocasionadas por la exposición a la luz.

Tabla 7

Acondicionamiento de las soluciones para la curva patrón de AGE.

Concentración (µg/mL)	Solución patrón de AGE (µL)	Agua destilada (µL)
20	10	990
50	25	975
100	50	950
150	75	925
200	100	900

Se extrajeron 100 µL de cada solución elaborada y se combinaron con 250 µL del reactivo Folin-Ciocalteu, posibilitando una reacción de 6 minutos. Luego, se añadieron 3,9 mL de agua destilada y 750 µL de Na₂CO₃ al 6%, para alcanzar un volumen total de 5 mL. La mezcla se agitó y luego se dejó reposar durante 30 minutos en la oscuridad, a temperatura ambiente. Por último, se fijó la absorbancia a 765 nm con un espectrofotómetro UV-Visible, empleando agua destilada como blanco.

El cálculo de fenoles totales se obtuvo mediante la expresión matemática de la curva de calibración, obtenida con el estándar de AGE (Anexo 2).

$$Y = aX + b$$

Y = Absorbancia a 765 nm.

X= Concentración de CF en µg AGE/ml

- **Cálculo de Fenoles Totales:** Se dispusieron 100 µL de cada extracto en tubos de ensayo, adicionando 250 µL del reactivo Folin-Ciocalteu. Tras un periodo de reacción de 6 minutos, se incorporó agua destilada hasta completar un volumen final de 5 mL, junto con 750 µL de carbonato de sodio (Na₂CO₃) al 6 % y 3900 µL de agua destilada. La mezcla fue homogenizada mediante agitación en vórtex y mantenida en condiciones de oscuridad a temperatura ambiente durante 30 minutos. Posteriormente, la absorbancia fue cuantificada a 765 nm mediante espectrofotometría UV-Visible, utilizando la expresión matemática 5 para estimar la concentración de compuestos fenólicos.

$$\text{Fenoles Totales (mg GAE/100 g)} = \frac{X * V * F}{m} * 100 \quad \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

X= concentración obtenida de la curva de calibración (µg /mL).

V = volumen final del extracto (mL).

F = factor de dilución (si aplica).

m= masa de la muestra (g)

A. Determinación de la capacidad antioxidante. Se determinó por el método DPPH y método del ABTS.

- **Método del DPPH.** Se empleó la técnica del radical estable DPPH, siguiendo el procedimiento establecido por Jurado et al. (2016), para establecer la valoración evaluada. En este procedimiento, se combinaron 200 µL del extracto diluido (1:5) con 3,8 mL de solución DPPH y permanecían en oscuridad durante media hora a temperatura ambiente. Posteriormente, la absorbancia fue registrada a 515 nm mediante un espectrofotómetro, expresando los resultados como micromoles equivalentes de Trolox por gramo de muestra (µmol TE/g).

- **Preparación de la solución de DPPH:** Se acondiciono una solución de DPPH disolviendo 2,4 mg del reactivo en 100 mL de metanol al 80 %. La solución se protegió de la luz mediante papel aluminio para evitar la degradación del radical.
- **Preparación de Trolox:** Se elaboró una solución madre de Trolox disolviendo 5 mg del estándar en metanol al 80% en un envase de 100 mL. Las diversas concentraciones que se utilizaron para crear la curva de calibración se desarrollaron a partir de esta solución
- **Curva de calibración del trolox.** A partir de la solución madre de Trolox (200 μ M), se prepararon soluciones patrón en tubos de 10 mL con concentraciones entre 20 y 200 μ M, utilizadas en la elaboración de la curva de calibración (Tabla 8).

Concentración (μg/mL)	Solución patrón de trolox (μL)	Agua destilada (μL)
20	100	900
50	250	750
80	400	600
100	500	500
200	1000	0

En condiciones de oscuridad, se mezclaron 200 μ L de cada solución estándar de Trolox con 3,8 mL de la solución de DPPH y se homogenizaron mediante vortex. Las combinaciones fueron incubadas por 30 minutos, luego se determinó la absorbancia a 515 nm con un espectrofotómetro UV-Visible. Se uso agua destilada como control y la capacidad antioxidante se calculó a partir de la fórmula de la curva de calibración (Anexo 3).

Se empleó agua destilada como control y la capacidad antioxidante (CA) se calculó aplicando la ecuación de la curva estándar (anexo 3):

$$Y = a(\Delta\text{abs}) + b$$

Donde:

Y = Capacidad antioxidante expresada en μM Trolox/mL de muestra.

Δabs = Diferencia entre la absorbancia del radical y la absorbancia de la muestra (Abs DPPH⁺ – Abs muestra).

Abs ABTS⁺ = Absorbancia del radical DPPH⁺ a 515 nm ($0,9 \pm 0,05$ nm).

- **Determinación de la capacidad antioxidante.** En condiciones de oscuridad, se mezclaron 200 μL de cada extracto de pulpa de aguaymanto con 3,8 mL de la solución de DPPH y se homogenizaron mediante vortex. Incubando la muestra durante 30 minutos y posteriormente usando un espectrofotómetro UV-Visible para medir la absorbancia de 515 nm.
- **Cálculo de la actividad antioxidante:** finalmente se calculará el porcentaje de inhibición del DPPH mediante la Ecuación 5.

$$- \quad \text{CA} = \frac{Y \cdot V}{P} * \text{Fd} \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde:

CA = Capacidad antioxidante expresada en μM trolox/g

Y = Capacidad antioxidante expresada en μg trolox/ml

P = Peso de la muestra en g

V = Volumen de muestra usada en la reacción ml

Fd = Factor dilución

- **Método del ABTS.** Se analizó teniendo en cuenta el procedimiento brindado por Rufino et al. (2007) con algunos cambios.
- **Preparación de la solución madre de ABTS 7 mM:** Se preparó la solución de ABTS disolviendo 38,4 mg del reactivo en una fiola de 25 mL con H₂O destilada. La solución se homogenizó cuidadosamente y se protegió de la luz cubriéndola con papel aluminio debidamente etiquetado.

- **Acondicionamiento de la solución de K₂S₂O₈ 140 mM.** Se preparó la solución de persulfato de potasio (K₂S₂O₈) disolviendo 378,4 mg del reactivo en una fiola aforada de 10 mL con agua destilada hasta alcanzar el volumen. La solución se homogenizó cuidadosamente, se cubrió con papel aluminio y fue almacenado hasta su utilización.
- **Acondicionamiento del radical ABTS:** Se activó el ABTS (7 mM) agregando 160 µL de la solución de K₂S₂O₈ (140 mM). Después, la mezcla se dejó reposar en la oscuridad a temperatura ambiente durante 16 horas para que el radical ABTS⁺ se formara.
- **Dilución del Radical ABTS:** Se diluyó 1 mL del radical ABTS⁺ con 60 mL de etanol absoluto pasada 16 horas de reacción, a fin de que la absorbancia se situó en 0.70 ± 0.05 a una longitud de onda de 734 nm.
- **Acondicionamiento de la solución patrón de trolox 2 mM.** Para preparar una solución patrón Trolox, se disolvió 25 mg del estándar en 50 mL de etanol absoluto. Para asegurar su estabilidad, la solución se homogeneizó, se cubrió con papel de aluminio con el fin de resguardarla de la luz y se empleó el mismo día en que fue creada.
- **Curva de calibración de trolox.** Se completaron soluciones estándar en tubos de ensayo de 10 mL con concentraciones que oscilan entre 100, empleando en calidad de referencia la solución patrón de Trolox (2000 µM), se indica en la Tabla 9.

Tabla 9

Acondicionamiento de las soluciones para la curva patrón de trolox.

Concentración (µg/mL)	Solución patrón de trolox (mL)	Agua destilada (mL)
100	0,5	9,5
500	2,5	7,5
1000	5	5
1500	7,5	2,5
2000	10	0

En condiciones de oscuridad, se mezclaron 30 μL de cada solución estándar de Trolox con 3 mL de la solución del radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ y se homogenizaron mediante vortex. Las mezclas se incubaron durante 6 minutos y determinando su absorbancia a 734 nm usando un espectrofotómetro UV-Visible. Se empleó metanol como blanco y la capacidad antioxidante se calculó mediante la ecuación de la curva de calibración (Anexo 4).

$$Y = a(\Delta\text{abs}) + b$$

Donde:

Y = Capacidad antioxidante expresada en μM Trolox/mL de muestra de fruto fresco.

Δabs = Diferencia entre la absorbancia del radical y la absorbancia de la muestra ($\text{Abs ABTS}^+ - \text{Abs muestra}$).

Abs ABTS^+ = Absorbancia del radical ABTS^+ a 734 nm ($0,7 \pm 0,05$ nm).

- **Determinación de la capacidad antioxidante.** Se homogeneizaron 30 μL de cada extracto de pulpa de aguaymanto con 3 mL del compuesto radical ABTS^+ utilizando un vortex, en condiciones de oscuridad. Las muestras se incubaron durante 6 minutos y luego, utilizando un espectrofotómetro UV-VIS, se comprobó la absorbancia a 734 nm. La ecuación 6 se empleó para calcular la capacidad antioxidante.

$$\text{CA} = \frac{Y \cdot V}{P} * \text{Fd} \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

CA = Capacidad antioxidante expresada en μM trolox/g

Y = Capacidad antioxidante expresada en μM trolox/mL

P = Peso de la muestra en g

V = Volumen de muestra mL

Fd = Factor dilución

3.4.3.5. Determinación de la vida útil.

La vida útil de la pulpa de aguaymanto, envasada de forma convencional y al vacío, se estimó por medio de modelos matemáticos basados en cinéticas de deterioro. Para lo cual se emplearán 6 muestras almacenadas a 4, 8 y 20 °C y 2 tipos de envasado (Llanos Terán, 2023), a dichas muestras se les evaluará la variación del pH que permitirá estimar la durabilidad de la pulpa. Se empleo el pH como parámetro indicador por ser la variable que presentó mayores cambios durante el almacenamiento. Los datos experimentales se ajustaron a un modelo cinético de orden cero, cuya ecuación permitió describir la evolución del pH y predecir la duración del producto bajo las condiciones de almacenamiento evaluadas (Villota et al., 1980; Labuza, 1982; Singh, 1994).

$$Q = Q_0 + k * t \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde Q es el parámetro (pH), Q_0 es Q en las condiciones iniciales, K es la constante de velocidad y t es el tiempo (días).

3.5. Población, Muestra y Muestreo

3.5.1. Población

El estudio tiene como población el aguaymanto producido en la comunidad del tambo, el cual es comercializado en el mercado central de la provincia de Chota, ubicada en la región Cajamarca, Perú, durante el año 2025. El aguaymanto seleccionado será obtenido de comerciantes locales que abastecen el mercado con frutas provenientes de diversas áreas rurales circundantes. La ubicación exacta del mercado central de Chota se encuentra en coordenadas geográficas aproximadas de Latitud Sur 6° 33' 10" S y Longitud Oeste 78° 39' 45" W, situándose a una altitud entre 2,388 y 2,500 m.s.n.m.

3.5.2. Muestra

Se usaron 40 kg de aguaymanto fresco procedentes de un mismo distribuidor, los cuales se procesaron en el laboratorio de frutas y hortalizas de la escuela de Agroindustria.

3.5.3. Muestreo

La muestra se recolectará mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando 40 kilogramos de aguaymanto del productor en el centro poblado el Tambo. Los frutos fueron escogidos según criterios específicos, como un tamaño uniforme, el color característico de la especie y la ausencia de daños mecánicos o biológicos. Para llevar a cabo el diseño experimental, el aguaymanto se someterá a un procesamiento mínimo, obteniendo 25.5 kilogramos de pulpa, la cual se envasará en bolsas de polietileno de 200 g, de acuerdo con los tratamientos establecidos.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de los Datos

Son herramientas fundamentales que permiten obtener información necesaria para el desarrollo de una investigación (Hernández et al., 2006). Las técnicas aplicadas y los instrumentos empleados en el presente estudio se describen en las Tablas 10 y 11.

Tabla 10
Técnicas de recolección de datos

Variables	Indicadores	Técnica de recolección de datos
Temperatura de almacenamiento	4 °C, 8 °C y 20 °C	Manipulación experimental de los tratamientos
Tipo de envasado	Sellado convencional y envasado al vacío	Manipulación experimental de los tratamientos
Sólidos solubles	°Brix	Medición instrumental
pH	Unidades de pH	Medición instrumental
Acidez titulable	% de ácido cítrico	Medición instrumental
Color	L*, a*, b* y ΔE	Medición instrumental
Capacidad antioxidante	DPPH (μmol TE/g)	Análisis espectrofotométrico
Capacidad antioxidante	ABTS (μmol TE/g)	Análisis espectrofotométrico
Fenoles totales	mg GAE/100 g	Análisis espectrofotométrico
Calidad microbiológica	Aerobios mesófilos, coliformes totales, <i>Escherichia coli</i> y <i>Salmonella</i> spp.	Análisis microbiológico
Calidad sensorial	Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad	Evaluación sensorial mediante escala hedónica de 9 puntos
Vida útil	Días de conservación	Modelación cinética del deterioro del pH

Nota. La Tabla 10 muestra las respectivas técnicas para la recolección de datos.

Tabla 11
Instrumentos de medición y registro de datos.

Variables	Indicadores	Instrumento de medición	Instrumento de registro
Temperatura de almacenamiento	4 °C, 8 °C y 20 °C	termómetro digital	Cuaderno de laboratorio
Tipo de envasado	Sellado convencional y al vacío	Selladora térmica y envasadora al vacío	Cuaderno de laboratorio
Sólidos solubles	°Brix	Refractómetro digital portátil	Cuaderno de laboratorio
pH	Unidades de Ph	pH-metro digital	Cuaderno de laboratorio
Acidez titulable	% ácido cítrico	Bureta graduada, NaOH 0,1 N y material de titulación	Cuaderno de laboratorio
Color	L*, a*, b* y ΔE	Colorímetro digital	Cuaderno de laboratorio
Capacidad antioxidante (DPPH)	μmol TE/g	Espectrofotómetro	Cuaderno de laboratorio
Capacidad antioxidante (ABTS)	μmol TE/g	Espectrofotómetro	Cuaderno de laboratorio
Fenoles totales	mg GAE/100 g	Espectrofotómetro	Cuaderno de laboratorio
Calidad microbiológica	Aerobios mesófilos, coliformes, <i>E. coli</i> y <i>Salmonella</i> spp.	Material microbiológico	Cuaderno de laboratorio
Calidad sensorial	Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad	Ficha de evaluación sensorial (escala hedónica de 9 puntos)	Formato de evaluación sensorial
Vida útil	Días de conservación	Software Microsoft Excel	Cuaderno de laboratorio

Nota. La Tabla muestra los respectivos instrumentos para la medición y recolección de datos.

3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Los resultados experimentales fueron organizados en Microsoft Excel 2016 y estructurados mediante el programa estadístico Minitab 17. Con el fin de determinar cómo las variables estudiadas se ven afectadas por la temperatura de almacenamiento (20, 8 y 4 °C) así como por el tipo de envasado (sellado convencional y al vacío), se realizó un análisis de varianza (ANOVA. En situaciones donde se encontraron diferencias relevantes ($p < 0,05$), se aplicó las tes de tukey para realizar comparaciones de las intervenciones y establecer las mejores condiciones para la conservación de la pulpa de aguaymanto. Para los datos sensoriales que se recolectaron usando la escala hedónica, se utilizó análisis no paramétrico de Friedman para analizar las diferencias entre tratamientos, seguida de comparaciones múltiples con la prueba de Wilcoxon y corrección de Bonferroni. Este análisis facilitó la identificación de diferencias significativas entre tratamientos tomando en cuenta un umbral de significancia de $p < 0,05$, utilizando el software estadístico SPSS.

3.8. Aspectos Éticos

Se desarrolló la investigación bajo condiciones experimentales seguras, garantizando la protección de los participantes y la integridad de los datos obtenidos. La información recopilada fue exclusiva del estudio, conservada de manera confidencial y procesada sin modificaciones. Asimismo, se aseguró la objetividad mediante la aplicación de procedimientos técnicos estandarizados y criterios verificables. La originalidad del trabajo se garantizó mediante la correcta citación de las fuentes consultadas, de acuerdo con las normas APA séptima edición.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Características fisicoquímicas de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.

Los valores iniciales de °Brix, pH, acidez titulable y color (L, a y b*) no presentaron diferencias entre los tratamientos, evidenciando uniformidad de las muestras antes del almacenamiento (Tabla 12). Durante la conservación, las variables fisicoquímicas presentaron cambios asociados a la temperatura y al tipo de envasado. Las condiciones de 4 y 8 °C mostraron mayor estabilidad, mientras que el almacenamiento a 20 °C aceleró las alteraciones del producto. Asimismo, el envasado al vacío favoreció la conservación de las características fisicoquímicas frente al envasado convencional.

Tabla 12

Sólidos solubles (°Brix), pH, acidez (% de ácido cítrico) y color (L, a y b) inicial de las muestras de pulpa de aguaymanto empleados para el estudio.

Propiedades	4 °C		8 °C		20 °C	
Fisicoquímicas	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío
Sólidos solubles (°Brix)	16,20	16,20	16,20	16,20	16,20	16,20
pH	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46
Acidez (%)	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Color	L*	25,11	25,11	25,11	25,11	25,11
	a*	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
	b*	23,15	23,15	23,15	23,15	23,15

Nota. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos muestran que, en promedio, el contenido de sólidos solubles fue de 16,2 °Brix, el pH de 3,46 y la acidez titulable de 1,9 % de ácido cítrico. En cuanto a los parámetros de color, se registraron valores de $L = 25,11^*$, $a = 6,66^*$ y $b = 23,15^*$, indicando que, al inicio del estudio, la pulpa presentaba un color característico, estable y uniforme en todas las muestras.

– **Sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.**

La Tabla 13 muestra la evolución del contenido de sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de aguaymanto durante 30 días de almacenamiento bajo diferentes temperaturas y tipos de envasado. Los valores iniciales fueron de 16,2 °Brix en todos los tratamientos, manteniéndose cercanos a 16,0 °Brix hasta los 15 días de conservación. Posteriormente, se observó una disminución gradual del contenido de sólidos solubles, alcanzando al día 30 valores entre 15,7 y 15,9 °Brix. Los menores cambios se registraron en las muestras almacenadas a 4 y 8 °C, especialmente bajo envasado al vacío.

Tabla 13
Parámetro fisicoquímico de sólidos solubles (°Brix).

Sólidos solubles (°Brix)						
Días	4 °C		8 °C		20 °C	
	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío
0	16,2 ± 0,07 ^b	16,2 ± 0,07 ^a	16,2 ± 0,07 ^b	16,2 ± 0,07 ^a	16,2 ± 0,07 ^b	16,2 ± 0,07 ^a
5	16,0 ± 0,05 ^b	16,1 ± 0,05 ^a	16,0 ± 0,04 ^b	16,1 ± 0,04 ^a	15,9 ± 0,05 ^b	16,0 ± 0,5 ^a
10	16,0 ± 0,07 ^b	16,0 ± 0,07 ^a	16,0 ± 0,00 ^b	16,0 ± 0,04 ^a	16,0 ± 0,05 ^b	16,1 ± 0,05 ^a
15	16,0 ± 0,07 ^b	16,0 ± 0,05 ^a	16,0 ± 0,00 ^b	16,0 ± 0,04 ^a	16,0 ± 0,03 ^b	16,0 ± 0,05 ^a
20	15,9 ± 0,05 ^b	15,9 ± 0,03 ^a	15,9 ± 0,05 ^b	15,9 ± 0,05 ^a	15,9 ± 0,05 ^b	15,9 ± 0,05 ^a
25	15,9 ± 0,07 ^b	15,9 ± 0,07 ^a	15,8 ± 0,00 ^b	15,9 ± 0,00 ^a	15,8 ± 0,08 ^b	15,8 ± 0,05 ^a
30	15,8 ± 0,07 ^b	15,9 ± 0,07 ^a	15,8 ± 0,07 ^b	15,8 ± 0,06 ^a	15,7 ± 0,11 ^b	15,8 ± 0,05 ^a

Nota. Los resultados se expresaron como media ± desviación estándar. Las letras diferentes representan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Las letras minúsculas indican el efecto asociado al sistema de envasado.

De acuerdo a las múltiples comparaciones de Tukey indicaron la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tipos de envasado, agrupándose el tratamiento al vacío en la categoría “a” y el tratamiento sellado en la categoría “b”. Estos resultados indican que el envasado al vacío contribuyó a una mejor conservación de los sólidos solubles de la pulpa de aguaymanto, posiblemente debido a la reducción del contacto con el oxígeno y a la disminución de reacciones oxidativas y metabólicas durante el almacenamiento.

– **Evolución del pH de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.**

La Tabla 14 muestra la evolución del pH de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento bajo diferentes temperaturas y tipos de envasado. Inicialmente, todos los tratamientos presentaron un pH de 3,46, evidenciando homogeneidad en las muestras. Durante el almacenado, las muestras conservadas a 4 y 8 °C mantuvieron mayor estabilidad, alcanzando valores de hasta 3,51 al día 30, mientras que a 20 °C el pH disminuyó hasta 3,41–3,42, indicando un mayor deterioro del producto. Asimismo, el envasado al vacío presentó valores más estables en comparación con el envasado sellado, evidenciando un mejor efecto de conservación durante el periodo evaluado.

Tabla 14
Parámetro físicoquímico de pH.

Días	pH					
	4 °C		8 °C		20 °C	
	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío
0	3,46 ± 0,010 ^{A a}	3,46 ± 0,010 ^{A b}	3,46 ± 0,010 ^{B c}	3,46 ± 0,010 ^{B d}	3,46 ± 0,010 ^{C e}	3,46 ± 0,010 ^{C e}
5	3,46 ± 0,008 ^{A a}	3,45 ± 0,013 ^{A b}	3,45 ± 0,010 ^{B c}	3,44 ± 0,007 ^{B c}	3,44 ± 0,010 ^{C d}	3,45 ± 0,007 ^{C d}
10	3,47 ± 0,011 ^{A a}	3,46 ± 0,008 ^{A b}	3,46 ± 0,008 ^{B c}	3,45 ± 0,008 ^{B c}	3,43 ± 0,008 ^{C d}	3,44 ± 0,007 ^{C d}
15	3,48 ± 0,040 ^{A a}	3,47 ± 0,042 ^{A b}	3,47 ± 0,043 ^{B c}	3,46 ± 0,041 ^{B c}	3,42 ± 0,026 ^{C d}	3,43 ± 0,036 ^{C d}
20	3,49 ± 0,041 ^{A a}	3,48 ± 0,039 ^{A b}	3,46 ± 0,038 ^{B c}	3,45 ± 0,038 ^{B c}	3,41 ± 0,020 ^{C d}	3,43 ± 0,037 ^{C d}
25	3,50 ± 0,038 ^{A a}	3,49 ± 0,043 ^{A b}	3,47 ± 0,041 ^{B c}	3,46 ± 0,040 ^{B c}	3,40 ± 0,000 ^{C e}	3,42 ± 0,028 ^{C d}
30	3,51 ± 0,046 ^{A a}	3,50 ± 0,04 ^{A b}	3,48 ± 0,043 ^{B c}	3,47 ± 0,041 ^{B c}	3,41 ± 0,020 ^{C e}	3,42 ± 0,030 ^{C d}

Nota. Los datos se expresan como promedio ± desviación estándar. Las letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$); letras mayúsculas corresponden a la temperatura y letras minúsculas a la interacción temperatura × envasado.

El pH de la pulpa de aguaymanto presenta diferencias significativas, tal como lo indica el test de comparación múltiple de Tukey tanto por efecto de la temperatura como por la interacción temperatura × envasado ($p < 0,05$). En el factor temperatura, se observan tres grupos homogéneos claramente diferenciados, donde 4 °C (A) presenta los mayores valores de pH, seguido de 8 °C (B) y 20 °C (C), lo que confirma que el incremento de la temperatura se

asocia con una disminución progresiva del pH y, por tanto, con un mayor grado de deterioro del producto.

En la interacción temperatura $\times$ envasado, el Tukey muestra diferencias significativas entre todos los tratamientos evaluados, evidenciándose una gradación clara de estabilidad. El mayor pH corresponde a 4 °C con envasado sellado (a), seguido de 4 °C al vacío (b), mientras que los valores intermedios corresponden a 8 °C (c), y los más bajos a 20 °C (d y e), destacando especialmente 20 °C sellado como el tratamiento con menor estabilidad. En conjunto, estos resultados confirman que las bajas temperaturas, especialmente combinadas con envasado sellado o al vacío, favorecen la conservación del pH, mientras que el almacenamiento a 20 °C acelera los cambios asociados al deterioro de la pulpa.

– **Evolución del % de acidez titulable de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.**

La Tabla 15 evidencia un aumento gradualmente de acidez titulable de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento, incrementándose de 1,889 % al inicio hasta valores entre 1,95 y 2,095 % al día 30. Este incremento fue menor en las muestras conservadas a 4 y 8 °C, mientras que a 20 °C se observaron los mayores cambios. Además, el envasado al vacío presentó una menor variación de acidez respecto al envasado sellado, demostrando una mayor capacidad de conservación del producto.

Tabla 15
Parámetro fisicoquímico de acidez.

Día	Acidez (%)					
	4 °C		8 °C		20 °C	
	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío
0	1,889 ± 0,023 ^{C a}	1,889 ± 0,023 ^{C b}	1,889 ± 0,023 ^{B a}	1,889 ± 0,023 ^{B b}	1,889 ± 0,023 ^{A a}	1,889 ± 0,023 ^{A b}
5	1,91 ± 0,004 ^{C a}	1,925 ± 0,003 ^{C b}	1,95 ± 0,003 ^{B a}	1,965 ± 0,003 ^{B b}	2,01 ± 0,003 ^{A a}	1,985 ± 0,003 ^{A b}
10	1,945 ± 0,024 ^{C b}	1,93 ± 0,030 ^{C a}	1,97 ± 0,019 ^{B a}	1,955 ± 0,019 ^{B b}	2,05 ± 0,023 ^{A a}	2,02 ± 0,029 ^{A b}
15	1,94 ± 0,019 ^{C b}	1,935 ± 0,037 ^{C a}	1,985 ± 0,030 ^{B a}	1,965 ± 0,032 ^{B b}	2,06 ± 0,034 ^{A a}	2,03 ± 0,024 ^{A b}
20	1,955 ± 0,034 ^{C b}	1,94 ± 0,032 ^{C a}	1,995 ± 0,019 ^{B a}	1,975 ± 0,034 ^{B b}	2,07 ± 0,027 ^{A a}	2,04 ± 0,024 ^{A b}
25	1,96 ± 0,027 ^{C b}	1,945 ± 0,028 ^{C a}	2,01 ± 0,026 ^{B a}	1,985 ± 0,027 ^{B b}	2,085 ± 0,024 ^{A a}	2,055 ± 0,033 ^{A b}
30	1,97 ± 0,037 ^{C b}	1,95 ± 0,020 ^{C a}	2,02 ± 0,024 ^{B a}	2,00 ± 0,033 ^{B b}	2,095 ± 0,018 ^{A a}	2,065 ± 0,032 ^{A b}

Nota. Los valores corresponden al promedio ± desviación estándar; las letras distintas representan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0.05$); mayúsculas para temperatura y minúsculas para envasado.

Los resultados mostraron un aumento progresivo a lo largo del periodo de conservación de los tratamientos evaluados. La prueba de Tukey ($p < 0,05$) evidenció diferencias significativas tanto por efecto de la temperatura como del tipo de envasado, destacando valores superiores a 20 °C (A) y menores a 4 °C (C), lo que confirma que el aumento de la temperatura acelera los procesos de acidificación del producto. Asimismo, el envasado sellado presentó valores significativamente mayores que el envasado al vacío, evidenciando que la reducción de oxígeno contribuye a controlar el incremento de la acidez y a mantener mayor estabilidad fisicoquímica de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.

– **Evolución de la variación de color (ΔE) de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.**

La Tabla 16 muestra un aumento progresivo de la variación de color (ΔE) en la pulpa de aguaymanto durante los 30 días de almacenamiento, influenciado por la temperatura y el tipo de envasado aplicado. Partiendo de valores iniciales de 0 en todos los tratamientos, se observaron aumentos diferenciados según las condiciones de conservación. Las menores variaciones se registraron a 4 °C, con valores finales entre 1,22 y 1,74, seguidas de 8 °C con cambios intermedios entre 2,92 y 4,17, mientras que a 20 °C se presentaron las mayores

variaciones, alcanzando entre 6,09 y 8,70. Estos resultados evidencian que el incremento de la temperatura acelera el cambio de color del producto, mientras que las condiciones de refrigeración y el envasado contribuyen a mantener mayor estabilidad cromática.

Tabla 16

Datos promedios de la variación del parámetro fisicoquímico de color.

Días	ΔE					
	4 °C		8 °C		20 °C	
	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío
0	0,00 $\pm$ 0,00 ^{B a}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{B b}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{B a}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{B b}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{A a}	0,00 $\pm$ 0,00 ^{A b}
5	0,29 $\pm$ 0,13 ^{B a}	0,20 $\pm$ 0,22 ^{B b}	0,70 $\pm$ 0,27 ^{B a}	0,49 $\pm$ 0,09 ^{B b}	1,45 $\pm$ 0,85 ^{A a}	1,01 $\pm$ 0,54 ^{A b}
10	0,58 $\pm$ 0,16 ^{B a}	0,41 $\pm$ 0,06 ^{B b}	1,39 $\pm$ 0,81 ^{B a}	0,98 $\pm$ 0,51 ^{B b}	2,90 $\pm$ 1,15 ^{A a}	2,03 $\pm$ 1,06 ^{A b}
15	0,87 $\pm$ 0,42 ^{B a}	0,61 $\pm$ 0,19 ^{B b}	2,09 $\pm$ 1,07 ^{B a}	1,46 $\pm$ 0,86 ^{B b}	4,35 $\pm$ 1,14 ^{A a}	3,05 $\pm$ 1,15 ^{A b}
20	1,16 $\pm$ 0,66 ^{B a}	0,81 $\pm$ 0,37 ^{B b}	2,78 $\pm$ 1,14 ^{B a}	1,95 $\pm$ 1,04 ^{B b}	5,80 $\pm$ 1,10 ^{A a}	4,06 $\pm$ 1,15 ^{A b}
25	1,45 $\pm$ 0,85 ^{B a}	1,01 $\pm$ 0,54 ^{B b}	3,48 $\pm$ 1,16 ^{B a}	2,44 $\pm$ 1,12 ^{B b}	7,25 $\pm$ 1,05 ^{A a}	5,07 $\pm$ 1,13 ^{A b}
30	1,74 $\pm$ 0,98 ^{B a}	1,22 $\pm$ 0,70 ^{B b}	4,17 $\pm$ 1,15 ^{B a}	2,92 $\pm$ 1,15 ^{B b}	8,70 $\pm$ 1,00 ^{A a}	6,09 $\pm$ 1,09 ^{A b}

Nota. Los valores corresponden al promedio $\pm$ desviación estándar; las letras distintas evidencian diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo con el análisis de Tukey ($p < 0.05$); mayúsculas para temperatura y minúsculas para envasado.

Durante el almacenamiento, la variación de color (ΔE) incrementó gradualmente en todos los tratamientos, con un aumento más notable a temperaturas altas. Las diferencias importantes causadas por la temperatura fueron confirmadas a través de la prueba de Tukey ($p < 0,05$) y el tipo de envasado, donde el almacenamiento a 20 °C presentó la mayor alteración cromática, seguido de las condiciones a 4 y 8 °C. Estos resultados evidencian que el incremento de la temperatura acelera los procesos de degradación del color en la pulpa de aguaymanto.

Asimismo, el tipo de envasado influyó de manera significativa en la estabilidad del color, observándose mayores valores de ΔE en el envasado sellado (a) en comparación con el envasado al vacío (b), lo que evidencia que la reducción de oxígeno limita las reacciones de oxidación responsables del pardeamiento. En conjunto, los resultados confirman que la

combinación de bajas temperaturas y envasado al vacío es determinante para preservar la estabilidad visual del producto durante el almacenamiento.

4.1.2. Características microbiológicas de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.

Los análisis microbiológicos evidenciaron bajos recuentos de aerobios mesófilos durante el almacenamiento de la pulpa de aguaymanto bajo las diferentes condiciones de temperatura y envasado. Desde el comienzo del almacenamiento, todos los tratamientos ilustraron cifras de 1×10^1 UFC/g. Durante el día 5 se observaron incrementos puntuales en algunos tratamientos, registrándose 4×10^1 UFC/g en el tratamiento a 4 °C al vacío y 4×10^2 UFC/g en el tratamiento a 8 °C al vacío; mientras que los demás tratamientos presentaron valores inferiores al límite de detección del método empleado. Posteriormente, entre los días 10 y 25, la mayoría de tratamientos mantuvieron recuentos inferiores a 1×10^1 UFC/g, evidenciando una baja proliferación microbiana. Sin embargo, al día 30 se observó un incremento en los tratamientos almacenados a 20 °C, alcanzando valores de $2,6 \times 10^2$ UFC/g en sellado y 6×10^1 UFC/g envasado al vacío, lo que evidencia el efecto de la temperatura sobre el desarrollo microbiano durante periodos prolongados de almacenamiento. Este comportamiento puede relacionarse con el efecto inhibitor de la refrigeración, la acidez natural de la pulpa y la reducción de oxígeno proporcionada por el envasado al vacío, condiciones que limitan el crecimiento de microorganismos aerobios. Asimismo, no se detectó presencia de coliformes totales, *Escherichia coli* ni *Salmonella sp.* durante los 30 días de almacenamiento en ninguno de los tratamientos evaluados, demostrando la estabilidad microbiológica e inocuidad del producto, tal como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17

Características microbiológicas de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.

Microorganismos	Días	UFC/g					
		4 °C		8 °C		20 °C	
		Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío
Aerobios mesófilos	0	1×10 ¹	1×10 ¹	1×10 ¹	1×10 ¹	1×10 ¹	1×10 ¹
	5	<1×10 ¹	4×10 ¹	<1×10 ¹	4×10 ²	<1×10 ¹	<1×10 ¹
	10	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹
	15	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹
	20	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹
	25	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹
	30	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	<1×10 ¹	2,6×10 ²	6×10 ¹
Coliformes totales	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	15	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	20	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	30	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Escherichia coli</i>	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	15	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	20	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	30	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Salmonella sp.</i>	0	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g
	5	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g
	10	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g
	15	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g
	20	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g
	25	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g
	30	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g

Nota. Los valores se expresan como unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g). ND: no detectable. *Salmonella sp.* se reporta como ausencia/presencia en 25 g de muestra.

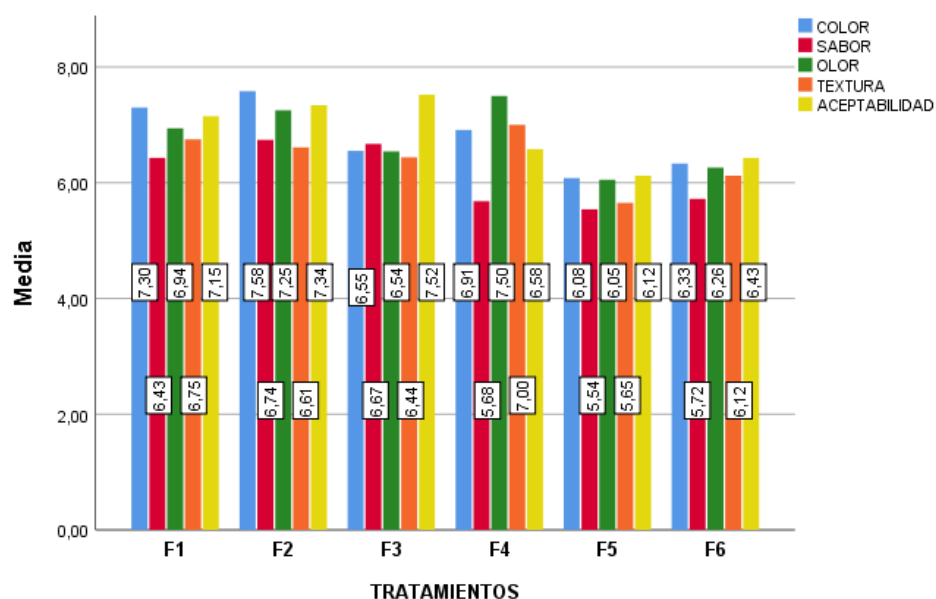
Durante el periodo de evaluación, el análisis de varianza (ANOVA) del recuento de aerobios mesófilos detectó que no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) debido a la temperatura de almacenamiento, al tipo de envase o a la interacción entre ambos factores. Los valores adquiridos se mantuvieron en el marco de lo autorizado por la Norma Sanitaria RM N.º 591-2008/MINSA, corroborando la estabilidad y conformidad microbiológica de la pulpa de aguaymanto a lo largo del almacenamiento.

4.1.3. Características sensoriales de la pulpa de aguaymanto

Los resultados de la evaluación sensorial de la pulpa de aguaymanto, considerando el olor, el color, el sabor, la textura y la aceptabilidad general bajo distintas condiciones de almacenamiento y envasado, se presentan en la Figura 4. Todos los tratamientos alcanzaron puntuaciones mayores a 5 en la escala hedónica de 9 puntos, indicando una adecuada aceptación por parte de los evaluadores. La mayor aceptabilidad correspondió al tratamiento F3 con 7,52 puntos, seguido de F2 con 7,34 puntos, mientras que F5 presentó el menor valor (6,12 puntos). Asimismo, F2 destacó en los atributos de color (7,58) y aceptabilidad general (7,34), mientras que F4 presentó la mayor valoración en olor (7,50) y textura (7,00). En contraste, F5 mostró las menores puntuaciones en los atributos evaluados. En general, los resultados evidencian que las condiciones de almacenamiento y el sistema de envasado influyeron en la percepción sensorial de la pulpa de aguaymanto, destacando los tratamientos que permitieron conservar mejor sus características organolépticas durante el periodo de almacenamiento.

Figura 4

Promedio de atributos sensoriales de la pulpa de aguaymanto.



Se encontraron diferencias relevantes entre los tratamientos analizados con respecto los atributos de color, gusto, aroma, textura y aceptabilidad general ($p < 0.05$) de acuerdo a la evaluación no paramétrica de Friedman. Se comprobó que había diferencias en la percepción sensorial de los panelistas rechazando la hipótesis de igualdad entre las seis formulaciones (F1 a F6) con una muestra de 100 evaluadores y 5 grados de libertad.

Con la finalidad de identificar los tratamientos que presentaron diferencias específicas, se realizaron comparaciones múltiples por parejas mediante la prueba de Wilcoxon con ajuste de significancia de Bonferroni, reduciendo la probabilidad de obtener diferencias significativas por efecto del número de comparaciones realizadas.

El atributo color presentó diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas ($\chi^2=278,409$; $p=0,000$). Las comparaciones por parejas (Tabla 36, Anexo 7) mostraron diferencias principalmente en el tratamiento F5 y la mayoría de tratamientos evaluados, destacando diferencias significativas frente a F1, F2, F3, F4 y F6. Asimismo, se encontraron diferencias entre algunos pares de tratamientos como F6-F2, F6-F1, F6-F4, F3-F1, F3-F4 y F2-F4. En contraste, las combinaciones restantes no presentaron diferencias significativas, evidenciando similitud en la percepción del color entre dichas muestras.

El atributo sabor presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($\chi^2=315,146$; $p=0,000$). Las comparaciones múltiples (Tabla 37, Anexo 7) evidenciaron diferencias significativas en la mayoría de los pares evaluados, indicando que los panelistas percibieron variaciones en el perfil de sabor entre tratamientos. Sin embargo, algunos pares como F1-F3, F1-F2, F5-F6, F2-F3, F5-F4 y F4-F6 no presentaron diferencias significativas ($p>0,05$), mostrando una respuesta sensorial similar entre dichas formulaciones.

El atributo olor presentó diferencias significativas entre tratamientos ($\chi^2=316,020$; $p=0,000$). Las comparaciones por parejas (Tabla 38, Anexo 7) indicaron diferencias

significativas en la mayoría de los tratamientos evaluados. No obstante, los pares F5-F6 y F1-F2 no presentaron diferencias estadísticas, al igual que las comparaciones F6-F3 y F2-F4, donde se observó una respuesta sensorial similar por parte de los panelistas.

La textura presentó diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas ($\chi^2=278,560$; $p=0,000$). Los resultados de las comparaciones múltiples (Tabla 39, Anexo 7) evidenciaron diferencias principalmente entre el tratamiento F5 y otros tratamientos, destacando los contrastes F5-F3 y F3-F4. Además, se observaron diferencias significativas en las comparaciones F3-F1, F3-F2, F5-F1, F4-F2, F5-F2, F6-F1, F6-F2, F5-F4 y F6-F4. Estos resultados indican que algunos tratamientos presentaron diferencias en la percepción de la textura por parte de los consumidores.

La aceptabilidad presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($\chi^2=296,549$; $p=0,000$). Las comparaciones múltiples (Tabla 40, Anexo 7) mostraron diferencias significativas entre varios pares de tratamientos, destacando las comparaciones F5-F4, F1-F4 y aquellas correspondientes a F5-F1, F5-F2, F5-F3, F6-F1, F6-F2, F6-F3, F4-F1, F4-F2 y F4-F3. En conjunto, estos resultados indican que las diferencias observadas en los atributos sensoriales influyeron en la aceptación general de las formulaciones evaluadas.

Tabla 18

Prueba no paramétrica de Friedman para los atributos sensoriales.

Estadísticos de prueba	Atributos				
	Color	Sabor	Olor	Textura	Aceptabilidad
N	100	100	100	100	100
Chi-cuadrado	278,409	315,146	316,020	278,560	296,549
G1	5	5	5	5	5
Sig. Asintótica	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Nota. Prueba de Friedman aplicada a 100 evaluadores; valores de $p<0,05$ indican diferencias significativas entre tratamientos.

4.1.4. Compuestos bioactivos de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento

– **Fenoles totales de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.**

La Tabla 19 presenta el contenido de fenoles totales en la pulpa de que se expresa en mg de ácido gálico equivalente por cada 100 g de muestra (mg GAE/100 g). Los resultados corresponden a muestras almacenadas durante un mes con temperaturas variadas (4, 8 y 20 °C) y con diferentes métodos de envasado (al vacío y sellado). Debido a su función antioxidante y su importancia como compuestos bioactivos, la determinación de fenoles totales permitió evaluar el efecto de las condiciones de conservación sobre la estabilidad funcional de la pulpa durante el almacenamiento.

Tabla 19

Efecto de la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y tipos de envasado (normal y al vacío) sobre el contenido de fenoles totales de la pulpa de aguaymanto.

mg GAE/100g											
Días	4 °C			8 °C			20 °C				
	Sellado		Al vacío	Sellado		Al vacío	Sellado		Al vacío		
0	186,032	±	186,032	±	186,032	±	186,032	±	186,032	±	186,032
	14,87 ^{Abγ}		14,87 ^{Aaβ}		14,87 ^{Abδ}		14,87 ^{Aaa}		14,87 ^{Bbe}		14,87 ^{Bay}
5	173,862	±	191,852	±	141,190	±	227,831	±	99,392	±	126,905
	10,52 ^{Abγ}		8,40 ^{Aaβ}		25,52 ^{Abδ}		14,02 ^{Aaa}		17,32 ^{Bbe}		9,35 ^{Bay}
10	175,185	±	177,566	±	163,360	±	218,836	±	137,090	±	143,571
	8,40 ^{Abγ}		8,40 ^{Aaβ}		2,73 ^{Abδ}		37,05 ^{Aaa}		6,89 ^{Bbe}		4,72 ^{Bay}
15	135,370	±	150,979	±	131,270	±	131,667	±	122,143	±	136,693
	10,28 ^{Abγ}		2,30 ^{Aaβ}		4,04 ^{Abδ}		7,62 ^{Aaa}		7,62 ^{Bbe}		9,74 ^{Bay}
20	141,561	±	145,542	±	123,571	±	124,841	±	138,677	±	173,333
	0,98 ^{Abγ}		0,52 ^{Aaβ}		1,44 ^{Abδ}		1,00 ^{Aaa}		10,02 ^{Bbe}		15,02 ^{Bay}
25	133,519	±	143,704	±	124,656	±	152,698	±	133,519	±	139,074
	3,04 ^{Abγ}		7,33 ^{Aaβ}		0,83 ^{Abδ}		5,09 ^{Aaa}		6,50 ^{Bbe}		11,32 ^{Bay}
30	139,206	±	139,735	±	122,619	±	159,841	±	123,360	±	156,217
	2,47 ^{Abγ}		6,55 ^{Aaβ}		0,91 ^{Abδ}		3,55 ^{Aaa}		3,71 ^{Bbe}		2,73 ^{Bay}

Nota. Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($p < 0.05$); mayúsculas (temperatura), minúsculas (envasado) y griegas (interacción temperatura $\times$ envasado).

El contenido de fenoles totales presentó un valor inicial de 186,03 mg GAE/100 g en todos los tratamientos y, durante el almacenamiento, mostró una tendencia general a disminuir, siendo esta reducción influenciada por la temperatura y el tipo de envasado. La prueba de Tukey indicó que las muestras almacenadas a 4 y 8 °C pertenecieron al mismo grupo estadístico

(A), conservando mayores concentraciones de fenoles totales que las almacenadas a 20 °C (B). Asimismo, el envasado al vacío (a) permitió una mejor conservación de estos compuestos en comparación con el envasado sellado (b). En cuanto a la interacción temperatura × envasado, el tratamiento a 8 °C envasado al vacío (α) presentó la mejor conservación de fenoles totales, seguido por 4 °C al vacío (β), mientras que 4 °C sellado y 20 °C al vacío conformaron un mismo grupo estadístico (γ). Por su parte, 8 °C sellado se ubicó en un grupo intermedio (δ) y 20 °C sellado presentó la menor conservación de fenoles totales (ϵ). La combinación de envasado al vacío y refrigeración ayudó con la conservación de los compuestos fenólicos de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento, como muestran estos resultados.

– **Capacidad antioxidante de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento mediante el método DPPH.**

La Tabla 20 presenta los hallazgos de la capacidad antioxidante de la pulpa de aguaymanto, valorada a través del método DPPH y expresada en $\mu\text{mol Trolox/g}$. El análisis posibilitó la evaluación de la estabilidad de los compuestos antioxidantes en el transcurso del almacenamiento. Al inicio del estudio, todos los tratamientos presentaron un valor uniforme de 3,5881 $\mu\text{mol Trolox/g}$, evidenciando homogeneidad en las muestras. Durante los 30 días de conservación se observó una reducción progresiva de la capacidad antioxidante, siendo menor en las muestras almacenadas a bajas temperaturas y con envasado al vacío, lo que demuestra un mejor efecto de conservación de los compuestos bioactivos.

Tabla 20

Capacidad antioxidante de la pulpa de aguaymanto por método DPPH ($\mu\text{mol Trolox/g}$) durante el almacenamiento

Días	$\mu\text{Mol Trolox/g}$											
	4 °C				8 °C				20 °C			
	Sellado		Al vacío		Sellado		Al vacío		Sellado		Al vacío	
0	3,5881	±	3,5881	±	3,5881	±	3,5881	±	3,5881	±	3,5881	±
	0,1459 ^{Ab}		0,1459 ^{Aa}		0,1459 ^{AB}		0,1459 ^{Aa}		0,1459 ^{Bb}		0,1459 ^{Ba}	
5	1,3793	±	2,1032	±	1,4735	±	1,9718	±	0,6707	±	1,0310	±
	0,1200 ^{Ab}		0,0300 ^{Aa}		0,0780 ^{ABb}		0,0280 ^{ABa}		0,1000 ^{Bb}		0,0160 ^{Ba}	
10	1,5825	±	1,8510	±	1,2928	±	1,6848	±	0,8285	±	1,1865	±
	0,0740 ^{Ab}		0,1000 ^{Aa}		0,0230 ^{ABb}		0,0030 ^{ABa}		0,0820 ^{Bb}		0,0098 ^{Ba}	
15	0,9952	±	1,4841	±	0,7278	±	0,8827	±	0,8274	±	0,9386	±
	0,1200 ^{Ab}		0,0280 ^{Aa}		0,0820 ^{ABb}		0,1000 ^{ABa}		0,0730 ^{Bb}		0,0043 ^{Ba}	
20	1,2581	±	1,4841	±	1,3912	±	1,4405	±	1,1753	±	1,3029	±
	0,0710 ^{Ab}		0,0760 ^{Aa}		0,0730 ^{ABb}		0,0380 ^{ABa}		0,1400 ^{Bb}		0,0400 ^{Ba}	
25	1,0361	±	1,0956	±	0,9675	±	1,0316	±	0,7066	±	0,9649	±
	0,0210 ^{Ab}		0,0300 ^{Aa}		0,0170 ^{ABb}		0,0430 ^{ABa}		0,0550 ^{Bb}		0,0330 ^{Ba}	
30	0,9804	±	1,0882	±	0,8491	±	0,9604	±	0,6721	±	0,7921	±
	0,0110 ^{Ab}		0,0130 ^{Aa}		0,0470 ^{ABb}		0,0260 ^{ABa}		0,0170 ^{Bb}		0,0059 ^{Ba}	

Nota. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$): mayúsculas para temperatura y minúsculas para envasado.

La capacidad antioxidante determinada mediante el método DPPH presentó un valor inicial de 3,5881 $\mu\text{mol Trolox/g}$ en todos los tratamientos, evidenciando condiciones homogéneas antes del almacenamiento. Durante los 30 días de conservación se observó una disminución general de la actividad antioxidante, con variaciones asociadas a la temperatura de almacenamiento y al tipo de envasado. Según la prueba de Tukey, las muestras almacenadas a 4 °C presentaron los mayores valores de capacidad antioxidante (A), seguidas por aquellas almacenadas a 8 °C (AB), mientras que los tratamientos a 20 °C registraron los menores valores (B). Asimismo, el envasado al vacío presentó una mayor conservación de la capacidad antioxidante (a) respecto al envasado sellado (b). Estos resultados evidencian que las condiciones de refrigeración, principalmente a 4 °C, y el uso de envasado al vacío

contribuyeron a reducir la pérdida de compuestos antioxidantes en la pulpa de aguaymanto durante el periodo de almacenamiento.

– **Capacidad antioxidante de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento mediante el método ABTS.**

Se determinó la capacidad antioxidante de la pulpa de aguaymanto empleando el método ABTS y se expresó como μmol de Trolox equivalente por gramo de muestra (μmol Trolox/g). Los resultados obtenidos durante los 30 días de almacenamiento permitieron evaluar la variación de esta propiedad bajo diferentes temperaturas (4, 8 y 20 °C) y tipos de envasado (sellado y al vacío), evidenciando el efecto de estas condiciones sobre la estabilidad de los compuestos antioxidantes presentes en la pulpa.

Tabla21

Capacidad antioxidante (ABTS) de la pulpa de aguaymanto en función de la temperatura y el tipo de envasado.

Días	$\mu\text{Mol Trolox/g}$					
	4 °C		8 °C		20 °C	
	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío	Sellado	Al vacío
0	5,961 $\pm$ 0,033 ^{Ab}	5,961 $\pm$ 0,033 ^{Aa}	5,961 $\pm$ 0,033 ^{Bb}	5,961 $\pm$ 0,033 ^{Ba}	5,961 $\pm$ 0,033 ^{Cb}	5,961 $\pm$ 0,033 ^{Ca}
5	3,238 $\pm$ 0,420 ^{Ab}	4,387 $\pm$ 0,130 ^{Aa}	4,670 $\pm$ 0,710 ^{Bb}	5,281 $\pm$ 0,720 ^{Ba}	3,270 $\pm$ 0,300 ^{Cb}	3,454 $\pm$ 0,300 ^{Ca}
10	2,034 $\pm$ 0,230 ^{Ab}	4,248 $\pm$ 0,500 ^{Aa}	1,829 $\pm$ 0,240 ^{Bb}	3,294 $\pm$ 0,270 ^{Ba}	2,400 $\pm$ 0,300 ^{Cb}	2,511 $\pm$ 0,260 ^{Ca}
15	3,407 $\pm$ 0,500 ^{Ab}	3,740 $\pm$ 0,610 ^{Aa}	1,469 $\pm$ 0,027 ^{Bb}	2,686 $\pm$ 0,270 ^{Ba}	1,975 $\pm$ 0,310 ^{Cb}	2,397 $\pm$ 0,290 ^{Ca}
20	1,863 $\pm$ 0,270 ^{Ab}	2,054 $\pm$ 0,470 ^{Aa}	1,681 $\pm$ 0,200 ^{Bb}	2,018 $\pm$ 0,110 ^{Ba}	1,203 $\pm$ 0,130 ^{Cb}	1,557 $\pm$ 0,034 ^{Ca}
25	1,645 $\pm$ 0,052 ^{Ab}	2,225 $\pm$ 0,330 ^{Aa}	0,915 $\pm$ 0,120 ^{Bb}	0,996 $\pm$ 0,055 ^{Ba}	1,172 $\pm$ 0,180 ^{Cb}	1,400 $\pm$ 0,069 ^{Ca}
30	1,251 $\pm$ 0,150 ^{Ab}	1,522 $\pm$ 0,073 ^{Aa}	0,980 $\pm$ 0,120 ^{Bb}	0,994 $\pm$ 0,055 ^{Ba}	0,772 $\pm$ 0,180 ^{Cb}	1,444 $\pm$ 0,069 ^{Ca}

Nota. Medias $\pm$ DE. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre temperaturas y letras minúsculas entre tipos de envasado (Tukey, $p < 0.05$); interacción no significativa ($p = 0.638$).

La capacidad antioxidante, evaluada mediante el método ABTS y expresada μmol de Trolox por gramo de muestra (μmol Trolox/g), presentó un valor inicial de 5,961 μmol Trolox/g en todos los tratamientos, evidenciando uniformidad en las muestras antes del almacenamiento. Durante los 30 días de conservación se observó una reducción progresiva de

esta propiedad, influenciada por la temperatura de almacenamiento y el tipo de envasado aplicado. La prueba de Tukey evidenció diferencias significativas entre las temperaturas evaluadas, donde los tratamientos almacenados a 4 °C (A) presentaron una mayor capacidad antioxidante, seguidos por los tratamientos a 8 (B) y 20 °C (C), mostrando estos últimos una mayor reducción de la actividad antioxidante. Asimismo, el envasado presentó diferencias significativas, observándose que el envasado al vacío (a) permitió una mejor conservación de la capacidad antioxidante en comparación con el envasado sellado (b). En resumen, los hallazgos muestran que conservar a baja temperatura (sobre todo a 4 °C) y envasar al vacío ayudó a conservar estables los nutrientes antioxidantes de la pulpa de aguaymanto y disminuyó su deterioro durante el mes de almacenaje.

4.1.5. Vida útil de la pulpa de aguaymanto

La Tabla 22 muestra las ecuaciones lineales obtenidas mediante el ajuste de los datos experimentales de pH para cada tratamiento, las cuales permitieron describir su comportamiento durante el almacenamiento y estimar la vida útil de la pulpa de aguaymanto. Las variaciones en las pendientes reflejaron diferencias en la velocidad de cambio del pH según la temperatura de conservación y el tipo de envasado aplicado.

Tabla 22

Funciones lineales de la pulpa de aguaymanto con cada uno de los tratamientos.

Tratamientos de la pulpa de aguaymanto	Función
Sellado – 4 °C	$y = 0,0018x + 3,4546$
Al vacío – 4 °C	$y = 0,0016x + 3,4493$
Sellado – 8 °C	$y = 0,0007x + 3,4536$
Al vacío – 8 °C	$y = 0,0005x + 3,4482$
Sellado – 20 °C	$y = -0,0018x + 3,4511$
Al vacío – 20 °C	$y = -0,0014x + 3,4561$

La vida útil de la pulpa de aguaymanto fue estimada utilizando el comportamiento del pH como atributo indicador de deterioro, mediante el modelo cinético de orden cero propuesto por Salinas et al (2009). A partir de las ecuaciones de ajuste lineal obtenidas para cada tratamiento, se determinaron los parámetros de la recta (Q_0 y k), los cuales permitieron calcular el tiempo de conservación (T_s) para cada condición de almacenamiento. Los valores estimados de vida útil para los diferentes tratamientos se presentan en la Tabla 23.

Tabla 23

Vida útil para la pulpa de aguaymanto con cada tratamiento

Tratamientos de la pulpa de aguaymanto	Vida útil (días)
Sellado – 4 °C	81
Al vacío – 4 °C	94
Sellado – 8 °C	77
Al vacío – 8 °C	96
Sellado – 20 °C	28
Al vacío – 20 °C	40

Nota. Vida útil estimada de la pulpa de aguaymanto.

La duración de la pulpa de aguaymanto estuvo determinada por el tipo de envasado y la temperatura a la que se almacena, lo cual mostró variaciones en la estabilidad del producto durante su conservación. Los mayores periodos de conservación se obtuvieron en los tratamientos envasados al vacío y almacenados bajo refrigeración, alcanzando 96 días a 8 °C y 94 días a 4 °C. En contraste, los tratamientos almacenados a 20 °C presentaron las menores vidas útiles, registrándose 28 días en el envasado sellado y 40 días en el envasado al vacío. Asimismo, el envasado al vacío prolongó la vida útil en todas las temperaturas evaluadas, incrementándola en 13, 19 y 12 días respecto al envasado sellado a 4, 8 y 20 °C, respectivamente. Estos resultados demuestran que la refrigeración, combinada con la reducción de oxígeno proporcionada por el envasado al vacío, constituye la estrategia más eficaz para retardar los procesos de deterioro y prolongar la conservación de la pulpa de aguaymanto.

4.2. Contrastación de Hipótesis

Con el propósito de determinar la influencia de la temperatura de almacenamiento y el tipo de envasado sobre las variables analizadas en la pulpa de aguaymanto, se realizó una comparación entre las hipótesis.

Ha: La aplicación de diferentes condiciones de conservación, determinadas por la temperatura de almacenamiento y el sistema de envasado, genera variaciones significativas en las características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, compuestos bioactivos y estabilidad durante la duración de la pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

H₀: Las condiciones de conservación evaluadas mediante la temperatura de almacenamiento y el sistema de envasado no ocasionan cambios significativos en las características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, contenido de compuestos bioactivos ni en el periodo de vida útil de la pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

Para la toma de decisión estadística se consideró que:

$p > 0,05$: no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.

$p < 0,05$: se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Los datos obtenidos evidenciaron que la hipótesis nula (H₀) fue rechazada y la alternativa (H_a) aceptada, lo cual sugiere que el envasado y la temperatura de almacenamiento causaron un impacto importante sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, los compuestos bioactivos y la durabilidad de la pulpa de aguaymanto. No obstante, los análisis microbiológicos no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), indicando que estas condiciones de conservación no modificaron de manera relevante la estabilidad microbiológica del producto durante el periodo evaluado.

4.3. Discusión de resultados

➤ Características fisicoquímicas

El presente estudio muestra que tanto el tipo de envasado como la temperatura de almacenamiento tienen un efecto importante en las propiedades fisicoquímicas (grados brix, pH, acidez titulable y variación de color); en cuanto a los °Brix se mantuvo más estable en condiciones de refrigeración (4 - 8 °C), con mejores valores en los tratamientos al vacío frente a los sellados; a 20 °C, los sólidos solubles disminuyeron con mayor rapidez, especialmente en los envases sellados, lo que se asocia con un incremento de la tasa respiratoria y la degradación enzimática de azúcares; el vacío redujo este efecto al limitar la disponibilidad de oxígeno, disminuyendo el metabolismo oxidativo de los azúcares. Estudios previos coinciden con esta tendencia; Gallon et al. (2023) reportaron que en *Physalis peruviana* L los sólidos solubles presentan mayores pérdidas a temperaturas elevadas, mientras que envases con limitación de oxígeno conservan mejor los azúcares. Asimismo, Soltani et al. (2019) señalan que tecnologías como atmósferas modificadas o vacío ralentizan la reducción del °Brix en jugos y pulpas tropicales.

Por otro lado, se observó un aumento gradual de la acidez y una disminución del pH, fenómenos que resultaron más evidentes en envases sellados y a temperaturas altas (20 °C); en condiciones de vacío y refrigeración, estas variaciones fueron más leves, lo que sugiere un efecto modulador del vacío. Este comportamiento se explica porque la presencia de oxígeno en los envases sellados promueve la oxidación de azúcares y la producción de ácidos orgánicos por vías enzimáticas y microbianas, mientras que el vacío restringe dichas reacciones. Machado et al. (2015) y Batista et al. (2018) coinciden en que los sistemas de envasado con bajo oxígeno limitan la acumulación de ácidos, mientras que en condiciones aerobias los incrementos son más pronunciados con el tiempo; de igual forma Moradinezhad & Dorostkar (2021) observaron que la combinación de refrigeración y vacío contribuye a una

mejor estabilidad del equilibrio ácido-base durante el almacenamiento, lo que concuerda con los hallazgos obtenidos.

El color presentó cambios más significativos en los tratamientos sellados a 20 °C, donde el ΔE superó el umbral de percepción visual, evidenciando pérdida de la tonalidad característica de la pulpa. En contraste, la refrigeración y el envasado al vacío redujeron de forma notoria la magnitud de estas variaciones, con valores de L^* más estables y menores alteraciones en a^* y b^* . El deterioro cromático se explica por la degradación oxidativa de carotenoides y compuestos fenólicos, así como por el pardeamiento enzimático (polifenoloxidasas, peroxidasas), procesos que se intensifican en presencia de oxígeno y altas temperaturas. Caleb et al. (2013) demostraron que el vacío limita la oxidación de pigmentos y retrasa el pardeamiento, mientras Jadán (2017) resaltan que la combinación de oxígeno y calor acelera la pérdida de luminosidad y la variación cromática frutas y hortalizas frescas. Agudelo et al. (2023), específicamente en *Physalis peruviana*, confirmaron que el envasado al vacío a bajas temperaturas preserva mejor los parámetros de color que el sellado convencional.

➤ **Características microbiológicas**

La evaluación microbiológica de la pulpa de aguaymanto mostró una adecuada estabilidad durante los 30 días de almacenamiento, evidenciándose bajos recuentos de aerobios mesófilos en todos los tratamientos. Todos los tratamientos presentaron valores de 1×10^1 UFC/g en el inicio del almacenamiento; posteriormente, la mayoría de tratamientos mantuvieron recuentos inferiores al límite de detección del método empleado ($< 1 \times 10^1$ UFC/g) entre los días 10 y 25. Sin embargo, al día 30 se observó un incremento en los tratamientos almacenados a 20 °C, alcanzando valores de $2,6 \times 10^2$ UFC/g en sellado y 6×10^1 UFC/g envasado al vacío, evidenciando una mayor presencia microbiana bajo condiciones de mayor temperatura. Por otro lado, los tratamientos refrigerados (4 y 8 °C) conservaron

recuentos bajos durante todo el periodo de evaluación. Asimismo, No se detectó la existencia de coliformes totales, ni de *Escherichia coli*, ni tampoco de *Salmonella* spp. en los tratamientos analizados. Estos resultados están dentro de los límites microbiológicos determinados por la Norma Sanitaria. RM N.º 591-2008/MINSA, la cual establece límites para microorganismos indicadores y ausencia de *Salmonella* en alimentos, confirmando que la pulpa de aguaymanto mantuvo condiciones adecuadas de calidad sanitaria e inocuidad durante el almacenamiento. El ANOVA mostró que la temperatura y el tipo de envasado no generaron diferencias significativas ($p > 0.05$), aunque el envasado al vacío tendió a presentar menores cargas microbianas, coincidiendo con lo reportado por Infantes (2015) y Caleb et al. (2013) respecto a la eficacia de atmósferas de bajo oxígeno para retardar la proliferación. La acidez natural y los compuestos bioactivos del aguaymanto explican en parte esta resistencia microbiana (Gallon et al., 2023; Agudelo et al., 2023), mientras que la refrigeración (4–8 °C) se ratifica como la estrategia más efectiva para prevenir riesgos de proliferación a temperaturas elevadas (Jay, 2005).

➤ **Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial de la pulpa de aguaymanto evidenció que las condiciones de almacenamiento tienen un impacto fundamental en la aceptación de características como el color, el olor, el sabor y la textura, siendo los tratamientos a 20 °C los más afectados, con pérdidas notorias de calidad hacia el final del periodo. La refrigeración (4–8 °C) permitió conservar mejor la aceptabilidad global, particularmente en muestras envasadas al vacío, donde se atenuaron procesos de pardeamiento y fermentación que afectan el sabor y la apariencia. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Bazalar et al. (2020) y Eliana (2019), quienes observaron que la estabilidad sensorial de néctares de *Physalis peruviana* L se mantiene mejor bajo formulaciones optimizadas y almacenamiento refrigerado, preservando atributos como color, sabor y aroma; y con lo descrito por Caleb et al. (2013),

quienes destacan que el envasado al vacío mediante atmósferas modificadas limita reacciones oxidativas que deterioran el color y el aroma. En el caso específico del aguaymanto, Agudelo et al. (2023) y Gallon et al. (2023) señalan que la conservación del perfil sensorial está estrechamente asociada al mantenimiento de parámetros fisicoquímicos ($^{\circ}$ Brix, acidez y color), lo cual explica la mayor aceptación obtenida en tratamientos combinados de vacío y refrigeración. En términos los resultados obtenidos refuerzan que la percepción sensorial responde de forma integrada tanto a la temperatura como al tipo de envasado, siendo el almacenamiento en refrigeración con vacío la alternativa más eficaz para mantener la calidad organoléptica y la preferencia del consumidor durante la conservación.

➤ **Compuestos bioactivos**

Las investigaciones mostraron que la estabilidad de los componentes bioactivos en la pulpa de aguaymanto se vio afectada de manera considerable por el tipo de envasado y la temperatura a la que se almacena. Se encontró que a 20 $^{\circ}$ C los fenoles totales y la capacidad antioxidante (ABTS y DPPH) se redujeron más durante el almacenamiento, mientras que los tratamientos mantenidos a 4 y 8 $^{\circ}$ C, especialmente con envasado al vacío, retuvieron mejor dichos parámetros. Este comportamiento radica en que las temperaturas bajas reducen la acción de las enzimas y las reacciones de oxidación, pero el envasado al vacío reduce la cantidad de oxígeno, lo que retrasa la degradación de los compuestos fenólicos y la actividad de enzimas oxidativas como la polifenoloxidasas. Esto facilita una vida útil prolongada y mayor estabilidad del producto. Estos conocimientos concuerdan con lo que fue reportado por (Añibarro et al. (2025), quienes destacan la dependencia de la estabilidad fitoquímica del aguaymanto respecto a las condiciones de almacenamiento, con Javiera (2019), quien evidenció la aceleración de la degradación de compuestos antioxidantes a mayores temperaturas, y con Agudelo et al. (2023), quienes resaltan el efecto protector del envasado al vacío en la conservación de la calidad funcional del fruto, confirmando en conjunto que la

combinación de refrigeración, especialmente a 4 °C, y envasado al vacío constituye la condición más eficiente para preservar la capacidad antioxidante de la pulpa durante el almacenamiento.

➤ **Vida útil**

De igual forma los resultados evidencian que la vida útil de la pulpa de aguaymanto, estimada mediante la cinética de deterioro del pH, se prolonga significativamente cuando se combina la refrigeración (4 – 8 °C) con el envasado al vacío, alcanzando hasta 94 – 96 días, mientras que a 20 °C se reduce drásticamente (28–40 días). Esta tendencia coincide con lo que Olivares et al. (2017) informaron que: la conservación de *Physalis peruviana* depende en gran medida de la temperatura, y 8 °C es el estado que mejor conserva su vida útil en comparación con temperaturas más altas. De manera complementaria, Arias et al. (2023) encontraron que tecnologías que reducen la exposición al oxígeno, como la expansión al vacío (FVE), aumentan de forma notable la estabilidad de pulpas y purés de *Physalis*, con rangos de vida útil que oscilan entre 16 y 90 días dependiendo de la temperatura. Asimismo, estudios con recubrimientos comestibles a base de pectina y alginato evidencian que limitar el intercambio gaseoso y mantener condiciones de refrigeración disminuye la velocidad de acidificación y pérdida de calidad (Cardenas et al., 2021), lo que explica por qué en este estudio los tratamientos al vacío a bajas temperaturas mostraron los mayores tiempos de conservación. En conjunto, la evidencia científica y los resultados experimentales coinciden en señalar que la estrategia más eficaz para prolongar la durabilidad de la pulpa de aguaymanto es mantener la cadena de frío y emplear envases o tecnologías que reduzcan el acceso al oxígeno.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se examinó la influencia de la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y del tipo de envasado (normal y al vacío) sobre las características fisicoquímicas de la pulpa de aguaymanto, determinándose que ambas variables influyeron en la estabilidad del pH, la acidez titulable, los sólidos solubles (°Brix) y el color. Los tratamientos almacenados a 4 y 8 °C presentaron mayor estabilidad fisicoquímica en comparación con los almacenados a 20 °C, donde se evidenciaron mayores variaciones durante el periodo de conservación.

Se investigó el efecto que ejerce la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y del tipo de envasado (normal y al vacío) sobre las características microbiológicas de la pulpa de aguaymanto, encontrándose que todos los tratamientos mantuvieron condiciones microbiológicas aceptables durante los 30 días de almacenamiento. Asimismo, no se evidenciaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las temperaturas y tipos de envasado para los microorganismos evaluados, en concordancia con los criterios establecidos en la normativa sanitaria vigente.

Se detalló el impacto del tipo de empaque (normal y al vacío) y la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) sobre las características sensoriales de la pulpa de aguaymanto, evidenciándose que los tratamientos refrigerados conservaron una mayor aceptación en color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general durante el almacenamiento, mientras que a 20 °C se produjo un deterioro sensorial más acelerado.

Se observó que el contenido de compuestos bioactivos de la pulpa de aguaymanto se vio influenciado de manera significativa ($p < 0,05$) por el tipo de envasado (normal y al vacío) y por la temperatura a la que se conservaba (4, 8 y 20 °C). Los tratamientos almacenados a 4 y 8 °C, en particular aquellos con envasado al vacío, mantuvieron de mejor manera los fenoles totales y la capacidad antioxidante (DPPH y ABTS); sin embargo, los tratamientos guardados

a 20 °C mostraron una reducción más significativa de estos componentes durante el almacenamiento.

Se estimó la durabilidad de la pulpa de aguaymanto usando el pH como parámetro de evaluación mediante un modelo cinético de deterioro, determinándose que los criterios de conservación influyeron significativamente en el tiempo de conservación del producto. El tratamiento envasado al vacío a 8 °C presentó la mayor vida útil estimada (96 días), seguido del tratamiento al vacío a 4 °C (94 días), mientras que los tratamientos almacenados a 20 °C registraron los menores periodos de estabilidad.

5.2. Recomendaciones

Se aconseja desarrollar estudios complementarios sobre la pulpa de aguaymanto, considerando el seguimiento de parámetros como pH, acidez titulable, sólidos solubles, color y compuestos bioactivos durante diferentes periodos de almacenamiento.

Se sugiere realizar estudios orientados a ampliar la durabilidad de la pulpa de aguaymanto mediante la aplicación de tecnologías alternativas de conservación, como el uso de atmósferas modificadas en combinación con temperaturas controladas de almacenamiento.

Se recomienda analizar el potencial antioxidante de la pulpa de aguaymanto respecto al tiempo de almacenamiento y la temperatura, empleando métodos adicionales de análisis como FRAP y ORAC para complementar los resultados obtenidos.

Se propone investigar el efecto de tratamientos complementarios, como la incorporación de conservantes naturales o soluciones de calcio, sobre la estabilidad de la pulpa de aguaymanto durante un periodo de almacenamiento de 30 días, evaluando su influencia en las características fisicoquímicas y el contenido de compuestos bioactivos.

REFERENCIAS

- Abeyesuriya, H., Bulugahapitiya, V., & Jayatissa, L. (2024). Variation of vitamin C content and antioxidant capacities during the post-harvest storage of fresh fruits under different temperatures. *Journal of Stored Products Research*, 109(July), 102426.
<https://doi.org/10.1016/j.jspr.2024.102426>
- Adrian, J., & Fragne, R. (2020). *CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS. Nutricion Humana y Gastronomía* (Vol. 15, Issue 2).
<https://www.editorialacribia.com/media/acribia/files/pdfcatalog-158.pdf>
- Agudelo, S., Mosquera, Y., David, D., Cartagena, S., & Duarte, Y. (2023). Effect of Processing Methods on the Postharvest Quality of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Horticulturae*, 9(10), 1–14. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9101158>
- Alapont, C., Simón, P., & Torrejón, M. (2020). Guía para la determinación de la vida útil de los alimentos. *Federación Empresarial de Agroalimentación de La Comunidad Valenciana*, 1–143. <https://www.fedacova.org/wp-content/uploads/2020/11/Guia-Determinación-Vida-Útil-2020.pdf>
- Alfaro, S. (2019). *Diseño de Una Bebida Funcional con Capacidad Antioxidante a Base de Pulpa de Mango (Mangifera indica L.), Noni (Morinda citrifolia) y Aguaymanto (Physalis peruviana L.)*. Cmc, 220.
<https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/3099/ALFARO CRUZ SARELA CARMELA - DOCTORADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- AMPEX (Asociación Macroregional de Productores para la Exportación). (2008). *Aguaymanto, perfil de mercado*. 46. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2008/Lambayeque/EER-Lambayeque-Querevalu.pdf>
- Añibarro, M., Dias, M., Petrović, J., Mandim, F., Núñez, S., Soković, M., López, V., Barros, L., & Pinela, J. (2025). Nutrients, Phytochemicals, and In Vitro Biological Activities of Goldenberry (*Physalis peruviana* L.) Fruit and Calyx. *Plants*, 14(3), 1–24.
<https://doi.org/10.3390/plants14030327>
- Aparcana, M., & Villarreal, S. (2014). *Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de Physalis peruviana*. 96.
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880119/evaluacion-de-la-capacidad->

antioxidante-de-los-extractos-etanol_J5xrzNZ.pdf

- Arias, C., Rodríguez, P., Soto, I., Vaillant, R., Cortés, M., & Vaillant, F. (2023). Flash vacuum expansion, a low-cost and energy-efficient alternative process to produce high-quality fruit puree: Application to *Physalis peruviana*. *Heliyon*, 9(6).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16969>
- Aseptic Peruvian Fruit. (2018). *Pulpa de Aguaymanto Aséptica Especificación técnica*.
https://www.pacificfruitperu.com/userfiles/files/FichaAguaymanto_ES.pdf
- Batista, W., Nascimento, V., Medeiros, D., Nunes, A., Ribeiro, D. M., Zsögön, A., & Araújo, W. (2018). Modifications in organic acid profiles during fruit development and ripening: Correlation or causation? *Frontiers in Plant Science*, 871(November), 1–20.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01689>
- Baumann, L., & Bogdan, I. (2009). Antioxidantes. *Revista de Plasticos Modernos*, 35(333), 299–301.
- Bazalar, M., Nazareno, M., & Viturro, C. (2020). Optimized formulation of a *Physalis peruviana* L. fruit nectar: physicochemical characterization, sensorial traits and antioxidant properties. *Journal of Food Science and Technology*, 57(9), 3267–3277.
<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04358-w>
- Benites, E. (2022). Cinética de deterioro por temperatura de la capacidad antioxidante, vitamina C y azúcares reductores de pulpa de mullaca (*Vaccinium floribundum* H.B.K.) y arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). In *Universida Nacional De Trujillo*.
<https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cf60ea3f-09b7-4bba-97b0-2501ff47b807/content>
- Bordón, E. (2008). *Fundamentos De La Conservacion De Los Alimentos*. 69.
<https://capeco.org.py/wp-content/uploads/2017/10/10-CONSERVACION-DE-LOS-ALIMENTOS-1.pdf>
- Caleb, O., Mahajan, P., Al-Said, F., & Opara, U. (2013). Modified Atmosphere Packaging Technology of Fresh and Fresh-cut Produce and the Microbial Consequences-A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(2), 303–329. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0932-4>
- Callaghan, K. (2017). The safety and shelf-life of vacuum and modified atmosphere packed

- chilled foods with respect to non-proteolytic *Clostridium botulinum*. *Food Standards Agency, July*, 1–22. <http://www.food.gov.uk/business-industry/manufacturers/shelf-life-storage/vacpac%5Cnhttp://www.food.gov.uk/sites/default/files/multimedia/pdfs/publication/vacpacguide.pdf>
- Cardenas, L., Paredes, A., Serna, L., Guancha, M., & Torres, C. (2021). Quality of Physalis peruviana fruits coated with pectin and pectin reinforced with nanocellulose from P. peruviana calyces. *Heliyon*, 7(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07988>
- Carrasco, R., & Zelada, C. (2008). Determinación De La Capacidad Antioxidante Y Compuestos Bioactivos De Frutas Nativas Peruanas. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 2, 108–124. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371937609004>
- Carrillo, M., & Reyes, A. (2014). Vida útil de los alimentos / Lifetime food. *CIBA Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 32. <https://doi.org/10.23913/ciba.v2i3.20>
- Cazar, I. (2016). *Análisis físico-químico para la determinación de la calidad de las frutas*. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d045dd32-ea17-48ff-98d5-f4b6f46849e1/content>
- Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, R., Marcela, V., & Radilla, C. (2015). Antioxidants: Present perspective for the human health. *Revista Chilena de Nutricion*, 42(2), 206–212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Coronel, J. (2016). *Evaluación de las características fisicoquímicas del barquillo tipo oblea enrollada durante su tiempo de vida util*. 1–82. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a1c3e070-b489-4e0d-80ad-f8730cf9f989/content>
- De la-Rotta, C. (2014). Physalis peruviana L.: Fruta para el Mundo. In *Cyted* (Vol. 53, Issue 5).
- Díaz, M. (2022). EFECTO DEL PRE-TRATAMIENTO Y TEMPERATURA EN LA CINÉTICA DE SECADO Y VARIACIÓN DE COLOR EN EL AGUAYMANTO DEL ECOTIPO ALARGADO SELECCIÓN CANAÁN. In *Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 4* (pp. 36–51). Editora Atena. <https://doi.org/https://doi.org/10.22533/at.ed.1742211104>

- Díaz, M., & Muñoz, L. (2021). *Diseño De Un Programa Para La Industrialización De Aguaymanto En Las Comunidades Del Distrito De Colasay, Provincia De Jaén*. 168. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/112/5/Díaz_ZMY_Muñoz_SLV.pdf
- Dirección de Cocina CFGS. (2023). *El vacío y la conservación de alimentos* (p. 18). <https://es.slideshare.net/VictorSanz21/el-vaco-como-sistema-de-conservacinpdf>
- Dubey, A., & Yadava, V. (2023). The Stability of Phenolic Compounds in Fruit , Berry. *Journal of Materials Processing Technology*, 195(1–3), 15–26. <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/9/1777>
- Eliana, E. (2019). Factores que influyen sobre la vida útil sensorial de productos alimenticios: almacenamiento en el hogar, fecha de vencimiento, tipo de producto, perfil del consumidor y entorno de evaluación [UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA]. In *Nro*. https://web.archive.org/web/20200103001325id_/http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/79617/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Encina, C., Ureña, M., & Repo, R. (2007). Determinación de compuestos bioactivos del aguaymanto (*Physalis peruviana*, Linnaeus, 1753) y de su conserva en almíbar maximizando la retención de ácido ascórbico [Determination of bioactive compounds of aguaymanto (*Physalis Peruviana*, Linnaeus, 1753) and. *Revista ECIPERÚ*, 1(1), 6–10. <https://revistas.eciperu.net/index.php/ECIPERU/article/download/290/281>
- Felipe, A., Peláez, C., Katherin, T., & Ríos, C. (2022). Efecto del empaque y conservantes en el aumento de la vida útil de una masa de maíz. *Universidad Católica de Manizales*, 1–94. <https://repositorio.ucm.edu.co/jspui/handle/10839/3694>
- Gallon, M., Cortés, M., Gil, J., Lahlou, A., & Guil, J. (2023). Influence of storage variables on the antioxidant and antitumor activities, phenolic compounds and vitamin C of an agglomerate of Andean berries. *Heliyon*, 9(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14857>
- Gamez, J., & García, T. (2012). Efecto de la Congelación Sobre Algunas Características Físicas y Químicas en la Pulpa de la Parcha Real (*Passiflora Quadrangularis* L.). *Bioagro*, 24(1), 61–64. https://www.mendeley.com/catalogue/69472f8c-d1d2-3c9b-83bd-0d48a7d7094f/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_cata

log&userDocumentId=%7B195e27e4-ad75-41a1-a160-4b6c7e53293a%7D

García, E., Gago, L., & Fernández, J. (2006). *Tecnología De Envasado En Atmosferas Protectoras*.

https://www.madrimasd.org/sites/default/files/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt3_tecnologias_de_ensado_en_atmosfera_protectora.pdf

García, M., Castillo, N., Hernández, E., & Pelayo, J. (2023). *Comparación de diferentes tipos de envases para relentizar el proceso de maduración de frutas y hortalizas*.

Guerrero, L., & Rojas, J. (2016). Adaptación y rendimiento de cinco ecotipos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en la parte media del valle chancay, Lambayeque. *Tesis Para Optar El Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. Perú.*, 1–89. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/1041/BC-TES-5813.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guzmán, D. (2021). *Capacidad Antioxidante Y Compuestos Bioactivos en el Procesado del Zum de Huito (Genipa americana L.)*. 511, 7995788.

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cbae1209-54c7-48db-b8a4-bb69af1178de/content>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. In *Edición McGraw-Hill*. http://www.academia.edu/download/38758233/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006_ocr.pdf

Horwitz, W. (2005). Of ficial Methods of Anal y sis of AOAC IN TER NA TIONAL 18th Edi tion, 2005. *Of Fi Cial Methods of Anal y Sis of AOAC IN TER NA TIONAL 18th Edi Tion, 2005, d*, 4–5. https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005

Huamán, N., Yupanqui, G., Allica, E., & Allica, G. (2016). Efecto Del Contenido De Humedad Y Temperatura Sobre La Difusividad Térmica En Granos Andino. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 82(3), 259–271. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v82i3.56>

Imelio, J. (2010). *El proceso de envasado*. 36.

https://www.inac.uy/innovaportal/file/10508/1/ensado_pcoc.pdf

INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2008). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEM 2337:2008. Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos. I*, 15.

<https://ia902908.us.archive.org/11/items/ec.nte.2337.2008/ec.nte.2337.2008.pdf>

Infantes, Z. (2015). *Últimas Investigaciones Utilizando Tratamientos Químicos Para Conservación De Frutas Minimamente Procesadas*. 53.

<https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/12cddc0d-2f55-4fa6-a53f-5565dfe9f8ba/content>

Inocente, F., Eccoña, A., & Silva, R. (2021). Minimally processed foods: generalities, processing, consumption and physical, chemical and biological changes. *Agroindustrial Science*, 11(1), 117–126. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.14>

ISO-4832. (2006). *International standard microbiology of food and animal feeding enumeration of coliforms colony-count iteh standard preview iteh standard preview. Third edit.*

<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/38282/906468bae95c4c85883e121c5a1d8722/ISO-4832-2006.pdf>

Jadán, F. (2017). Control del pardeamiento enzimático en manzanas cortadas (Red delicious) mediante un sistema de envasado activo. *Enfoque UTE*, 8(2), 66–77.

<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n2.158>

Javiera, Y. (2019). *Optimización del proceso de secado de physalis peruviana linnaeus por aire caliente asistido con microondas. caracterización y comparación con secado por liofilización*. 373426.

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/185543/Optimizacion-del-proceso-de-secado-de-physalis-peruviana-linnaeus.pdf?sequence=1>

Jay, J. (2005). Miscellaneous Food Products. In *Modern Food Microbiology* (pp. 163–175).

https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4427-2_9

Labuza, T., & Riboh, D. (1982). *Teoría y aplicación de la cinética de Arrhenius a la predicción de pérdidas de nutrientes en los alimentos [Degradación, conservación, calidad, temperatura, controles de calidad, análisis, modelos]. Tecnología de los alimento*. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1198928>

León, L. (2016). Estudio De La Viabilidad Economicapara La Produccion Y Comercializacion De Aguaymanto En Los Valles Dehuac-Huas, Lucanas –Ayacucho. 2016. <http://repositorio.autonomadeica.edu.pe/bitstream/autonomadeica/107/1/LEON>

HUAMANI LUIS ALFREDO-PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE AGUAYMANTO.pdf

- Li, X., & Wang, S. (2018). Shelf Life of Extra Virgin Olive Oil and Its Prediction Models. *Journal of Food Quality*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1639260>
- Llanos, D. (2023). *Efecto de conservantes y temperatura de almacenamiento en el tiempo de vida útil de pulpa de piña (Anana comosus L.) envasada al vacío*. [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5550/DIANA ELIZABETH LLANOS TERÁN..pdf?sequence=1](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5550/DIANA_ELIZABETH_LLANOS_TERAN..pdf?sequence=1)
- Llanos Terán, D. E. (2023). "Efecto De Conservantes Y Temperatura De Almacenamiento En El TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE PULPA DE PIÑA (Anana comosus L.) ENVASADA AL VACIO".
- Machado, F., da Costa, J., Teixeira, A., & da Costa, J. (2015). The influence of rootstock and time of harvest on the fruit quality during storage of in two grapefruit cultivars. *Acta Scientiarum - Agronomy*, 37(3), 341–346. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v37i3.16970>
- Manihuari, A. (2023). Evaluación del color de la pulpa de ají charapita (Capsicum frutescens) almacenada en dos tipos de temperatura de refrigeración, en diferentes tipos de envases [Universidad Nacional de Ucayali]. In *Unu*. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/132087/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martín, F. (2019). El envasado al vacío, una técnica muy segura pero no totalmente exenta de peligros (VI). *Restauración Colectiva*, Vi, 3. <https://www.restauracioncolectiva.com/n/en-ensado-al-vacio>
- Ministerio de salud. (2008). Criterios-Microbiologicos-Rm-591-2008-Minsa. In *Diario El Peruano* (pp. 1–16). <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2015/07/CRITERIOS-MICROBIOLOGICOS-RM-591-2008-MINSA.pdf>
- Mondino, C., & Ferratto, J. (2006). *El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor*. <https://rephip.unr.edu.ar/server/api/core/bitstreams/bf35c0b2-83eb-43a3-b215->

cb027f2e5dd1/content

- Moradinezhad, F., & Dorostkar, M. (2021). Effect of Vacuum and Modified Atmosphere Packaging on the Quality Attributes and Sensory Evaluation of Fresh Jujube Fruit. *International Journal of Fruit Science*, 21(1), 82–94.
<https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1858470>
- Morán, G., & Alvarado, D. (2010). Métodos de investigación. In *Banrepcultural.Org*.
<https://mitrabajodegrado.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/moran-y-alvarado-metodos-de-investigacion-1ra.pdf>
- Olivares, M., Dekker, M., van, M., & Verkerk, R. (2017). Evaluating the effect of storage conditions on the shelf life of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Lwt*, 80, 523–530. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.027>
- Ordoñez, F., & Berrios, O. (2023). *Vista de Análisis de técnicas de conservación de puré de frutas.pdf* (p. 17). <https://aypate.revista.unf.edu.pe/index.php/aypate/article/view/51/298>
- Patthamakanokporn, O., Puwastien, P., Nitithamyong, A., & Sirichakwal, P. P. (2008). Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(3), 241–248.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.10.002>
- Peñarrieta, M., Tejada, L., Mollinedo, P., Vila, J., & Bravo, J. (2014). Compuestos fenolicos en los alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 31(2), 68–81.
<https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682006.pdf>
- Ponce, A. W., & Rodríguez, F. D. (2020). *Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante*. 24, 29–33.
- Ramírez, L., Núñez, C., Valderrama, M., Atencia, O., & Rozo, E. (2017). Determinación de las propiedades fisicoquímicas y bromatológicas del guayabo de pava (*Bellucia grossularioides* L.Triana) en sus diferentes estados fisiológicos. *Alimentos Hoy*, 25(40), 69–76. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/433>
- Ramos, C., Asencio, P. L., León, E. L., Mogollón, P. C., & Hidalgo, M. (2024). *Arnaldoa Fitoquímicos , valor nutricional y beneficios de Physalis peruviana L . (Solanaceae)*. 31, 1–15.
- Rodríguez, A., & Peréz, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del

- conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 27.
<https://www.redalyc.org/pdf/206/20652069006.pdf>
- Roman, D., & Zambrano, R. (2013). *Estimación de la vida útil de la humita precocida por métodos físico y químico mediante el actor de aceleración Q10*.
<https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d045dd32-ea17-48ff-98d5-f4b6f46849e1/content>
- Ros, G., Palazón, M., Abellán, P., & Vidal, M. (2003). Revisión: cinética de los procesos de deterioro de los alimentos. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 22(October 2003), 61–68. https://www.researchgate.net/profile/Gaspar-Ros/publication/270957875_Revision_cinetica_de_los_procesos_de_deterioro_de_los_alimentos/links/54ba72240cf24e50e9401f96/Revision-cinetica-de-los-procesos-de-deterioro-de-los-alimentos.pdf
- Rovira, P., Brugnini, G., Rodriguez, J., Cabrera, M., Saadoun, A., de Souza, G., Luzardo, S., & Rufo, C. (2023). Microbiological Changes during Long-Storage of Beef Meat under Different Temperature and Vacuum-Packaging Conditions. *Foods*, 12(4), 1–15.
<https://doi.org/10.3390/foods12040694>
- Rufino, M., Alves, R., Brito, E., Morais, S., Sampaio, C., Pérez, J., & Calixto, F. (2007). Determination of total antioxidant activity in fruits by capturing the free radical ABTS +. *Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*, 128, 1–4.
<https://es.scribd.com/document/227488505/Metodologia-ABTS>
- Salas, S. (2021). Evaluación en vida útil del tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) fresco molido envasado al vacío y al medio ambiente por congelación. *Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac*, 146.
http://190.119.174.92/bitstream/handle/UNAMBA/928/T_0583.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Saldaña, S. (2024). *Efecto de la concentración de ácido salicílico y tiempo de almacenamiento postcosecha en las propiedades fisicoquímicas y compuestos bioactivos de frutos de aguaymanto (Physalis peruviana L.)* [UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA]. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/653>
- Sammic, S. . (2019). Envasado al vacío. *Sammic*, 1, 2–5.
<https://www.sammic.es/dl/455546/78363/catalogos-ensado-al-vacio-nociones-basicas->

espanol.pdf

- Sierra y Selva Exportadora. (2021). Análisis de mercado, aguaymanto 2015 - 2020. *Unidad de Inteligencia Comercial*, 52.
- Silva, N., Junqueira, V., & Silveira, N. (2017). Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água. *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água*, 5ª edição. <https://doi.org/10.5151/9786555062977>
- Singh, T., Arora, S., Borad, S., Bam, J., Paul, V., Thomas, R., & Sarkar, M. (2023). Fatty acid and amino acid profiling, antioxidant activity and other quality characteristics of vacuum packed cheddar style-yak milk cheese during ripening. *Food Bioscience*, 51(September 2022), 102213. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102213>
- Soltani, M., Mobli, H., & Alimardani, R. (2019). *Modified Atmosphere Packaging ; A Progressive Technology for Shelf-Life Extension of Fruits and Vegetables*. 33–59. <https://repository.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1032&context=japr>
- Tacanga, W. (2015). Características y propiedades funcionales de Physalis peruviana "Aguaymanto ". *Biblioteca Digital - Direccion de Sistemas de Informatica y Comunicacion*, 1–43. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/915997/caracteristicas-farmacognosticas-de-las-hojas-y-tallos-de-la-pe_SrsXKi3.pdf
- THE FOOD TECH. (2024). *La vida útil de alimentos con evaluación sensorial - THE FOOD TECH - Medio de noticias líder en la Industria de Alimentos y Bebidas*. <https://thefoodtech.com/normatividad-y-certificaciones/la-vida-util-de-alimentos-con-evaluacion-sensorial/>
- Valencia, L., Angeles, I., Vargas, E., Gómez, C., & Castro, J. (2024). *Análisis bacteriológico de tuna comercial con y sin cáscara Bacteriological analysis of commercial prickly pear with and without shell*. 0(0), 1–5.
- Vásquez, E. (2022). Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en la concentración de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en el fruto de pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K). In *Journal of Economic Perspectives* (Vol. 2, Issue 1). https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/395/Vásquez_Gonzáles_EH.pdf?sequence=1
- Velásquez, F., Rafael, D., & Ramírez, E. (2022). Efecto del tiempo y temperatura de

almacenamiento en los parámetros físico-químicos y de color de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*). *Revista de Investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 2(1), 29–38. <https://doi.org/10.25127/riagrop.20221.782>

Wu, S., Tsai, J., Chang, S., Lin, D., Wang, S., Huang, S., & Ng, L. (2006). Supercritical carbon dioxide extract exhibits enhanced antioxidant and anti-inflammatory activities of *Physalis peruviana*. *Journal of Ethnopharmacology*, 108(3), 407–413. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.05.027>

ANEXOS

Anexo 1. Procedimiento de obtención de la pulpa de aguaymanto.



Recepción



Pesado



Retiro del cáliz de los frutos



Selección de las bayas



Desinfección de las bayas



Despulpado



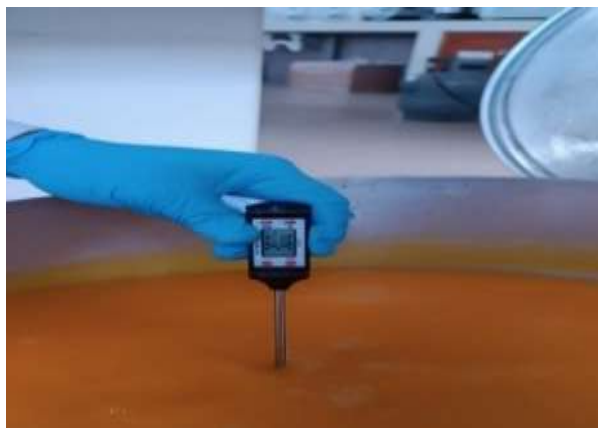
Tamizado de la pulpa



Estandarizado de la pulpa



Pasteurizado de la pulpa



Enfriamiento de la pulpa de aguaymanto



(a)



(b)



(c).

Nota. Pesado de la pulpa de aguaymanto (a), envasado sellado de la pulpa (b) y pulpa de aguaymanto envasada al vacío (c).



(a)



(b)



(c)

Nota. Almacenamiento de la pulpa de aguaymanto a 4 °C (a), pulpa de aguaymanto almacenada a 8 °C (b) y pulpa de aguaymanto almacenada a 20 °C (c).

Anexo 2. Métodos de Análisis

- Medición del pH de la pulpa de aguaymanto



- Medición de la acidez de la pulpa de aguaymanto.



(a)

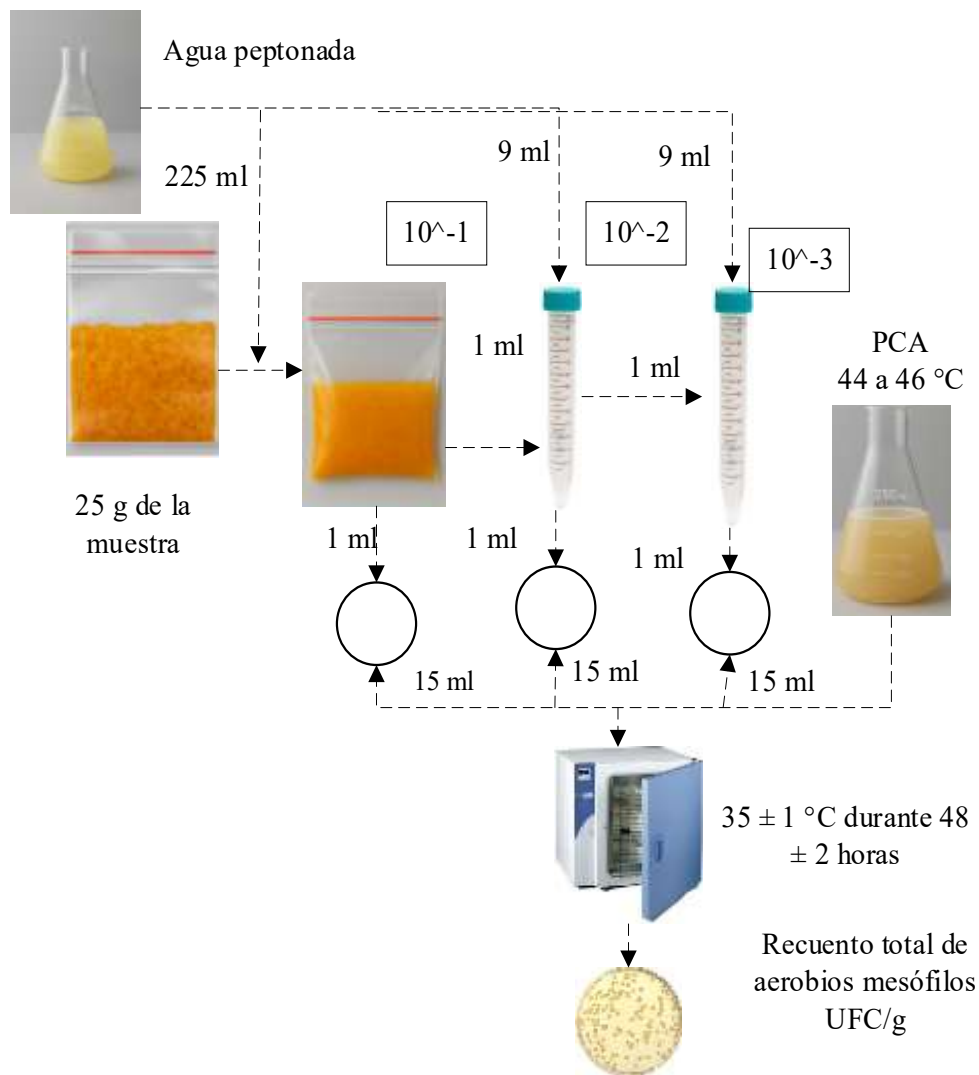


(b)

- Medición de los grados Brix de la pulpa de aguaymanto.



- Método de siembra de aerobios mesófilos en placa en profundidad.



Nota. Adaptado de Silva et al., (2017).

Anexo 3. Ficha de evaluación sensorial

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL: ESCALA HEDÓNICA ESTRUCTURADA

Nombre: Carolina Fernandez

Fecha: 11-09-25

Producto: Pulpa de aguaymanto

Pruebe por favor las muestras, e indique el nivel de agrado que percibe colocando los números en la escala del 1 al 9 que mejor describa su reacción para cada uno de los atributos sensoriales (Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general) mostrados en la tabla.

Puntuación	Descripción				
9	Gusta extremadamente				
8	Gusta mucho				
7	Gusta moderadamente				
6	Gusta poco				
5	Ni me gusta/ ni me disgusta				
4	Disgusta poco				
3	Disgusta moderadamente				
2	Disgusta mucho				
1	Disgusta extremadamente				
Muestras	Atributo				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad General
Muestra 1	7	7	6	7	6
Muestra 2	6	7	6	6	7
Muestra 3	7	7	7	5	6
Muestra 4	7	7	6	7	5
Muestra 5	6	7	6	6	5
Muestra 6	6	7	7	6	6

Observaciones:

Anexo 4. Datos experimentales de las coordenadas de color L, a y b* de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.

Tabla 24

Coordenadas de color L, a* y b* de la pulpa de aguaymanto durante el almacenamiento.*

Día	Parámetro	F1	F2	F3	F4	F5	F6
0	L*	25,1	25	24,6	24,8	24,1	24,4
	a*	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9
	b*	23,2	23	22,7	22,8	22,2	22,5
5	L*	24,9	25	24,6	24,8	24,1	24,4
	a*	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9
	b*	23	23	22,7	22,8	22,2	22,5
10	L*	24,7	24,8	24,1	24,4	23	23,7
	a*	6,8	6,7	6,9	6,8	7,2	7
	b*	22,8	22,9	22,2	22,5	21,2	21,8
15	L*	24,5	24,7	23,6	24,1	22	22,9
	a*	6,8	6,8	7,1	6,9	7,5	7,2
	b*	22,6	22,8	21,8	22,2	20,3	21,1
20	L*	24,3	24,5	23,1	23,7	20,9	22,2
	a*	6,9	6,8	7,2	7	7,8	7,4
	b*	22,4	22,6	21,3	21,9	19,3	20,5
25	L*	24,1	24,4	22,6	23,4	19,9	21,5
	a*	6,9	6,9	7,3	7,1	8	7,6
	b*	22,2	22,5	20,8	21,5	18,3	19,8
30	L*	23,9	24,2	22,1	23	18,8	20,7
	a*	7	6,9	7,5	7,2	8,3	7,8
	b*	22	22,3	20,4	21,2	17,4	19,1

Anexo 5. Curva de calibración estándar del ácido gálico para estimar el contenido total de fenoles en la pulpa de aguaymanto.

Figura 5

Curva de calibración estándar de ácido gálico.

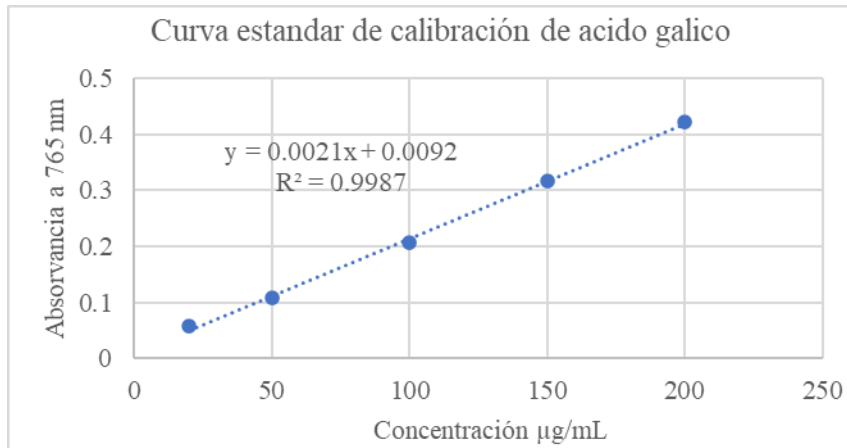


Tabla 25

Datos de calibración de ácido gálico para la cuantificación de fenoles totales.

Curva Acido Gálico Fenoles		
Puntos	Concentración de ácido gálico µg/ml	Abs a 765 nm ($\bar{X}$)
1	20	0,057
2	50	0,108
3	100	0,208
4	150	0,317
5	200	0,423

Anexo 6. Curva de calibración estándar de trolox para calcular la capacidad antioxidante a través del método DPPH.

Figura 6

Curva de calibración estándar de trolox (DPPH).

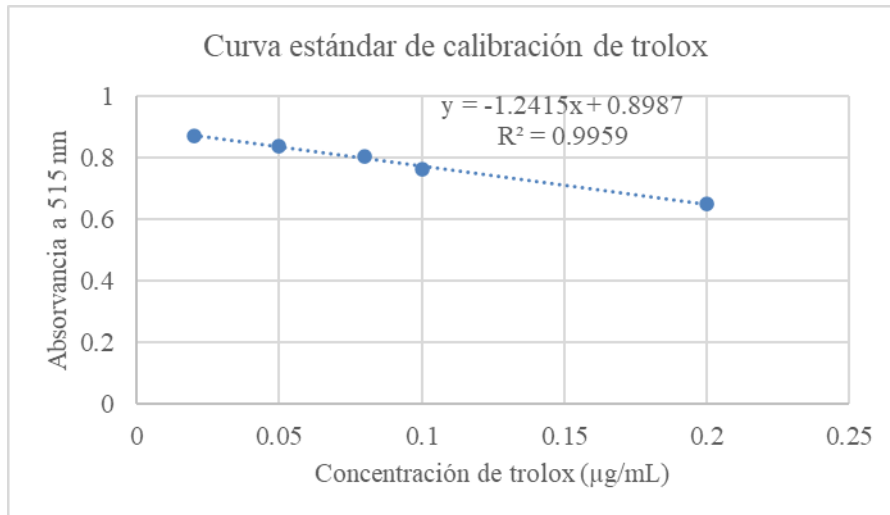


Tabla 26

Datos de calibración de Trolox para el método DPPH.

Curva Estándar Trolox (DPPH)		
Puntos	Concentración de trolox µg/mL	Abs a 515 nm ($\bar{X}$)
1	0,02	0,874
2	0,05	0,837
3	0,08	0,806
4	0,1	0,766
5	0,2	0,652

Anexo 7. Curva de calibración estándar de trolox para el cálculo de la capacidad antioxidante mediante el método de ABTS.

Figura 7

Curva de calibración estándar de trolox (ABTS).

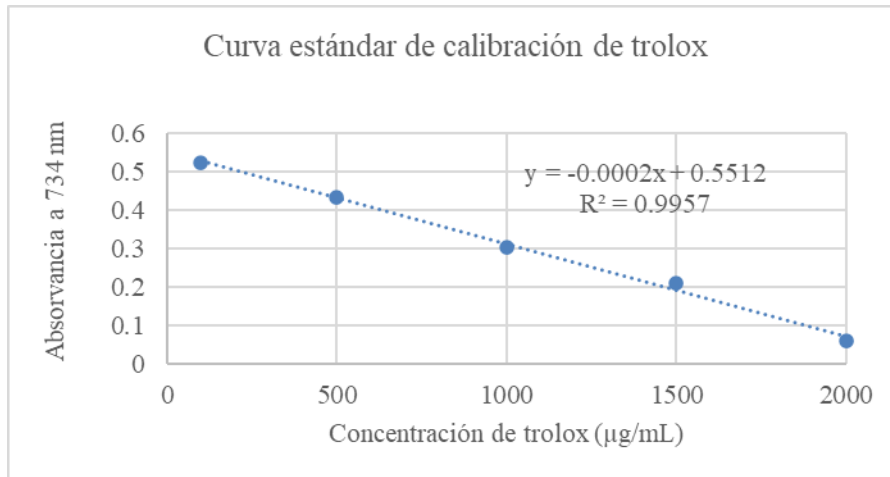


Tabla27

Datos de calibración de Trolox para el método ABTS.

Curva Estándar Trolox (ABTS)		
Puntos	Concentración de trolox ug/mL	Abs a 734 nm (X̄)
1	100	0,524
2	500	0,4333
3	1000	0,305
4	1500	0,211
5	2000	0,06

Anexo 8. Tablas del análisis de varianza (ANOVA) de las variables fisicoquímicas, microbiológicas y compuestos bioactivos de la pulpa de aguaymanto.

Tabla 28

Análisis de Varianza para el parámetro fisicoquímico sólidos solubles (°Brix).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura (°C)	2	0,0308	0,015401	0,91	0,404
Envasado	1	0,17778	0,17778	10,49	0,001
Temperatura (°C) * Envasado	2	0,00215	0,001074	0,06	0,939
Error	372	6,30522	0,01695		
Total	377	6,51595			

Tabla 29

Análisis de Varianza el parámetro fisicoquímico pH

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura (°C)	2	0,149740	0,074870	77,34	0,000
Envasado	1	0,000165	0,000165	0,17	0,680
Temperatura (°C)*Envasado	2	0,007518	0,003759	3,88	0,021
Error	372	0,360111	0,000968		
Total	377	0,517535			

Tabla 30

Análisis de varianza el parámetro fisicoquímico acidez.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura (°C)	2	0,50119	0,250595	99,27	0,000
Envasado	1	0,02245	0,022449	8,89	0,003
Temperatura (°C) * Envasado	2	0,00754	0,003772	1,49	0,226
Error	372	0,93911	0,002524		
Total	377	147,029			

Tabla 31

Análisis de varianza el parámetro de variación de color.

Fuente de variación	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura (°C)	2	136,1	68,06	21,9	0,000
Envasado	1	12,49	12,49	4,01	0,047
Temperatura (°C) × Envasado	2	6,822	3,411	1,1	0,338
Error	120	373,8	3,115		
Total	125	529,2			

Tabla 32

Análisis de varianza de los resultados microbiológicos realizados a la pulpa de aguaymanto durante el periodo de almacenamiento.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura (°C)	2	74 414	37 207	0,91	0,404
Envasado	1	28 810	28 810	0,71	0,402
Temperatura (°C) * Envasado	2	88 033	44 017	1,08	0,342
Error	162	6 608 807	40 795		
Total	167	6 800 064			

Tabla 33

Análisis de varianza del efecto de la temperatura de almacenamiento (4, 8 y 20 °C) y tipos de envasado (normal y al vacío) sobre el contenido de fenoles totales de la pulpa de aguaymanto.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura (°C)	2	18,27	9,134	12,17	0,000
Envasado	1	31,16	31,160	41,53	0,000
Temperatura (°C) × Envasado	2	8,091	4,045	5,39	0,005
Error	372	279,1	750,4		
Total	377	336,7			

Tabla 34

Análisis de varianza (ANOVA) para la capacidad antioxidante de la pulpa de aguaymanto (DPPH)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura (°C)	2	9,222	461,089	5,69	0,004
Envasado	1	4,300	429,969	5,31	0,022
Temperatura (°C)*Envasado	2	0,142	0,07078	0,09	0,916
Error	372	301,461	0,81038		
Total	377	315,125			

Tabla 35

Análisis de varianza (ANOVA) para la capacidad antioxidante de la pulpa de aguaymanto (método ABTS)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura (°C)	2	21,13	10,567	3,76	0,024
Envasado	1	23,31	23,314	8,30	0,004
Temperatura (°C)*Envasado	2	2,52	1,262	0,45	0,638
Error	372	1044,29	2,807		
Total	377	1091,26			

Anexo 9. Tablas de comparaciones por parejas de los atributos sensoriales (Wilcoxon y corrección de Bonferroni).

Tabla 36

Comparaciones por parejas para el color (Wilcoxon y la corrección de Bonferroni)

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Estadístico de prueba estandarizado	Sig.	Sig. Ajustada
F3-F1	1,515	0,265	5,726	0	0,000
F3-F2	2,265	0,265	8,561	0	0,000
F5-F1	2,47	0,265	9,336	0	0,000
F4-F2	1,415	0,265	5,348	0	0,000
F5-F2	3,22	0,265	12,17	0	0,000
F6-F1	1,83	0,265	6,917	0	0,000
F6-F2	2,58	0,265	9,751	0	0,000
F5-F4	1,805	0,265	6,822	0	0,000
F6-F4	1,165	0,265	4,403	0	0,000
F5-F3	0,955	0,265	3,61	0	0,005
F3-F4	-0,85	0,265	-3,213	0,001	0,020
F1-F2	-0,75	0,265	-2,835	0,005	0,069
F4-F1	0,665	0,265	2,513	0,012	0,179
F5-F6	-0,64	0,265	-2,419	0,016	0,233
F6-F3	0,315	0,265	1,191	0,234	1,000

Tabla 37*Comparaciones por parejas para el sabor (Wilcoxon y la corrección de Bonferroni)*

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Estadístico de prueba estandarizado	Sig.	Sig. Ajustada
F4-F1	1,795	0,265	6,784	0	0,000
F5-F1	2,15	0,265	8,126	0	0,000
F4-F2	2,39	0,265	9,033	0	0,000
F5-F2	2,745	0,265	10,375	0	0,000
F4-F3	2,485	0,265	9,392	0	0,000
F6-F1	1,66	0,265	6,274	0	0,000
F5-F3	2,84	0,265	10,734	0	0,000
F6-F2	2,255	0,265	8,523	0	0,000
F6-F3	2,35	0,265	8,882	0	0,000
F1-F3	-0,69	0,265	-2,608	0,009	0,137
F1-F2	-0,595	0,265	-2,249	0,025	0,368
F5-F6	-0,49	0,265	-1,852	0,064	0,960
F2-F3	-0,095	0,265	-0,359	0,72	1,000
F5-F4	0,355	0,265	1,342	0,18	1,000
F4-F6	-0,135	0,265	-0,51	0,61	1,000

Tabla 38*Comparaciones por parejas para el olor (Wilcoxon y la corrección de Bonferroni)*

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Estadístico de prueba estandarizado	Sig.	Sig. ajustada
F5-F6	-0,69	0,265	-2,608	0,009	0,137
F5-F3	0,98	0,265	3,704	0	0,003
F5-F1	2,205	0,265	8,334	0	0,000
F5-F2	2,76	0,265	10,432	0	0,000
F5-F4	3,145	0,265	11,887	0	0,000
F6-F3	0,29	0,265	1,096	0,273	1,000
F6-F1	1,515	0,265	5,726	0	0,000
F6-F2	2,07	0,265	7,824	0	0,000
F6-F4	2,455	0,265	9,279	0	0,000
F3-F1	1,225	0,265	4,63	0	0,000
F3-F2	1,78	0,265	6,728	0	0,000
F3-F4	-2,165	0,265	-8,183	0	0,000
F1-F2	-0,555	0,265	-2,098	0,036	0,539
F1-F4	-0,94	0,265	-3,553	0	0,006
F2-F4	-0,385	0,265	-1,455	0,146	1,000

Tabla 39*Comparaciones por parejas para la textura (Wilcoxon y la corrección de Bonferroni)*

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Estadístico de prueba estandarizado	Sig.	Sig. ajustada
F5-F6	-0,93	0,265	-3,515	0,000	0,007
gF5-F3	1,605	0,265	6,066	0,000	0,000
F5-F2	2,33	0,265	8,807	0,000	0,000
F5-F1	2,63	0,265	9,94	0,000	0,000
F5-F4	3,245	0,265	12,265	0,000	0,000
F6-F3	0,675	0,265	2,551	0,011	0,161
F6-F2	1,4	0,265	5,292	0,000	0,000
F6-F1	1,7	0,265	6,425	0,000	0,000
F6-F4	2,315	0,265	8,75	0,000	0,000
F3-F2	0,725	0,265	2,74	0,006	0,092
F3-F1	1,025	0,265	3,874	0,000	0,002
F3-F4	-1,64	0,265	-6,199	0,000	0,000
F2-F1	0,3	0,265	1,134	0,257	1,000
F2-F4	-0,915	0,265	-3,458	0,001	0,008
F1-F4	-0,615	0,265	-2,324	0,020	0,301

Tabla 40*Comparaciones por parejas para la aceptabilidad (Wilcoxon y la corrección de Bonferroni)*

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Estadístico de prueba estandarizado	Sig.	Sig. ajustada
F5-F6	-0,515	0,265	-1,947	0,052	0,774
F5-F4	0,81	0,265	3,062	0,002	0,033
F5-F1	2,24	0,265	8,466	0	0,000
F5-F2	2,57	0,265	9,714	0	0,000
F5-F3	2,985	0,265	11,282	0	0,000
F6-F4	0,295	0,265	1,115	0,265	1,000
F6-F1	1,725	0,265	6,52	0	0,000
F6-F2	2,055	0,265	7,767	0	0,000
F6-F3	2,47	0,265	9,336	0	0,000
F4-F1	1,43	0,265	5,405	0	0,000
F4-F2	1,76	0,265	6,652	0	0,000
F4-F3	2,175	0,265	8,221	0	0,000
F1-F2	-0,33	0,265	-1,247	0,212	1,000
F1-F3	-0,745	0,265	-2,816	0,005	0,073
F2-F3	-0,415	0,265	-1,569	0,117	1,000

Anexo 10. Panel de fotografías.



Cultivo de aguaymanto para la investigación.



Preparación de las diferentes muestras para el estudio.



Elaboración de las curvas de calibración.



Pesado de muestras para Análisis de compuestos bioactivos.



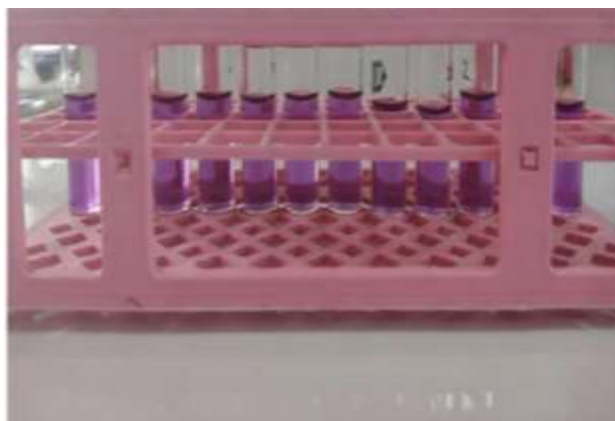
Filtración de los extractos.



Análisis de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante.



Muestras de fenoles después de que se ha tomado la absorbancia a 765 nm.



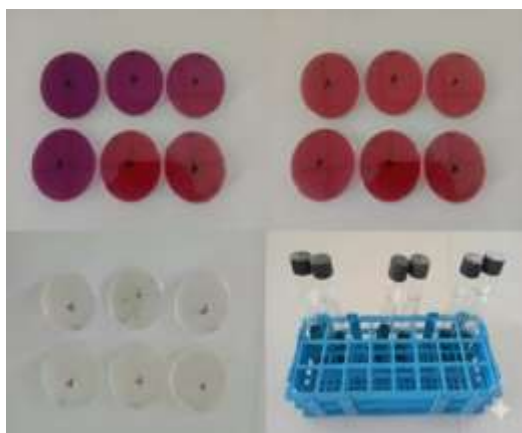
Muestras de CA después de medir la absorbancia a 515 nanómetros (DPPH).



Muestra de CA después de que se ha leído la absorbancia a 734 nm (ABTS).



Pesado de muestras para análisis microbiológico.



Muestras microbiológicas después la incubación para realizar el conteo.



Conteo de crecimiento microbiológico (UFC)



Realización de análisis fisicoquímicos a la pulpa de aguaymanto.



Análisis sensorial.