



Universidad Nacional Autónoma de Chota

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 001-2024-FCA/UNACH

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que el Informe Final de Tesis Titulado. **“EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE OCA (*Oxalis tuberosa*) Y MIEL DE ABEJA EN EL ALMACENAMIENTO POSTCOSECHA DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana L.*)”**; desarrollado por las **Bach. Rosa Isela Coronel Agip y Bach. Nancy Bautista Vásquez** de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, **asesorado por Ph.D. Frank Fluker Velásquez Barreto**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 24%** sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el **REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA** aprobado mediante **RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°120-2022-UNACH**.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 18 de marzo de 2024.

Atentamente

Dra. Doris Elena Delgado Tapia
Directora de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDT/DUIFCA
Interesado
AFCA
Archivo
Chota 2024

CO-009-2024-UIFCA-UNACH

Correo: investigacionfca@unach.edu.pe

IT-CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD-UIFCA RICA&NBV: EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE OCA (*Oxalis tuberosa*) Y MIEL DE ABEJA EN EL ALMACENAMIENTO POSTCOSECHA DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana L.*)

INFORME DE ORIGINALIDAD

24 %

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----|
| 1 | revistas.untrm.edu.pe | Fuente de Internet | 2% |
| 2 | dspace.ucuenca.edu.ec | Fuente de Internet | 2% |
| 3 | hdl.handle.net | Fuente de Internet | 1% |
| 4 | repositorio.lamolina.edu.pe | Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.upao.edu.pe | Fuente de Internet | 1% |
| 6 | 1library.co | Fuente de Internet | 1% |
| 7 | repositorio.espe.edu.ec | Fuente de Internet | 1% |
| 8 | repositorio.unach.edu.pe | Fuente de Internet | 1% |
| 9 | repositorio.unam.edu.pe | Fuente de Internet | 1% |

170 Dafna Stern Freifeld. "Desarrollo de métodos analíticos para la detección de cambios metabólicos frente a situaciones de estrés en fruta fresca.", Universitat Politecnica de Valencia, 2005
Publicación <1 %

171 pirhua.udep.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

172 rafaelvargassite.wordpress.com
Fuente de Internet <1 %

173 repositorio.ulead.edu.ec
Fuente de Internet <1 %

Excluir citas

Apagado Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias Apagad

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



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

**EFFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE
OCA (*Oxalis tuberosa*) Y MIEL DE ABEJA EN EL ALMACENAMIENTO
POSTCOSECHA DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.)**

AUTORES:

Bach. ROSA ISELA CORONEL AGIP

Bach. NANCY BAUTISTA VÁSQUEZ

ASESOR:

Ph. D. FRANK FLUKER VELÁSQUEZ BARRETO

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

CHOTA – CAJAMARCA

2024

Anexo 01:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 008-2024/EPIA - FCA/UNACH

Siendo las 11 horas, del día 21 de marzo de 2024, los miembros del Jurado de Tesis titulada:

"Efecto de un recubrimiento comestible a base de almidón de Oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja en el almacenamiento postcosecha de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)", integrado por:

1. Mg. MARTIN DIAZ TORRES Presidente
2. Ms. AUGUSTO ANTONIO MECHATO ANASTASIO Secretario
3. MBA JOSE FELIPE GARRIDO JULCA Vocal

Sustentada de manera presencial () , virtual () por ROSA ISELA CORONEL AGIP y NANCY BAUTISTA VASQUEZ, con la finalidad de obtener TITULO PROFESIONAL en INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda... (Aprobar, no aprobar)... la tesis, calificándola con la nota de: (CATORCE), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el TITULO PROFESIONAL EN INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Firmado en Colpa Matara, 21 de marzo del 2024

.....
Presidente
Martin Díaz Torres

.....
Vocal
JOSÉ GARRIDO JULCA

.....
Secretario
AUGUSTO ANTONIO MECHATO ANASTASIO

DEDICATORIA

Con inmensa gratitud y amor dedico esta tesis a Dios por permitirme alcanzar estos momentos tan significativos en mi trayectoria académica, a mis padres: José M. Coronel Idrogo y Zenaida Agip Tarrilo, a mi hermano Alexis Yomer Coronel Agip, por el inquebrantable apoyo incondicional en todo momento y hacia aquellas personas que, de diversas maneras contribuyeron de manera significativa en mi crecimiento tanto personal como profesional.

Rosa Isela Coronel Agip

A Dios.

Por brindarme salud y permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida. Por las cosas buenas y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día.

A mis padres: José y Lidia.

Por el ejemplo de perseverancia y cariño que les caracteriza y que me han brindado siempre, así mismo por haberme apoyado en mi educación y soportar mis errores. Gracias por sus consejos que han sido de mucha importancia para crecer como persona honrada y respetuosa.

Nancy Bautista Vásquez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra Alma Mater La Universidad Nacional Autónoma De Chota, por habernos acogido en sus aulas a lo largo de este periodo, la cual nos ha brindado conocimientos sólidos e inculcado en nosotras valores fundamentales para destacar como profesionales competentes.

A nuestro asesor Ph. D. Frank Fluker Velásquez Barreto por, su disponibilidad, experiencia y absoluto apoyo intelectual en el proceso y culminación de este trabajo.

Al Ing. Wilmer Uriarte Tirado y al Ing. Marcos Jhon Barboza Mejía, por su constante apoyo intelectual e incondicional ayuda, la cual ha sido un pilar esencial en el camino hacia el logro de esta meta académica.

Los autores

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 13 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 13 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 14 |
| 1.3. Justificación..... | 14 |
| 1.4. Objetivos | 16 |
| II. MARCO TEÓRICO | 17 |
| 2.1. Antecedentes | 17 |
| 2.2. Bases teóricas - científicas..... | 20 |
| 2.2.1. Aguaymanto | 20 |
| 2.2.2. Postcosecha | 26 |
| 2.2.3. Oca (Oxalis tuberosa). | 27 |
| 2.2.4. Miel de Abeja | 32 |
| 2.2.5. Recubrimientos Comestibles. | 35 |
| 2.3. Marco conceptual | 40 |
| 2.3.1 Recubrimiento comestible | 40 |
| 2.3.2 Almidón de oca..... | 40 |
| 2.3.3 Miel de abeja. | 40 |
| 2.3.4 Almacenamiento postcosecha..... | 40 |
| 2.4. Hipótesis..... | 41 |
| 2.5. Operacionalización de variables | 42 |
| III. MARCO METODOLÓGICO | 43 |
| 3.1. Tipo y nivel de investigación..... | 43 |
| 3.2. Diseño de investigación..... | 43 |
| 3.2.1. Esquema experimental del trabajo de experimentación..... | 44 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3. Métodos de investigación | 45 |
| 3.3.1. Preparación de la muestra de aguaymanto..... | 45 |
| 3.3.2. Extracción del almidón de oca..... | 45 |
| 3.3.3. Elaboración de recubrimiento comestible..... | 45 |
| 3.3.4. Aplicación del recubrimiento comestible | 46 |
| 3.3.5. Procedimiento para evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales..... | 46 |
| 3.4. Población, muestra y muestreo | 49 |
| 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 49 |
| 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos | 50 |
| 3.7. Aspectos éticos | 50 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 51 |
| 4.1. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre el °Brix de frutos de aguaymanto (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha | 51 |
| 4.2. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre el °Brix de frutos de aguaymanto (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha | 53 |
| 4.3. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre el pH de frutos de aguaymanto (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha | 56 |
| 4.4. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre el pH de frutos de aguaymanto (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha | 58 |
| 4.5. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de | |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre el acidez de frutos de aguaymanto (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha | 60 |
| 4.6. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre el acidez de frutos de aguaymanto (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha | 62 |
| 4.7. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre la pérdida de peso de los frutos de aguaymanto .. (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha | 64 |
| 4.8. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre la pérdida de peso de los frutos de aguaymanto .. (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha | 66 |
| 4.9. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre la capacidad antioxidante de los frutos de .. aguaymanto (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha..... | 68 |
| 4.10. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre la capacidad antioxidante de los frutos de .. aguaymanto (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha..... | 70 |
| 4.11. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre el contenido de fenoles totales de los frutos de... aguaymanto (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha..... | 73 |
| 4.12. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre el contenido de fenoles totales de los frutos de... aguaymanto (<i>Physalys peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha..... | 75 |
| 4.13. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de | |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre el color de los frutos de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha | 78 |
| 4.14. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y miel de abeja sobre el color de los frutos de aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L) en el almacenamiento postcosecha | 81 |
| VI. REFERENCIAS | 89 |
| VII. ANEXOS | 103 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Reportes de la composición fisicoquímica de aguaymanto por 100g de fruto..... | 22 |
| Tabla 2 Composición nutricional de aguaymanto en 100 g de fruta..... | 23 |
| Tabla 3 Análisis de los compuestos funcionales del aguaymanto cuantificados en distintos estados de madurez..... | 25 |
| Tabla 4 Análisis de los compuestos funcionales del aguaymanto cuantificados en distintos estados de madurez..... | 31 |
| Tabla 5 Propiedades fisicoquímicas de la miel..... | 33 |
| Tabla 6 Frutas y vegetales utilizados en recubrimientos comestibles, sus aplicaciones y efectos. | 38 |
| Tabla 7 Operacionalización de variables | 42 |
| Tabla 8 Tratamientos experimentales utilizando un Diseño factorial general. | 43 |
| Tabla 9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 49 |
| Tabla 10 Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) en el aguaymanto con recubrimiento a temperatura ambiente..... | 51 |
| Tabla 11 Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de sólidos solubles en frutos de aguaymanto a..... | 53 |
| Tabla 12 | 56 |
| Tabla 13 Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el PH durante almacenamiento de frutos de aguaymanto a temperatura (5 °C)..... | 58 |
| Tabla 14 Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de acidez del aguayamanto con recubrimiento a temperatura ambiente | 60 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 15 Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de acidez (% ácido cítrico) durante el almacenamiento postcosecha en frutos de aguaymanto a temperatura (5°C)..... | 62 |
| Tabla 16 Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso del aguaymanto con recubrimiento a temperatura ambiente..... | 64 |
| Tabla 17 Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso durante el almacenamiento postcosecha para cada tratamiento a temperatura (5 °C)..... | 66 |
| Tabla 18 Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de capacidad antioxidante del aguaymanto con recubrimiento a temperatura ambiente. | 68 |
| Tabla 19 Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de capacidad antioxidante de frutos de aguaymanto durante el almacenamiento postcosecha a temperatura de (5 °C) | 70 |
| Tabla 20 Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de fenoles totales del aguaymanto con recubrimiento a temperatura ambiente | 73 |
| Tabla 21 Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de fenoles totales en frutos de aguaymanto durante el almacenamiento postcosecha a temperatura (5 °C)..... | 75 |
| Tabla 22 Influencia de tiempo, almidón y miel sobre parámetros de color (L*, a* y b*) en los frutos de aguaymanto a temperatura ambiente. | 78 |
| Tabla 23 Influencia de tiempo, almidón y miel sobre parámetros de color (L*, a* y b*) de frutos de aguaymanto a temperatura (5 °C) | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Estructura de la molécula de amilosa..... | 29 |
| Figura 2 Estructura de la molécula de amilopectina..... | 30 |
| Figura 3 Esquema experimental del trabajo de investigación..... | 44 |
| Figura 4 Esquema experimental del trabajo de investigación..... | 44 |
| Figura 5 Valores de los atributos textura, olor y sabor del aguayamanto con recubrimiento comestible almacenado a temperatura ambiente..... | 85 |
| Figura 6 Valores de los atributos textura, olor y sabor del aguayamanto con recubrimiento comestible almacenado a temperatura de refrigeración..... | 86 |

RESUMEN

En la presente investigación se ha evaluado el efecto de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja en el almacenamiento postcosecha de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Los frutos de aguaymanto, fueron clasificados en un estado de madurez nivel 2, libres de daños físicos. Se implementó un diseño factorial completo general con 4 factores de estudio, los cuales fueron, la concentración de miel, con cuatro niveles (0,25%, 0,50%, 0,75%, y 1%); la concentración de almidón, con tres niveles (4%, 5%, y 6%); la temperatura de almacenamiento, con dos niveles (ambiente y refrigeración) y el tiempo de almacenamiento (15 días). Los frutos de aguaymanto fueron recubiertos y colocados en una rejilla, posteriormente llevados a secar a la estufa de aire forzado a 40 °C por 15 min. Los frutos recubiertos se colocaron en bandejas de polietileno y se almacenó a temperatura ambiente y en refrigeración. Las mediciones de °Brix, pH, acidez, pérdida de peso, capacidad antioxidante, fenoles totales y los parámetros de color L*, a*, y b* se realizaron en intervalos de 0, 3, 6, 9, 12, y 15 días. La evaluación sensorial se llevó a cabo mediante la prueba de Friedman en el día 15 de almacenamiento. Se observó un efecto estadísticamente significativo ($p < 0,05$). En la cual el tratamiento 12 almacenado a temperatura de refrigeración obtuvo mayor aceptabilidad. Los frutos de aguaymanto con recubrimiento a temperatura ambiente y refrigeración mostraron una ligera variación entre tratamientos en °Brix, pH, acidez, pérdida de peso, capacidad antioxidante y fenoles totales, para el color presentaron una reducción en los parámetros L* y b* y un incremento en el parámetro a*.

Palabras clave: recubrimiento comestible, aguaymanto y miel.

ABSTRACT

The research evaluated the effect of an edible coating based on goose starch (*Oxalis tuberosa*) and bee honey on the post-harvest storage of aguaymanto (*Physalis peruviana* L). The aguaymanto fruits were classified in a state of maturity level 2, free of physical damage. A general full factorial design was implemented with 4 study factors, which were, honey concentration, with four levels (0.25%, 0.50%, 0.75%, and 1%); the starch concentration, with three levels (4%, 5%, and 6%); the storage temperature, with two levels (ambient and refrigeration) and the storage time (15 days). The aguaymanto fruits were coated and placed on a rack, then dried in a forced air oven at 40 °C for 15 min. The coated fruits were placed in polyethylene trays and stored at room temperature and refrigerated. Measurements of °Brix, pH, acidity, weight loss, antioxidant capacity, total phenols and the color parameters L*, a*, and b* were carried out at intervals of 0, 3, 6, 9, 12, and 15 days. Sensory evaluation was carried out using the Friedman test on day 15 of storage. A statistically significant effect was observed ($p < 0.05$). In which treatment 12 stored at refrigeration temperature obtained greater acceptability. The aguaymanto fruits with coating at room temperature and refrigeration showed a slight variation between treatments in °Brix, pH, acidity, weight loss, antioxidant capacity and total phenols, for color they presented a reduction in the parameters L* and b* and an increase in the parameter a*.

Keywords: edible coating, aguaymanto and honey

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad la demanda local, nacional e internacional de aguaymanto se encuentra en estado creciente debido a sus características organolépticas y a que contiene un alto valor nutritivo, entre ellos la vitamina A, B y C (Silupú, 2017). Los principales departamentos del Perú productores de aguaymanto son Áncash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco y Junín, debido a la enorme demanda, se suele transportar grandes cantidades desde las zonas de cultivo hasta los mercados, ocasionando pérdidas ante la descomposición del producto (Osae et al., 2022). Durante el almacenamiento y transporte, se producen en las frutas varios procesos físicos y químicos que provocan el deterioro de la calidad, como la senescencia, la pérdida de peso, la disminución de la formación, la síntesis de pigmentos, y el aumento de los ácidos orgánicos, azúcares, la tasa de respiración y la síntesis de etileno, así como la degradación de la pared celular (Hernández-Guerrero et al., 2020).

Ante la necesidad de evitar la pérdida de los frutos después de la postcosecha se considera como mejor posibilidad el transporte refrigerado de los productos, sin embargo, García (2019), menciona que los refrigerantes han provocado muchos problemas ambientales que afectan a toda la humanidad, ante esta problemática la industria de alimentos y los consumidores son los más interesados en desarrollar tecnologías amigables con el medio ambiente, uno de ellos son los recubrimientos comestibles naturales-biodegradables de fuentes alternativas de bajo costo. Como el almidón de tubérculos que es un polisacárido abundante, ya que actúa como agente espesante y gelificante, es posible utilizar el almidón para producir algunos tipos de bioplásticos como los recubrimientos comestibles. La principal función de los recubrimientos comestibles es generar una atmósfera modificada para crear una barrera

semipermeable contra el O₂, el CO₂, la humedad y los solutos, reduciendo así la respiración, la pérdida de agua y las tasas de reacción de oxidación (Ruelas-Chacón et al., 2017).

En tal sentido, en la provincia de Chota se cultiva la oca, un tubérculo muy agradable, la cual es una de las principales fuentes de alimentos para las comunidades. A pesar de la inserción en el mercado solo se consume en postre, aún no ha sido aprovechada en otras formas de procesamiento, de tal manera puede ser utilizadas para la preparación de recubrimientos. Por otro lado, la miel de abeja tiene propiedades muy importantes para la salud y puede inhibir el crecimiento de ciertos tipos de microorganismos. Por ello, es importante elaborar recubrimientos a partir de almidón de oca y miel de abeja que contribuya favorablemente a conservar la calidad del aguaymanto durante su almacenamiento postcosecha.

1.2. Formulación del problema

¿Qué efecto tendrá la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja en las características fisicoquímicas, capacidad antioxidante, contenido de fenoles totales, parámetros de color y características sensoriales de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*) durante su almacenamiento postcosecha?

1.3. Justificación

Esta investigación se realizó con la finalidad de elaborar un recubrimiento comestible, tecnología que se utiliza para conservar productos hortofrutícolas, como es el caso del aguaymanto que viene siendo un producto de alto interés y que en el almacenamiento postcosecha se pierde importante cantidad debido a diferentes factores que aceleran la descomposición del fruto causando grandes pérdidas en los productores por otro lado en estos últimos años ha tenido un crecimiento de producción y comercialización a nivel regional como

a nivel nacional, por lo tanto es de suma importancia aplicar la tecnología para conservar sus características fisicoquímicas y prolongar la vida útil.

La presente investigación nos permitió desarrollar una tecnología amigable con el medio ambiente. El uso del almidón de oca para un recubrimiento comestible nos facilitará conservar las frutas por más tiempo, sin necesidad de usar insumos químicos que dañan al medio ambiente y a la salud del hombre, además, se aprovechará un tubérculo que se cultiva en grandes cantidades en nuestra provincia de Chota junto a la miel de abeja que contiene un alto valor nutricional y que también es producida en la provincia. Por lo tanto, para este estudio se estará aprovechando recursos naturales de la zona que permitirán conservar la calidad de los frutos de aguaymanto y así se evitara las perdidas en postcosecha.

Con esta investigación logramos ampliar los conocimientos en el uso de recubrimientos comestibles en el aguaymanto además se evaluará características fisicoquímicas ($^{\circ}$ Brix, pH, acidez y pérdida de peso), sensoriales (olor, color, sabor y textura) y componentes bioactivos (capacidad antioxidante y fenoles totales). Se aprovechará también los recursos que tenemos en nuestra localidad y al dar valor agregado a la oca permitirá constituir una importante alternativa para productores, generando así más ingresos ya que tendrán la posibilidad de vender a un mejor precio al mercado, por ende, mejorando su calidad de vida.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja en el almacenamiento postcosecha de Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

1.4.2 Objetivos específicos

- Elaborar un recubrimiento comestible a diferentes concentraciones de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja en el almacenamiento postcosecha de Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).
- Evaluar el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja en las características fisicoquímicas (°Brix, pH, acidez, pérdida de peso) de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en el almacenamiento postcosecha.
- Evaluar el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja en la capacidad antioxidante en el almacenamiento postcosecha de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).
- Evaluar el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja en el contenido de fenoles totales en el almacenamiento postcosecha de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).
- Evaluar el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja en los parámetros de color y características sensoriales en el almacenamiento postcosecha de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Maringgal et al. (2020), en su estudio titulado “Cinética de los cambios de la calidad de papayas (*Carica papaya*) recubiertas con miel de abeja sin aguijón de malasia”, desarrollada en la Universidad Putra Malaysia (Malasia), evaluaron el efecto de dos concentraciones de miel de abeja (0%, 1,0% y 1,5%) como agente de recubrimiento comestible sobre los atributos de calidad pérdida de peso, firmeza, contenido de sólidos solubles, acidez titulable y color, de papayas durante 12 días de almacenamiento a 12 °C . Luego, los recubrimientos de miel fueron preparados en 100 ml de agua destilada con 1% de glicerol y tween 20 (polisorbato 60) luego, se sumergió las papayas en las respectivas concentraciones de miel durante un minuto, las muestras se secaron al aire durante 2 horas y se envasaron en una sola capa en cajas comerciales de cartón ondulado y fueron almacenados a 12 °C durante 12 días. Los autores obtuvieron un mejor resultado en las papayas recubiertas con el 1,5% de miel, indicando una disminución de 4,08% en pérdida de peso, reteniendo la firmeza en 43,18 N, contenido de solidos solubles 5,51%, acidez titulable 1,45% y los parámetros de color, L* 62,48- C*37,77- H* 118,56, en conclusión, este tratamiento tuvo un gran retraso en el proceso de maduración de la fruta.

Osae et al. (2022), En su estudio “Influencia de los recubrimientos de manteca de karité, cera de abeja y almidón de yuca en la inactivación de enzimas, propiedades antioxidantes, compuestos fenólicos y retención de la calidad de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum*)” desarrollada en la Universidad Técnica de Cape Coast (China), tuvieron como objetivo determinar el impacto y/o la idoneidad de los recubrimientos comestibles. Para ello, prepararon una solución de 1,81 mg/ml (200 g almidón de yuca y 1,5 L de agua destilada) con agitación continua se gelatinizó a una temperatura de 90 a 95 °C durante 10 min. La solución se dejó enfriar y los frutos se sumergieron durante 30 s, luego se secaron a temperatura ambiente de 20

°C. Los resultados fueron que la cera de abeja y el almidón de yuca conservan mejor la actividad. Antioxidante, propiedades organolépticas, la pérdida de peso, la firmeza y prolongo la vida útil. En conclusión, el tratamiento con cera de abeja mostró los mejores resultados para todos los parámetros evaluados.

Santos (2020), en su investigación titulada “Aplicación y evaluación de biopelículas con base a mucílago y almidón en frutos de guanábana”, desarrollada en la Universidad Autónoma de Nayarit (México), tuvo como objetivo evaluar los cambios en la actividad antioxidante, así como el contenido de fenoles, flavonoides y vitamina C durante la maduración de frutos de guanábana sin y con recubrimiento, almacenados a 22 y 15 °C con una humedad relativa del 90%. El recubrimiento se preparó con una solución al 2 % de almidón a una temperatura de 50°C durante 30 minutos en agitación constante. Los frutos fueron aplicados por inmersión durante un minuto y se almacenaron en una cámara de climatización. Los frutos recubiertos presentaron menor pérdida de peso (6,11 y 10,26 %) y mayor firmeza (39 y 19 N). La acidez titulable aumentó durante la maduración, observándose un porcentaje mayor en los frutos recubiertos y almacenados a 22 °C (0,94 y 0,8 %). El pH fue menor en frutos almacenados a 15 °C (90,6 y 93,98 mg EAG/100 g.p.f). La concentración de vitamina C y flavonoides fue mayor en lo frutos almacenados a 15 °C (31,79 y 95,93 mg EQ/100 g.p.f). El uso del recubrimiento incremento la vida de anaquel (12) y mantuvo las propiedades bioquímicas sin causar alteraciones.

Rodríguez (2022), en su investigación titulada “Evaluación del efecto de un recubrimiento comestible a diferentes concentraciones en uvilla (*Phisalys peruviana* L.) a través de la determinación de la vida útil a 7 °C , realizada en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Ecuador), tuvo como objetivo evaluar el recubrimiento comestible, para ello formuló tres concentraciones: T1 (3% Aloe vera, 1 % cera de carnauba, 4% de almidón de yuca, 8% tween 80), T2 (2% Aloe vera, 1,5 % cera , 3% de almidón , 8% tween 80) y T3 (3% Aloe vera,

2% cera, 4% de almidón, 8% tween 80) utilizando 2,5 de glicerol para todos los tratamientos, las muestras se aplicaron por inmersión y se almacenaron por 15 días a 7°C. Las variables evaluadas fueron: pérdida de peso (%), firmeza (KgF), los sólidos solubles (°Brix), acidez (% ácido cítrico), el índice de madurez, color y porcentaje de fruta deteriorada por mohos; aquellos datos fueron tomados el día 1, 5, 10 y 15. En el diseño experimental se aplicó un DCA y para las variables de respuesta se aplicó el análisis ANOVA en conjunto con la prueba de Tukey, el T2 fue el mejor aumentando la vida útil a 10 días. En todas las variables se observó el retraso de la madurez por el recubrimiento comestible, existiendo diferencias significativas en la pérdida de peso, firmeza y color; variables importantes en la calidad del fruto.

Apaza (2020), en su investigación titulada “Influencia de la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal y la temperatura de almacenamiento en la conservación de la palta variedad Hass”, desarrollada en la Universidad Nacional de Moquegua (Perú), evaluó la influencia de la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal y la temperatura de almacenamiento en la conservación de la palta variedad Hass. Los recubrimientos fueron elaborados con mucílago (1% y 3%). Se utilizó una muestra control (sin cobertura) y dos temperaturas de almacenamiento (5 y 10 °C), las muestras fueron almacenadas durante 35 días, cada 7 días se midieron los parámetros fisicoquímicos. Culminado el almacenamiento se determinó el grado de aceptabilidad mediante la prueba de escala hedónica con nueve niveles, los atributos evaluados fueron olor, color, sabor y firmeza. El análisis de varianza indicó que existe un efecto significativo de los recubrimientos, la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre los parámetros fisicoquímicos evaluados. Se determinó el mejor tratamiento (3% de mucílago, 5% de glicerol, 5% de propilenglicol y 0,3% ácido oleico), almacenado a 5 °C, con pérdida de peso de 5,82%, con una firmeza de 16,53 N, los parámetros de color, L* 34,24, a* -4,59 y b* 13,08, porcentaje de materia seca 30,79 % y porcentaje de

aceite 20,08% correspondientes al día 35 de almacenamiento y fue el mejor tratamiento aceptado por los panelistas.

Hilatoma y Núñez (2021), en su investigación titulada “Efecto de la biopelícula de ñame en la conservación de frutos de aguaymanto”, desarrollada en la Universidad Nacional de Jaén (Perú), tuvo como objetivo evaluar el efecto de la biopelícula de almidón de ñame en la conservación de frutos de aguaymanto. Para la elaboración de la biopelícula, utilizaron 2,5% de goma arábica, 1,25% de CMC y almidón de ñame (2%, 3%, 4%, 5%), 200 ml de agua destilada. Luego, la mezcla se sometió a baño maría, a una temperatura de 85% a 90 °C por 15 min a 20 min, adicionando 15% de glicerol y se agregó 15% sorbato de potasio con agitación constante hasta lograr una mezcla homogénea, las biopelículas se secaron en una estufa a una temperatura de 50 a 60 °C, luego se sumergieron 600 frutos de aguaymanto y se dejaron secar a temperatura ambiente por 24 horas y fueron almacenadas en refrigeración a 4 °C durante 18 días, en los cuales, se realizó los análisis sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos. Los mejores resultados fueron con 5% de almidón de ñame, con 250 µm de espesor, 59,74% de humedad, 76,35%. Después de los 20 días de almacenamiento encontraron en el aguaymanto 3.98 g de pérdida de peso, 1,9656 de acidez titulable, 23 de °Brix, 4 de pH y 11,701 de índice de madurez.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Aguaymanto.

El aguaymanto es originario de Perú, conocido como capulí, tomate silvestre, tomatillo de la sierra, topotopo, uchuva dependiendo de la región. La fruta está protegida por una envoltura natural que lo mantiene fresco sin dañarse por varias semanas después de haber sido cosechado (Repo y Encina, 2008). Se consume al natural, helados, en ensaladas, y tartas. Es un fruto muy rico en vitaminas. Los carotenoides son los responsables del color característico del aguaymanto (Castro y Rodríguez, 2008).

a. Clasificación taxonómica. Según Laguna y Cevallos, (2017) indican que el aguaymanto tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Nombre científico: *physalis peruviana*

Reino: Plantae

División: magnoliophyta

Clase: magnoliopsida

Orden: scrophulariales

Familia: Solanaceae

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis Peruviana*.

b. Composición fisicoquímica. Diferentes investigaciones reportan la caracterización fisicoquímica de Aguaymanto, las cuales coinciden presentando valores aproximados en parámetros como sólidos solubles (°Brix), que van entre 12,5 y 14,3; el porcentaje de acidez expresado como % de ácido cítrico oscila entre 2 y 2,4. En los frutos maduros el pH y los °Brix decrecen, lo que lleva a un aumento de la acidez de un 2,0 a 2,1% (Puente et al., 2011).

c. Procesos bioquímicos del aguaymanto.

➤ **La transpiración:** La transpiración constituye el factor preponderante en la pérdida de agua de los frutos vegetales, dando lugar a una disminución en su peso, deterioro estético manifestado en marchitamiento y arrugas, pérdida de firmeza caracterizada por ablandamiento y disminución de turgencia, así como modificaciones en su calidad nutricional. Además, este fenómeno conlleva una mayor susceptibilidad a diversas alteraciones tanto fisiológicas como patológicas, tal como se expone en el estudio de Aquino (2018).

➤ **La respiración:** La disminución de peso derivada del proceso respiratorio se considera de escasa relevancia en comparación con la pérdida de peso causada por la transpiración. Según el

estudio realizado por Xanthopoulos et al. (2014), a una temperatura de 20 °C y una humedad relativa del 85%, la contribución de la respiración a la pérdida de peso fue inferior al 8%. Este porcentaje de contribución será aún menor al 8% cuando la temperatura de almacenamiento sea inferior a 20 °C (Aquino, 2018).

➤ **Etileno en el aguaymanto:** El fruto del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) se distingue por ser una fruta climatérica, cuya peculiaridad radica en su baja tasa de producción de etileno, siendo la maduración de la misma regulada por este compuesto, así mismo el etileno es el responsable de iniciar y mejorar una serie de cambios asociados con dicha maduración, tales como la reducción de la firmeza de la pulpa, el incremento de los sólidos solubles, el mejoramiento del sabor y la generación de etileno autocatalítico (Aquino, 2018).

Tabla 1

Reportes de la composición fisicoquímica de aguaymanto por 100 g de fruto.

| Parámetro | Mendoza et al., | Martín et al., | Márquez et al., | Restrepo et al., |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Fisicoquímico | 2012 | 2010 | 2009 | 2009 |
| Actividad de agua | 0,998 | 0,0998 | ----- | ----- |
| Acidez (%) | 2 | 2,05 | 2,4 | 2,1 |
| °Brix | 13 | 14,3 | 12,5 | 13,8 |
| Densidad (kg/m ³) | 1,1031 | 1,038 | ----- | ----- |
| Ph | 3,72 | 3,39 | 3,56 | 3,39 |

Nota. La tabla 1 muestra los parámetros fisicoquímicos reportados por diferentes autores. Aparcana y Villareal 2014.

c. Composición nutricional. El fruto del aguaymanto contiene valores destacables de nutrientes como vitamina A, vitamina C, fibra, proteína, potasio, fósforo, hierro y zinc (Restrepo, 2008). También contiene carbohidratos que se encuentran en la pulpa, presentan diferentes ácidos que brindan el sabor ácido, estos contribuyen en sus

propiedades fisicoquímicas y sensoriales. En la Tabla 2 se muestra la composición nutricional del aguaymanto.

Tabla 2

Composición nutricional de aguaymanto en 100 g de fruta.

| Componentes | Cantidad |
|----------------------|-----------------|
| Humedad (%) | 79,8 |
| Cenizas (%) | 1,00 |
| Proteína cruda (%) | 1,90 |
| Fibra cruda (%) | 3,60 |
| Grasa cruda | 0,00 |
| Carbohidratos (%) | 17,30 |
| Energía total (kcal) | 76,80 |
| Fósforo (mg) | 37,90 |
| Calcio (mg) | 10,55 |
| Hierro (mg) | 1,24 |
| Zinc (mg) | 0,40 |
| Potasio (mg) | 292,65 |
| Vitamina C (mg) | 43,30 |

Nota. La tabla 2 muestra la cantidad de cada componente nutricional de aguaymanto. Repo y Encina, (2008).

d. Características sensoriales del aguaymanto. Actualmente, las directrices de calidad concernientes a la clasificación de productos hortofrutícolas se centran predominantemente en la evaluación de parámetros externos, tales como la forma, tamaño, presencia de defectos y heridas, entre otros (Altisent y Ramos, 2001). Estos parámetros son fundamentales para definir y caracterizar la geometría de los frutos bajo estudio, abarcando aspectos como su masa, forma, calibre y homogeneidad en tamaño, así como el color, considerado la propiedad óptica más relevante en el contexto alimentario. Es crucial destacar que el color desempeña un papel primordial, dado que la percepción visual del consumidor se ve influida significativamente por

la apariencia colorimétrica del producto. En consecuencia, una deficiencia en esta dimensión podría obstaculizar la capacidad del consumidor para evaluar adecuadamente otros atributos del producto (Domene y Segura, 2014).

Los frutos en cuestión se caracterizan por ser bayas de tonalidad naranja-amarillenta, de forma globosa y con un diámetro que oscila entre 1,5 y 2 centímetros, exhibiendo un sabor peculiar agrídulce de calidad gustativa notable. Estos frutos se encuentran protegidos por un cáliz de textura papirácea, el cual, cabe destacar, no es apto para el consumo humano según lo estipulado por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.

e. Pruebas Sensoriales. Las pruebas sensoriales representan una metodología que emplea los órganos sensoriales humanos como herramientas de medición, concebidas para ser incorporadas como componentes fundamentales en la garantía de calidad de los alimentos. Estas pruebas se destacan por su naturaleza multidimensional integrada y sus substanciales ventajas, entre las cuales se incluye la capacidad de determinar la aceptabilidad de un producto por parte de los consumidores, según señalan estudios previos (Cardello et al., 2000).

El análisis de las características sensoriales de los alimentos en general, y de las bebidas en particular, se lleva a cabo mediante la participación de paneles de jueces, los cuales pueden estar compuestos por individuos previamente entrenados o semientrenados en el proceso de evaluación sensorial. Este enfoque resulta esencial para la evaluación integral de la calidad de un producto alimenticio, tal como indican investigaciones anteriores (Carpenter et al., 2002), procediendo a la exclusión de aquellos ejemplares que presenten alguna anomalía o defecto perceptible durante la evaluación.

f. Índice de madurez de los frutos de aguaymanto. La madurez de los frutos ha sido definida como el proceso que marca la transición entre su desarrollo inicial y el inicio de la senescencia. Este estado de maduración se evalúa mediante el cálculo del Índice de Madurez (IM), el cual se deriva de la relación entre los sólidos solubles totales (SST) expresados en

grados Brix y el porcentaje de acidez presente en los frutos, como señalado por Aparcana y Villarreal en 2014.

g. Compuestos bioactivos de los frutos de aguaymanto. El aguaymanto (*Physalis peruviana*) acoge diversos compuestos bioactivos, entre los que se destacan el ácido ascórbico, el β -caroteno (provitamina A) y compuestos fenólicos, entre otros, según lo indicado por Encina (2006). Conforme a lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 4580, se evidencia en la tabla 3 cómo el estado de madurez del fruto incide en la concentración de estos compuestos bioactivos.

Tabla 3

Análisis de los compuestos funcionales del aguaymanto cuantificados en distintos estados de madurez.

| Componentes | | Contenido según su estado de madurez | | | | | | |
|---------------------------------------------------|------|--------------------------------------|-------|--------------|--------|-------|-------|-------|
| | | Cero | Uno | Dos- tres | Cuatro | cinco | Seis | |
| Ácido ascórbico (mg/100g) | | 3,23 | 12,89 | 28,55 | 35,9± | 45,23 | 51,65 | |
| | | ±0,08 | ±1,02 | ±0,1 | 0,84 | ±1,24 | ±0,91 | |
| Carotenos Totales (mg de β -carotenos/100g) | | 0,12 | 0,78 | 1,77 | 1,95 | 2,02 | 2,34 | |
| | | ±0,08 | ±0,12 | ±0,02 | ±0,11 | ±0,06 | ±0,04 | |
| Capacidad antioxidante (ug Eq. Trolox/g) | DPPH | Fase | 56,3 | 126,6 | 249,2 | 324,1 | 438,9 | 489,0 |
| | | hidrofilica | ±3,4 | ±5,8 | ±8,01 | ±9,54 | ±14,4 | ±11,0 |
| Capacidad antioxidante (ug Eq. Trolox/g) | ABTS | Fase | 61,2 | 151,2 | 288,9 | 381,5 | 475,8 | 520,7 |
| | | lipofilica | ±5,9 | ±2,6 | ±3,6 | ±4,3 | ±8,9 | ±6,8 |
| Capacidad antioxidante (ug Eq. Trolox/g) | ABTS | Fase | 64,8 | 165,5 | 279,5 | 395,3 | 498,3 | 590,8 |
| | | lipofilica | ±8,2 | ±8,4 | ±4,2 | ±12,3 | ±9,6 | ±8,2 |

Nota. La tabla 3 muestra la cantidad de componentes bioactivos según su estado de madurez.

INCONTEC (1999).

h. Parámetros de color del aguaymanto. Lo más utilizado para evaluar los parámetros de color es el espacio CIE-LAB, se basa en el modelo de los colores opuestos, y define cada color a partir de unas coordenadas denominadas L* (luminosidad: 0, negro, a 100, blanco), a* ('+60' intensidad de color rojo y '-60' de color verde) y b* ('+60' intensidad de color amarillo y '-60' de color azul), Grossman. Se ha reportado parámetros de color en aguaymanto presentando valores de L*39,04, a* 4,24, b* 38,93 (Mendoza et al, 2013).

2.2.2. Postcosecha.

Según Schreiber (2012), el aguaymanto se caracteriza por presentar una tasa de respiración relativamente baja, lo cual sugiere que su conservación óptima se logra mediante el mantenimiento a temperaturas bajas, preferiblemente entre 3 °C y 7 °C. Es pertinente destacar que la durabilidad de esta fruta puede extenderse hasta aproximadamente 20 días cuando se almacena en cajas plásticas, siempre y cuando estas sean resguardadas en instalaciones con una temperatura controlada que no supere los 18 grados centígrados y una humedad relativa del 70%. En caso de contar con sistemas de refrigeración adecuados, es posible prolongar su vida útil hasta 4 o 5 meses, manteniendo la temperatura en torno a los 2 °C.

a. Cambios fisicoquímicos de frutos de aguaymanto en almacenamiento postcosecha. Los frutos de *Physalis Peruviana.*, por ser frutos climatéricos, los procesos de maduración se dan de forma acelerada disminuyendo considerablemente su vida postcosecha, por ello se han desarrollado diferentes técnicas que permiten desacelerar los procesos normales de maduración, siendo el más utilizado el almacenamiento a diferentes temperaturas por la facilidad de manejo y bajo costo. (Pinzon et al., 2015). Se ha reportado a 4 y 12 °C a los 27 días de almacenamiento un contenido de °Brix de 13,13±0,88 y 15,44±0,42, pH de 3,38±0,02 y 3,44±0,03, acidez de 3,74±0,04 y 3,07±0,04 (Velásquez et al., 2022), en cuanto a firmeza almacenados a 2 y 4 °C por 15 días, presentaron valores de 3,48±0,18 y 2,33±0,18 N, respectivamente, frente al testigo (20 °C) que presentó un valor de 2,01±0,2, °Brix de 14,5±0,40

y $15,8 \pm 0,46$ y El tratamiento testigo ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$), mostró un valor máximo de $17,3 \pm 0,96$ (Pinzon et al., 2015). El incremento de los sólidos solubles totales está vinculado al proceso de degradación de polisacáridos a disacáridos o monosacáridos, llevado a cabo mediante la hidrólisis de la pared celular, como fue señalado por Menéndez et al. (2006). Estos procedimientos se encuentran estrechamente asociados a la actividad enzimática, la cual, a su vez, está directamente influenciada por la temperatura, tal como lo indican Novoa et al. (2006).

b. Cambios fisicoquímicos de frutos en postcosecha con aplicación de recubrimientos. El recubrimiento, puede reducir la pérdida de peso y conservar las propiedades fisicoquímicas. Se ha comprobado el efecto de los recubrimientos comestibles en guayabas recubiertas con sábila con pérdida de peso de 15,34% frente a 18,65% de la muestra testigo después de 14 días de evaluación (Achipiz et al., 2013), en aguacate recubiertos con 2% de almidón de yuca almacenadas a temperatura ambiental ($25 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) durante 6 días de almacenamiento, donde se observó que al sexto día hubo una pérdida de peso de alrededor de 10,1%, menor que el control (13,36%) (Pineda et al., 2014). En fresas recubiertas con propóleos y proteína de soya coadyuvó a una menor tasa de respiración y mantener la coloración roja en los frutos recubiertos durante el periodo de evaluación y conservar el color de una forma eficaz (Perdomo e Insuasti, 2015). En guayaba recubierta con recubrimiento comercial después de 16 días mantuvo una firmeza de 21,4 N frente a 7,8 N muestra testigo, en cuanto a la pérdida de peso presento 9,4% frente a 27,6% testigo (González et al, 2021).

2.2.3. Oca (*Oxalis tuberosa*).

La oca (*Oxalis tuberosa*) conocida como papa oca, Quiba o cuiba, Huasisai o ibia, papa roja, Yam, Knollen sauerklee, es un tubérculo andino cultivado por pobladores de las zonas alto andinas. La plantación requiere suelos sueltos, profundos y con alta materia orgánica. Es una planta conocida botánicamente como "*Oxalis tuberosa*" perteneciente a familia "*Oxalidaceae*"

la planta se cultiva entre los 3.300 y los 3.800 msnm en los andes septentrionales, tiene un gran potencial para producir almidón (Romero y Paiba, 2012).

a. Descripción taxonómica de la oca.

Según Pomar (2002), la clasificación taxonómica de la oca es la siguiente:

Nombre científico: *Oxalis tuberosa* Mol.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Geraniales

Familia: Oxalidaceae

Género: *Oxalis*

Especie: *tuberosa*

b. Descripción botánica de la oca. Es una planta herbácea que se desarrolla en macollas bajas de 20 a 30 cm de alto, de tallos suculentos y hojas trifoliadas, con inflorescencias presentes en de los tallos, Las hojas son alternas y trifoliadas como las del trébol; flores amarillas con 5 pétalos. Los tubérculos de 5 a 15 cm de longitud, de formas y colores muy variados, con yemas profundas y superficiales (Gallardo, 2018).

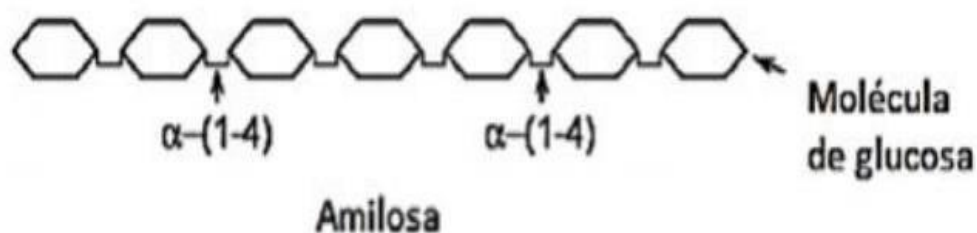
c. Contenido de almidón en la oca. El almidón es un polímero de condensación de glucosa en una proporción de átomos de C, H y O de 6:10:5 que está presente en forma granular en las semillas, tubérculos y raíces (Mendoza, 2017), este se muestra como un polvo blanco hidrofílico y está compuesto por 2 polisacáridos muy importantes que son la amilosa y la amilopectina.

La amilosa es un polímero lineal que contiene hasta 6000 unidades de glucosa con enlace α -1,4; con algunas ramificaciones que contienen de 3 a 20 cadenas de glucosa (Mendoza, 2017),

según los análisis fisicoquímicos realizados por Arévalo (2017) El contenido de amilosa afecta las propiedades de gelatinización y retrogradación, el poder de hinchamiento y la susceptibilidad enzimática de los almidones, de allí la importancia de su cuantificación en el procesamiento de alimentos y su calidad (Meaño, 2014).

Figura 1

Estructura de la molécula de amilosa.

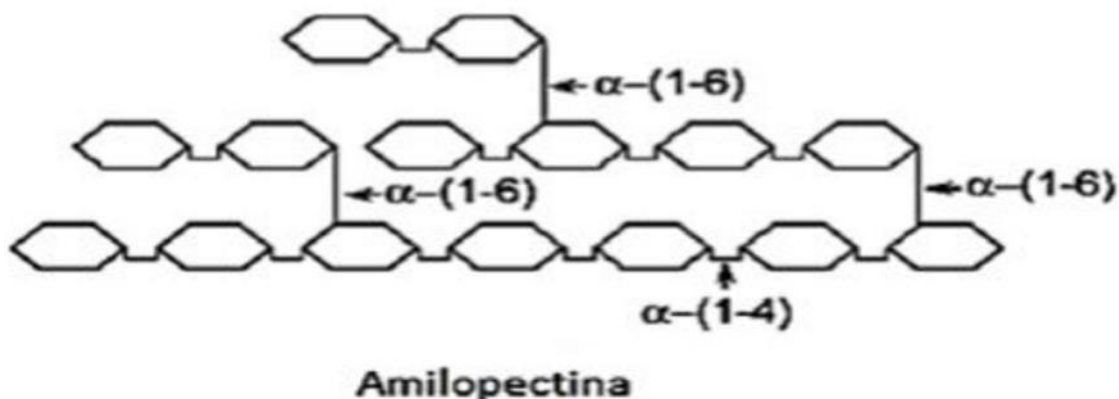


Nota. La figura 1 representa la amilosa la cual viene a ser un polisacárido lineal compuesto por unidades de glucosa unidas mediante enlaces de tipo α 1-4. Tomado del Estudio del almidón modificado de banano (*m. sapientum* l.) variedad cavendish obtenido por acetilación. (p.13) Hurtado, 2019.

La amilopectina se diferencia de la amilosa en el que su presentación es ramificada que le dan una forma molecular que se asemeja a la de un árbol; las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces α -D-(1,6), localizada cada 15-25 unidades lineales de glucosa (Apaza, 2018). Los valores de amilopectina presentes en el almidón de oca fluctúan entre 70 y 67% respectivamente (Silva, 2017). El grado de polimerización de las cadenas de amilopectina están relacionadas con las características fisicoquímicas, como la tendencia a retrogradar, la temperatura y la entalpia de gelatinización (Amaya, 2010).

Figura 2

Estructura de la molécula de amilopectina.



Nota. La figura 2 representa la estructura de la amilopectina el cual es polisacárido semicristalino, altamente ramificado, con un esqueleto de enlaces α -1,4 y 4-5% de puntos de ramificación α -1,6 (3). Tomado del Estudio del almidón modificado de banana (*m. sapientum* l.) variedad cavendish obtenido por acetilación. (p.13) Hurtado, 2019.

d. Plastificación del almidón de oca. En un medio continuo o solvente, se observa la manifestación de hinchazón granular, la cual se atribuye al aumento de la temperatura y a la aplicación de esfuerzos cortantes. Tras este proceso de hinchazón, se evidencia la desestructuración del gránulo, seguida por la solubilización de las moléculas de amilosa y amilopectina en el solvente, (Quintero y Ramírez, 2013).

e. Gelatinización del almidón de oca. Es un proceso irreversible de transición de fase, donde los gránulos de almidón se unen para formar una red polimérica amorfa. El fenómeno de gelatinización está intrínsecamente relacionado con el fenómeno de gelación el cual corresponde a la agregación molecular conformando una red polimérica.

f. La retrogradación del almidón. Consiste en la reasociación de las cadenas de amilosa y amilopectina, provocando un envejecimiento y menor tiempo de vida útil del producto. (Tasiguano, et al., 2019).

g. Composición química de la oca.

La composición química de oca se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

composición química de la oca.

| Parámetro | Oca (base seca) | Oca (base fresca) |
|---------------------------|-----------------|-------------------|
| Humedad (%) | 77,73 | 84,1 |
| Ceniza (%) | 3,39 | 1 g/100g |
| Proteína (%) | 4,60 | 1 g/100g |
| Fibra (%) | 2,16 | |
| Carbohidratos totales (%) | 88,19 | 13,3 g/100g |
| Calcio (%) | 0,012 | 2 mg/100g |
| Fosforo (%) | 0,14 | 36 m/100g |
| Mg (%) | 0,0065 | |
| Na (%) | 0,018 | |
| Almidon (%) | 42,17 | |
| Azúcar total (%) | 9,68 | |
| Vitamina C (mg/100g) | 34,53 | 38,4 mg/100g |

Nota. La tabla 4 muestra la cantidad de cada componente químico de oca. Acebey (2018).

d. Importancia y usos de la oca.

La oca es uno de los alimentos más preciados por las comunidades andinas, por su sabor agradable, su condición de rusticidad y rendimiento. Este tubérculo soleado de 2 a 3 semanas hace que se acentúe el azúcar dándole un sabor agradable para la preparación de distintos platos de consumo humano. Asimismo, se prepara en mazamorra con leche y en la industria alimentaria se prepara en néctares, harina, licores de oca (Gallardo, 2018).

2.2.4. Miel de Abeja.

La miel es un fluido dulce de apariencia viscosa, producida por las abejas, a partir del néctar de flores y de otras secreciones florales de las plantas, que las abejas liban, transportan, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en los panales (Tamayo, 2015). Es una solución concentrada de azúcares complejos como la sacarosa, en azúcares simples como la glucosa y fructuosa (Romero, 2017).

2.2.4.1. Clasificación de miel de abeja.

Las mieles de abeja se clasifican según su origen, y según su elaboración o presentación (Romero, 2017).

Según su origen se clasifica en:

a. Miel del néctar de las flores (puede ser monofloral o polifloral.)

La miel monofloral procede de una misma flor o predominancia de esta, y la polifloral tiene origen de varias flores botánicas sin que predomine ninguna de ellas.

b. Mielada (ligamasa).

Es la miel que procede en su mayor parte de excreciones de los insectos chupadores de sabia de las plantas como insectos hemípteros presentes en las partes vivas de las plantas.

Según su elaboración o presentación se clasifica en:

✓ Miel de panal: es la miel depositada por las abejas en los alveolos operculados de los panales, elaborados por las propias abejas o estirados a partir de láminas de cera.

✓ Miel en trozos de panal o panal cortado en miel que contienen uno o más trozos de miel de panal.

✓ Miel centrifugada: es la miel que se obtiene por centrifugación de los panales desoperculados, sin larvas.

✓ Miel filtrada: es la que se obtiene eliminando mediante el proceso de filtración la materia orgánica e inorgánica ajena a la miel de manera que se genere una importante eliminación de polen.

✓ Miel para uso industrial: es la miel utilizada en las industrias como ingrediente de otros productos alimenticios que se elaboran posteriormente.

2.2.4.2. Características fisicoquímicas de la miel.

La miel constituye una matriz compleja de componentes, destacando principalmente la presencia de glucosa y fructosa como los azúcares predominantes. Además, se compone de una variedad de hidratos de carbono de naturaleza compleja, tales como sacarosa, maltosa, melicitosa, así como otros oligosacáridos. En su composición se encuentran presentes diversas enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, minerales, vitaminas, sustancias aromáticas, pigmentos, ceras, y granos de polen, (Romero, 2017).

Tabla 5

Propiedades fisicoquímicas de la miel.

| Componente | Cantidad |
|-------------------------|-----------------|
| °Brix (%) | 79,58 |
| pH | 3,88 |
| Humedad (%) | 18,40 |
| Sólidos totales (%) | 81,60 |
| Azúcares reductores (%) | 65,99 |
| Sacarosa aparente (%) | 4,10 |
| Cenizas (%) | 0,15 |

Nota. La tabla 5 muestra los componentes fisicoquímicos y sus respectivas cantidades. Romero, (2017).

2.2.4.3. Componentes antimicrobianos de la miel.

a. Los Carbohidratos. La miel exhibe una compleja amalgama de azúcares que constituyen aproximadamente el 95% de su peso seco (Álvarez-Suárez et al., 2010). Además de la fructosa y la glucosa predominantes, se encuentran otros componentes como la maltosa (7,2%), la sacarosa (1,5%), y una amplia gama de oligosacáridos (4,2%) (National Honey Board, NHB, 1996). La composición de los carbohidratos y su proporción en la miel son variables y están influidas por la fuente floral de esta (Swallow y Low, 1990; Weston y Brocklebank, 1999).

Los azúcares desempeñan un papel de suma importancia en la conservación de la miel, dado que la presión osmótica que ejercen inhibe el desarrollo de levaduras y otros microorganismos (de Lorenzo et al., 2002), así como la viabilidad de la mayoría de los microorganismos patógenos (Fernández, 2011).

b. Enzimas. Las tres enzimas principales son diastasa (amilasa), invertasa (sacarasa, α -glucosidasa, E.C. 3.2.1.26), que descompone la sacarosa hacia fructosa y glucosa y la enzima glucosa oxidasa responsable en gran parte de la propiedad antibacteriana de la miel, que produce peróxido de hidrógeno producido por las catalasas y elementos termoresistentes con actividad antimicrobiana y ácido glucónico (Álvarez-Suárez et al., 2010, Bogdanov et al., 2008).

c. Propóleos. Estos propóleos tienen un alto poder antimicrobiano y son solubles en alcohol y éter. Los componentes activos de estas sustancias ya han sido aislados por (Ghisalbert, 1979)

d. Los ácidos y el pH. La exquisita dulzura de la miel oculta en gran medida el sabor de los ácidos orgánicos que están presentes en este producto alimenticio, los cuales constituyen aproximadamente el 0,5% de sus sólidos. Estos ácidos orgánicos son responsables del pH bajo de la miel, que oscila entre 3,5 y 5,5, y contribuyen a su excelente estabilidad. Diversos ácidos orgánicos se encuentran en la composición de la miel, si bien el ácido glucónico es el predominante. Este ácido se forma a partir de la glucosa mediante la acción de la enzima glucosa oxidasa, la cual es añadida por las abejas durante el proceso de producción de la miel. La

combinación de la acidez de estos ácidos y la presencia de peróxido de hidrógeno contribuyen significativamente a la conservación tanto del néctar como de la propia miel (Ulloa et al., 2010).

2.2.4.4. Importancia y usos de la miel de abeja.

La miel desempeña un papel importante para los consumidores, se consume como alimento por su valor energético elevado, fortalece el sistema inmunológico, mejora la capacidad digestiva y alivia el estreñimiento. Se utiliza como medicamento para curar la irritación de la garganta (Tamayo, 2015). Es una alternativa natural para el uso de aditivos alimentarios para controlar el envejecimiento enzimático durante el procesamiento de frutas y verduras, así como ingrediente en la elaboración de jugos y conservas alimenticias y su principal función de la miel de abeja es poder antibacteriano, se debe principalmente a las inhibinas, a la combinación de propiedades tales como su alta osmolaridad, bajo pH, presencia de sustancias volátiles y bajo valor de actividad de agua (Ulloa et al., 2010).

2.2.5. Recubrimientos Comestibles.

a. Propiedades de los recubrimientos comestibles. Los recubrimientos comestibles funcionan como barrera parcial al vapor de agua y a los gases disminuyendo la tasa de transmisión de una determinada diferencia de presión parcial entre las atmósferas interna y las atmósferas externas, la cual, favorece una atmósfera modificada interna, baja en oxígeno y alta en dióxido de carbono, suprime la tasa de respiración y reduce las pérdidas por transpiración (Oliva y Barbosa-Cánovas, 2009).

Otra propiedad importante es que funciona como envase activo, para portadores de ingredientes para ayudar a preservar la calidad y mejorar el valor nutricional de las frutas y verduras (Alves et al., 2022).

b. Métodos De Aplicación De Recubrimientos Comestibles. Los principales métodos utilizados para aplicar una capa protectora comestible en productos alimenticios frescos y procesados son la inmersión, la pulverización, el lecho húmedo y el barnizado (Alves et al., 2022).

✓ **Método de inmersión.** Es la inmersión de una muestra de alimentos en la dispersión formadora de capas, el sustrato se sumerge en la emulsión/solución de recubrimiento a una velocidad constante, la cantidad de solución para mojar el sustrato y una completa interacción entre ambos, el sustrato y la matriz de recubrimiento. En general, las frutas y verduras se sumergen durante 5 a 30 segundos en la formulación del recubrimiento comestible (Suhag et al., 2020).

✓ **Método de pulverización o de aplicación por spray.** La pulverización es el método más comúnmente utilizado en la aplicación de recubrimiento en productos alimentarios. Aumenta la superficie del líquido mediante la formación de gotas y las dispensa por la superficie del alimento con un conjunto de boquillas (Liao et al., 2022).

✓ **Método de procesamiento en lecho fluidizado.** El proceso de fluidización se produce cuando un flujo de líquido se mueve hacia arriba a través de un lecho de partículas que alcanza la velocidad adecuada para ayudar a las partículas sin desviarlas hacia la corriente de líquido. En este punto el lecho de partículas acepta los atributos del fluido burbujeante, es decir, el término fluidización (Suhag et al., 2020).

La fluidización se produce cuando un flujo de fluido ascendente a través de un lecho de partículas alcanza una velocidad suficiente para soportar las partículas sin arrastrarlas en la corriente de fluido. El lecho de partículas entonces asume las características de un líquido en ebullición. El tamaño de las partículas recubiertas en el lecho fluidizado es mayor de 100 μm , ya que los polvos de menor tamaño no tienen un estado de fluidización estable en el lecho fluidizado convencional o forman aglomerados excesivos (Andrade et al., 2012).

✓ **Métodos de formación de la película.** La película comestible generalmente se envuelve alrededor de la superficie de un producto alimenticio como matriz sólida y puede actuar como envase primario sin ningún atractivo sensorial o nutricional. En este caso, se pretende que sea insípida, incolora y no interferir con los atributos sensoriales del producto alimentario. Las películas comestibles se pueden obtener a partir de materiales comestibles a través de dos métodos diferentes: procesos húmedos y secos; también son denominados procesos de colada con disolvente y de extrusión, respectivamente (Suhag et al., 2020).

✓ **Método de colada.** El método de colada (también llamado colada con disolvente) es el más utilizado para la formación de una película a escala de laboratorio y piloto. Este método implica tres pasos para preparar una película a partir de biopolímeros: Solubilización del biopolímero en un disolvente adecuado, colada de la solución en el molde, y secado de la solución fundida. La formulación de la película comestible comienza con la selección del polímero o mezcla de polímeros que forma la película básica (Rhim et al., 2006).

✓ **Método de extrusión.** La extrusión es otro método utilizado para producir películas poliméricas, para el procesamiento de polímeros que se utilizan a escala comercial. Este método cambia la estructura de los materiales y mejora las propiedades fisicoquímicas propiedades fisicoquímicas del material extruido. El proceso de extrusión, en general se puede dividir en tres zonas: la zona de alimentación, la zona de amasado, y la zona de calentamiento en la parte final/salida de la máquina. La mezcla de los componentes de la película se lleva en primer lugar a la zona de alimentación y se comprime con aire. Sin embargo, para aumentar la flexibilidad de la película, se necesitan plastificantes (Fitch-Vargas et al., 2016).

c. Aplicación alimentaria. Los recubrimientos comestibles se aplican en alimentos altamente perecederos como frutas y verduras (Tabla 4) debido a la acción de microorganismos, la respiración, maduración y pérdida de agua; en las carnes debido a que alimentos susceptibles

a actividades enzimáticas y microbianas; en los pescados y mariscos debido a las diversas reacciones bioquímicas que ocurren después del sacrificio; en productos lácteos principalmente en quesos, al ser una fuente rica en nutrientes, es susceptible al deterioro microbiano; en productos de panadería con el fin de reducir la proliferación de mohos y levaduras (Alves et al., 2022).

Tabla 6

Frutas y vegetales utilizados en recubrimientos comestibles, sus aplicaciones y efectos.

| Frutas/vegetal | Otros compuestos en el recubrimiento | Aplicación frutas y hortaliza | Propiedades |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Orujo de manzana | Almidón de yuca | - | Propiedades mecánicas adecuadas; Una mayor concentración de orujo de manzana mejora la inhibición bacteriana. |
| Extracto de cáscara de granada | Chitosán y goma de garrofín | Naranja | Alto potencial bioactivo; Inhibición del moho verde. Pérdida de humedad retenida; Firmeza de la berenjena; Aumento retardado de los sólidos solubles totales; |
| Extracto de hojas de albahaca | Almidón de polilla modificado | Berenjena | Retraso en los cambios de color durante el almacenamiento; Prolongación de la vida útil hasta 16 días. |
| Extracto de ginseng Goma guar | Goma guar | Cereza dulce | Reducción de la pérdida de peso. Control de la pérdida de agua; Retraso en la pérdida de firmeza, en los cambios de la tasa de respiración; |

Nota. En la tabla 6 se muestra las propiedades con aplicación de diferentes recubrimientos en algunas frutas.

d. Extractos vegetales como materiales de recubrimiento.

✓ *Algas Marinas.* Las algas marinas, son consumidas en el continente asiático, han ido aumentando su consumo en los países europeos y en el continente americano debido a sus

características nutricionales, compuestos bioactivos, fibra dietética, proteínas de alta calidad, abundantes minerales vitaminas, presencia de ácidos grasos esenciales insaturados, polifenoles, carotenoides, tocoferol (Albertos *et al.*, 2019). Las principales algas utilizadas en la preparación de films y recubrimientos para conservación de alimentos son la *Spirulina platensis*, *Porphyra columbina*, *Chlorella sp.* *Himanthalia elon-gata* y *Palmaria palmata* (Alves et al., 2022).

✓ **Aceites esenciales.** Los extractos de aceites esenciales contienen compuestos hidrofóbicos y volátiles. Poseen una importante actividad antimicrobiana debido a los terpenos, terpenoides y constituyentes aromáticos. Entre los más utilizados se encuentran los aceites esenciales de cascara de limón, mandarina y limón (Aguirre et al., 2018).

✓ **Hidrocoloides y carbohidratos.** Los polisacáridos más utilizados son el quitosano, el almidón, la celulosa, la goma, el alginato y la pectina en la síntesis de recubrimientos, por ser materiales naturales, abundantes y baratos que aumentan la vida útil y preservan la calidad de las frutas y verduras al reducir las tasas de respiración, inhiben el desarrollo microbiano y retrasan la maduración (Oliva y Barbosa-Cánovas, 2009).

El almidón es el polisacárido vegetal más popular, que se ha utilizado ampliamente para el desarrollo de películas de recubrimiento comestibles debido a su abundancia, rentabilidad y excelente capacidad de formación de películas. Las películas a base de almidón tienen buenas propiedades ópticas, organolépticas y de barrera a los gases, pero tienen malas propiedades mecánicas. Las propiedades de las películas a base de almidón pueden verse influidas por muchos factores, como los tipos de almidones, la temperatura y el tiempo durante la formación de la película, los plastificantes, los copolímeros y las condiciones de almacenamiento (Thakur et al, 2019).

2.3. Marco conceptual

2.3.1 Recubrimiento comestible.

Los recubrimientos comestibles se aplican directamente a los alimentos en forma líquida, ya sea por inmersión, pulverización o empaçado. Además, es un envase primario hecho de materiales comestibles como carbohidratos, proteínas, y lípidos (Aguirre et al., 2018).

2.3.2 Almidón de oca.

El almidón de oca contiene un tipo de cristalinidad B que puede utilizarse en sistemas alimentarios con temperatura media de procesamiento para cumplir las funciones de espesante o estabilizante (Arévalo, 2017).

Las propiedades térmicas de los almidones de oca, la temperatura de gelatinización varía entre 55,6 °C y 70,1 °C, la temperatura de formación de la pasta de almidón de oca es de 63,56 °C (Velázquez, 2018).

2.3.3 Miel de abeja.

La miel de abeja tiene propiedades antimicrobianas naturales, antibacterianas y anti fúngicas y contiene altas cantidades de antioxidantes y compuestos metabólicos secundarios. Posee un gran potencial para el recubrimiento de las frutas debido a sus propiedades naturales de biocontrol (Maringgal et al., 2020).

2.3.4 Almacenamiento postcosecha.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en su informe de 1987, y el programa Promoción de Exportaciones Agrícolas no Tradicionales (PROEXANT), establecido en 1992, han destacado que el período transcurrido desde la extracción del producto de su fuente natural y su posterior acondicionamiento en la finca hasta su consumo en su forma original o su utilización en procesos de transformación industrial, constituye un intervalo crítico. Durante este lapso, se registra una significativa pérdida postcosecha, la cual oscila entre el 20% y el 50% en países en vías de desarrollo.

Es fundamental comprender que los cambios postcosecha en los productos frescos son inevitables, aunque su impacto puede ser mitigado mediante estrategias adecuadas. Una de las soluciones más efectivas consiste en la implementación de sistemas de conservación en frío para los alimentos, los cuales permiten minimizar las pérdidas y prolongar la vida útil de los productos agrícolas, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y al desarrollo sostenible de las comunidades agrícolas.

2.4. Hipótesis

Recubrimientos comestibles elaborados con bajos porcentajes de miel de abeja y altos porcentajes de almidón de oca utilizados reducen en menor proporción las características fisicoquímicas, capacidad antioxidante, contenido de fenoles totales, parámetros de color y características sensoriales de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*) durante su almacenamiento postcosecha.

2.5. Operacionalización de variables

En la Tabla 7 se muestra la operacionalización de variable.

Tabla 7

Operacionalización de variables.

| Variables | Variables | Dimensiones | Indicadores |
|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Independientes | Concentraciones de almidón de oca | Porcentaje | % |
| | Concentraciones de miel de abeja | Porcentaje | % |
| | Temperatura de almacenamiento | Grados centígrados | °C |
| | Características físicoquímicas | Brix, pH, acidez, pérdida de peso | Brix pH Acidez (%) Pérdida de peso (%) |
| Dependientes | Capacidad antioxidante | Capacidad antioxidante | μmol Trolox/g de muestra |
| | Contenido de fenoles totales | Contenido de fenoles totales | mg de GAE/ g fruta fresca |
| | Parámetros de color | Escala Cie Lab (L*, a*, b*) | ΔE |
| | Características sensoriales | Olor, sabor y textura | Cuestionario de análisis sensorial |

Nota. La tabla 7 muestra las respectivas variables con sus dimensiones e indicadores.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

En la presente investigación el tipo de investigación es aplicada y el nivel de investigación es experimental, porque se manipulo las variables independientes, para poder obtener la mejor formulación del recubrimiento comestible y evaluar la calidad fisicoquímica y sensorial del aguaymanto.

3.2. Diseño de investigación

En la presente investigación se utilizó un diseño factorial de dos factores de tratamiento A y B. El factor A (concentración de almidón de oca) con tres niveles (4, 5 y 6%) y el factor B (concentración de miel de abeja) con cuatro niveles (0,25, 0,50, 0,75 y 1%) haciendo un total de 12 tratamientos con tres repeticiones y con un tratamiento de testigo; las combinaciones se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8

Tratamientos experimentales utilizando un Diseño factorial general.

| Tratamientos | Combinaciones |
|--------------|-----------------------------------------------|
| T0 | Testigo |
| T1 | 4% de almidón de oca + 0,25% de miel de abeja |
| T2 | 4% de almidón de oca + 0,50% de miel de abeja |
| T3 | 4% de almidón de oca + 0,75% de miel de abeja |
| T4 | 4% de almidón de oca + 1% de miel de abeja |
| T5 | 5% de almidón de oca + 0,25% de miel de abeja |
| T6 | 5% de almidón de oca + 0,50% de miel de abeja |
| T7 | 5% de almidón de oca + 0,75% de miel de abeja |
| T8 | 5% de almidón de oca + 1% de miel de abeja |
| T9 | 6% de almidón de oca + 0,25% de miel de abeja |
| T10 | 6% de almidón de oca + 0,50% de miel de abeja |
| T11 | 6% de almidón de oca + 0,75% de miel de abeja |
| T12 | 6% de almidón de oca + 1% de miel de abeja |

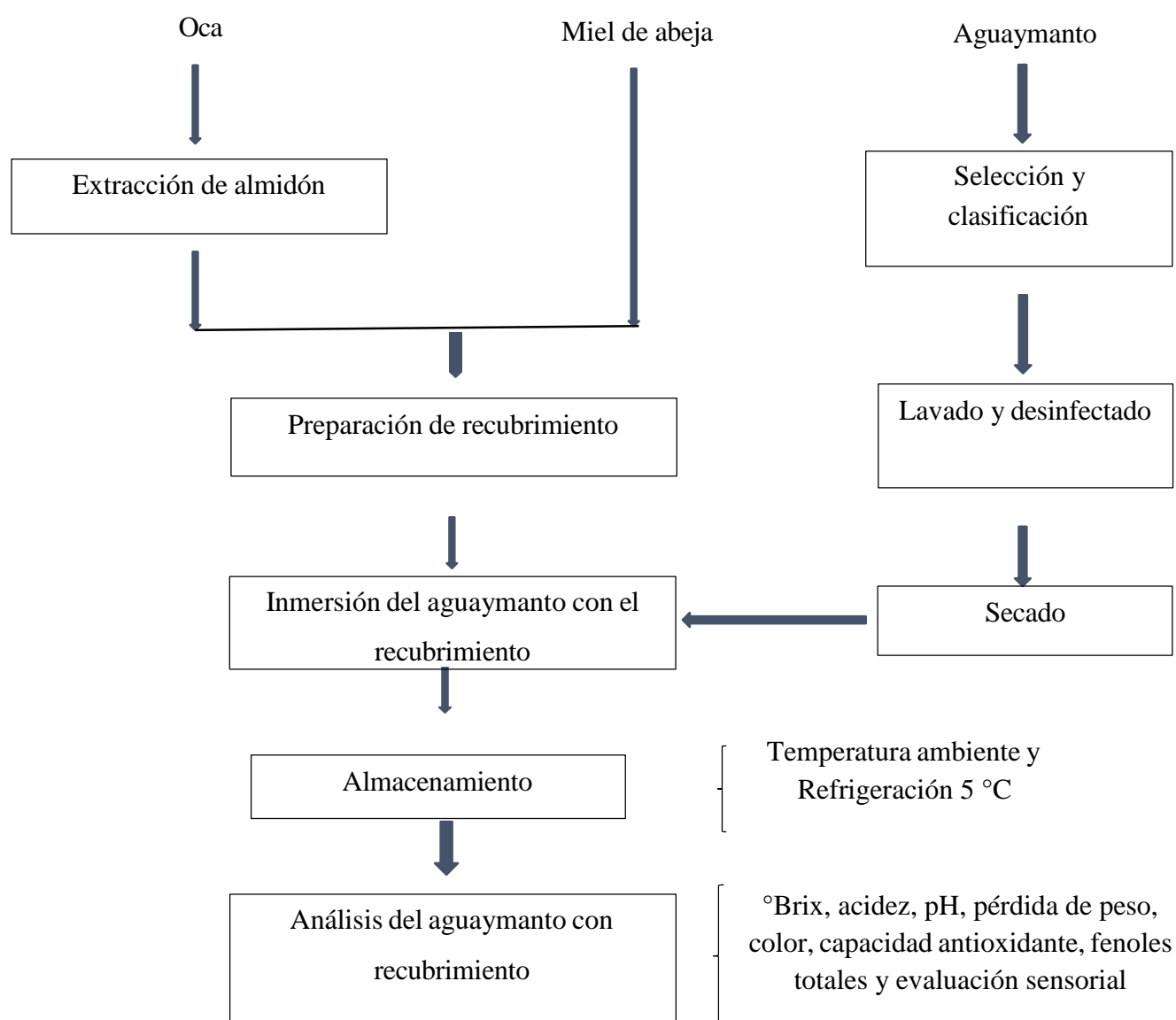
Nota. La tabla muestra tratamientos a diferentes concentraciones de almidón y miel.

3.2.1. Esquema experimental del trabajo de experimentación

El esquema experimental de la investigación se muestra en la Figura 1, primero se realizó la extracción de almidón de oca. Posteriormente, se preparó el recubrimiento de almidón y miel de abeja. Luego, los frutos de aguaymanto seleccionados y lavados fueron sumergidos por inmersión en el recubrimiento, finalmente se realizó los análisis fisicoquímicos y sensoriales de los frutos de aguaymanto con recubrimiento durante el almacenamiento.

Figura 3

Esquema experimental del trabajo de investigación.



3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Preparación de la muestra de aguaymanto.

Los frutos de aguaymanto fueron seleccionados en óptimas condiciones, en color y tamaño uniforme. Luego, se realizó el lavado con agua corriente y se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio en agua a 60 ppm. Luego, el aguaymanto se dejó a temperatura ambiente por un periodo de 30 minutos.

3.3.2. Extracción del almidón de oca.

La extracción del almidón de oca se realizó según la metodología descrita por (Lescano et al., 2021) con algunas modificaciones. Se procedió a lavar las ocas y se cortó en rodajas utilizando el cortador de vegetales (Henkel JVC300), luego se procedió a desinfectar a 60 ppm. Posteriormente se trituraron a través de la licuadora industrial (Liver). La mezcla se filtró a través de una tela de 500 μm de porosidad. El líquido filtrado se dejó reposar durante 24 horas para que el sobrenadante se decante del almidón. El almidón fue lavado cinco veces suspendiendo en agua y se filtró a través de un tamiz Tyler de 150 μm de tamaño de poros para obtener almidón puro. Por último, el almidón fue llevado a la estufa a 40 °C durante 48 horas y se almaceno en contenedores de vidrio a temperatura ambiente.

3.3.3. Elaboración de recubrimiento comestible.

Los recubrimientos se prepararon según el método descrito por (García, 2019) con algunas modificaciones. En vasos de precipitado de 100 ml, se procedió a disolver 4, 5 y 6 g de almidón en 100 ml de agua destilada, con estas suspensiones se alcanzó concentraciones de almidón de 4%, 5% y 6% respectivamente (Tabla 6). La suspensión se agito durante 30 min y se calentó en baño maría alcanzando una temperatura de 80 hasta 85 °C durante 30 min. Posteriormente, se añadió 0,25; 0,50; 0,75 y 1% de miel de abeja según la Tabla 6. Finalmente se agregó 1 ml de glicerol gota a gota durante 10 minutos hasta que el glicerol se disolvió por completo.

3.3.4. Aplicación del recubrimiento comestible

Los recubrimientos comestibles obtenidos fueron aplicados sobre los frutos de aguaymanto según la metodología empleada por (Hernández-Guerrero *et al.*, 2020). Los frutos de aguaymanto fueron sumergidos por inmersión. Luego, se colocó en rejillas y fueron llevados a secado en una estufa de aire forzado a 25 °C durante 15 min asegurando que el polisacárido se adhiera a la cutícula del fruto. Los frutos de aguaymanto con recubrimiento fueron almacenados por 15 días a temperatura ambiente y a temperatura de refrigeración de 5 °C. Los 12 tratamientos y 1 tratamiento testigo fueron evaluados los días 0, 3, 6, 9, 12, 15 por triplicado, los parámetros físico-químicos (pH, brix, acidez titulable, pérdida de peso, capacidad antioxidante y fenoles totales), color (escala CIE Lab (L*, a*, b*)) y sensoriales (olor, sabor y textura).

3.3.5. Procedimiento para evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales

a. Pérdida de peso. Se usó una balanza analítica. La variación de peso se expresó en g mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de pérdida de peso} = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} * 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde: P_i, peso inicial del fruto, P_f, peso final del fruto.

b. Determinación del pH. El pH se determinó con un potenciómetro (SI Analytics, Lab 855), Alemania, se utilizó 10 mL de muestra con una pipeta volumétrica y se colocó en un vaso de precipitado de 100 mL. El potenciómetro fue calibrado con una solución buffer de pH 4 y 7, se colocó en la muestra contenida en el vaso de precipitado durante 15 s y posteriormente se registró la lectura indicada por el equipo.

c. Determinación de °Brix. Para determinar los sólidos solubles totales expresados en °Brix, se empleó la metodología AOAC9 942.15 (2005). Para ello se utilizó un refractómetro (HANNA instruments). La temperatura del refractómetro a 20 °C, el equipo fue calibrado utilizando agua destilada antes de cada lectura.

d. Determinación de acidez titulable. La acidez se determinó por titulación con una solución NaOH 0,1N y fenolftaleína al 1% como indicador. Se anotó el volumen gastado de NaOH, el cálculo de la acidez titulable se realizó mediante la ecuación:

$$\% \text{ de acidez} = \frac{V(\text{base}) * N * \text{meq} * 100}{V(\text{ac})} \dots \dots \dots \text{Ec. 2}$$

e. Determinación de capacidad antioxidante. Se realizó la evaluación del contenido de capacidad antioxidante por el método de DPPH descrita por (Jurado et al., 2016). Se preparó diluciones de 1:10 ml de muestra. A partir de esta solución se tomó 100 µL de muestra diluida. Luego, se añadió 2,9 ml de DPPH, para completar a 3 ml. Se dejó reposar por 30 minutos a temperatura de cuarto en oscuridad, transcurrido ese tiempo se determinó la absorbancia ($\lambda = 515 \text{ nm}$) en el espectrofotómetro. Los resultados se expresaron en µmol Trolox/g.

•Preparación de radical de DPPH: Se pesó 2,4 mg (0,0024 g) de DPPH en un vaso de precipitado y se disolvió en 100 ml de metanol al 80%, la solución se agitó por 40 minutos, luego se trasladó a un matraz aforado el cual fue cubierto con papel aluminio como protección contra la luz.

•Preparación de trolox: Se pesó 5 mg (0,005 g) de Trolox y se colocó en un Matraz aforado hasta aforar a 100 ml con agua destilada, para obtener diluciones de 0,02 a 0,2 µM (volumen final 1000 µL).

f. Determinación de fenoles totales. Para determinar el contenido de fenoles totales en los frutos de aguaymanto se utilizó el método de Folin-Ciocalteu descrito por (Obregón y Lozano, 2021). Se preparó una dilución de 1:10 µL de la muestra. A partir de esta solución se tomó 100 µL de muestra diluida. Luego, se añadió 250 µL de Folin-Ciocalteu, se dejó reposar

por 6 minutos. Seguidamente, se adicionó 750 μL de Carbonato de sodio al 6%, y 1,9 ml de agua destilada para completar a 3 ml. Se dejó en reposo 30 min en oscuridad y se determinó la absorbancia ($\lambda = 765 \text{ nm}$) en el espectrofotómetro UV/VIS usando ácido gálico como estándar así se obtuvo los puntos de la curva. Los resultados se expresarán en mg de ácido gálico/ g.

• **Preparación de la solución madre de AGE 2000 $\mu\text{g/mL}$.** En un vaso de precipitación de 25 mL se pesó 50 mg de AGE, luego fue colocado en una fiola de 25 mL diluyéndose con agua destilada hasta completar el volumen de la fiola.

• **Preparación de la solución de carbonato de sodio al 6%.** Se pesó 1,5 g de Na_2CO_3 en una fiola de 25 mL, luego se adiciono 10 mL de agua destilada hasta disolverse, finalmente se completó el volumen de la fiola.

g. Color. El análisis del color se realizó utilizando un colorímetro (MODEL NO. PCE-CSM 8 SN: 80158915), basado en el sistema CIE $L^*a^*b^*$ (coordenadas de unidades de color) según la metodología descrita por (Cortijo-Mendoza et al., 2017). Los parámetros de color, serán L^* (luminosidad), a^* (componente rojo-verde, rojo para valores positivos y verde para los valores negativos) y b^* (componente amarillo y azul, amarillo para los valores positivos y azul para los valores negativos).

h. Evaluación sensorial. La evaluación sensorial se realizó en el comedor de la escuela profesional de Ing. Agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, al término del almacenamiento postcosecha y se llevó a cabo a través de la aplicación de la prueba de aceptación de nueve puntos (Ramírez-Navaras *et al.*, 2014), el proceso se realizó con 60 panelistas no entrenados, se les brindo frutos de aguaymanto en una bandeja de polietileno y un cuestionario en la cual se evaluó los siguientes atributos: olor, sabor y textura, los datos obtenidos se convertirán en puntajes numéricos del 1 al 9 mediante la escala hedónica: (1) me disgusta extremadamente; (2) me disgusta mucho; (3) me disgusta moderadamente; (4) me

disgusta levemente; (5) no me gusta ni me disgusta; (6) me gusta levemente; (7) me gusta moderadamente; (8) me gusta mucho; (9) me gusta extremadamente.

3.4. Población, muestra y muestreo

Población. El proyecto de investigación tuvo como población al fruto de oca de variedad amarilla de la comunidad de Cadmalca, y la miel de abeja de la Asociación de Productos Agroecológicos del Sur Nuestro Norte de la provincia de Cutervo.

Muestra. La muestra fue de 12 kg del fruto de oca variedad amarilla y 1 litros de miel de abeja.

Muestreo. En la presente investigación se utilizó el muestreo al azar.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos se muestran en la Tabla 9

Tabla 9

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

| Técnicas | Instrumentos | Recolección de datos |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Observación directa | Ficha de observación | Cantidad de muestras de aguaymanto |
| Recolección de información | Libros, formatos impresos, artículos científicos, tesis, etc. | Propiedades fisicoquímicas y sensoriales |
| Preparación del recubrimiento | Método de colada | Cantidad de tratamientos |
| Aplicación de recubrimiento | Método de inmersión | |
| Análisis de aguaymanto con recubrimiento. | - Metodología AOAC - Método por DPPH - Método de Folin-Ciocalteu - Escala CIE Lab -Cuestionario con escala hedónica | -°Brix, acidez, pH, pérdida de peso - Capacidad antioxidante -Fenoles totales -Color -Evaluación sensorial |

Nota. La tabla 9 muestra las respectivas técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos de la presente investigación fueron analizados a través de un Análisis de Varianza con el uso del software estadístico Minitab 19, con un nivel de significancia del 5% y se realizaron las pruebas de comparación de medias de Tukey.

3.7. Aspectos éticos

La información obtenida en el transcurso de la presente investigación se encuentra respaldada de manera sólida, asegurando así los derechos de propiedad intelectual tanto de los autores citados como los inherentes al trabajo realizado. Además, reafirmamos nuestro compromiso y responsabilidad social en pro del beneficio del público en general.

3.7.1. Aspectos éticos sobre los panelistas

La investigación que se realizó para la aceptabilidad del recubrimiento comestible sobre los frutos de aguaymanto con panelistas estuvo basada en 3 principios éticos básicos.

a. Respeto a las personas.

- Respeto a la autonomía: Se les trato con el debido respeto, por su capacidad de autodeterminación, a quienes tuvieron la capacidad de considerar detenidamente los pros y contra de sus decisiones.
- Se les brindo la protección necesaria a las personas con autonomía menoscabada o disminuida

b. Búsqueda del bien.

- Se trató de encontrar los mejores beneficios y así reducir el daño y la equivocación.
- Se buscó que los riesgos de la investigación sean razonables frente a los beneficios.
- Se logró que el diseño de la investigación sea acertado.
- Se salvaguardo el bienestar de las personas que participen en ella.

c. Justicia

- Se trató a cada panelista de acuerdo con lo que es moralmente correcto y apropiado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre el °Brix de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 10

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) en el aguaymanto con recubrimiento a temperatura ambiente.

| Tiempo de almacena miento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------|-------------|----------|-----------|----------|-------------|----------|-----------|-----------|-------------|----------|-----------|----------|-------------|----------|----------|----------|
| | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | |
| | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 11,10±0, | 10,90±0, | 11,10±0, | 11,17±0, | 11,10±0,6 | 10,93±0, | 10,90±0,1 | 10,90±0,1 | 11,10±0, | 10,97±0, | 11,07±0, | 10,83±0, | 11,10±0,6 | 11,03±0, | 11,20±0 | 11,10±0 |
| | 62 a, E | 10 a, F | 10 a, F | 15 a, F | 2 a, E | 06 a, F | 0 a, F | 0 a,F | 62,a, E | 15 a, F | 15 a, F | 06 a, F | 2,a, E | 15 a,F | ,26 a, F | ,10 a, E |
| 3 | 12,53±0, | 12,03±0, | 11,83±0, | 11,57±0, | 12,53±0,1 | 12,00±0, | 11,77±0,0 | 11,50±0,0 | 12,53±0, | 11,87±0, | 11,77±0, | 11,43±0, | 12,53±0,1 | 11,87±0, | 11,67±0 | 11,30±0 |
| | 15 a, D | 06 b, C | 06 b, C | 06 c, E | 5 a, D | 01 b, C | 6 c, E | 6 d, E | 15 a, D | 06b, E | 06 b, E | 06 c, E | 5 a, D | 06 b, C | ,06 b, E | ,10 c, E |
| 6 | 13,33±0, | 12,87±0, | 12,63±0, | 12,43±0, | 13,33±0,3 | 12,87±0, | 12,57±0,0 | 12,37±0,0 | 13,33±0, | 12,83±0, | 12,50±0, | 1,23±0,0 | 13,33±0,3 | 12,77±0, | 12,47±0 | 12,00±0 |
| | 31 a, C, D | 06 b, D | 06 b,c, D | 06 c, D | 1 a, C,D | 06 b, D | 6 b,c, D | 6 c, D | 31a, C,D | 06 b, D | 01 b,c, D | 6 c, D | 1 a, C, D | 06 b, D | ,06 b, D | ,10 c, D |
| 9 | 13,93±0, | 13,73±0, | 13,47±0, | 13,17±0, | 13,93±0,0 | 13,70±0, | 13,53±0,0 | 13,13±0,0 | 13,93±0, | 13,63±0, | 13,43±0, | 12,97±0, | 13,93±0,0 | 13,57±0, | 13,30±0 | 12,87±0 |
| | 06 a, B, C | 06 b, C | 06 c, C | 06 d, C | 6 a, B,C | 10 b, C | 6 b, C | 6 c, C | 06 a, B,C | 06 b, C | 06 c, C | 06 d, C | 6 a, B, C | 06 b, C | ,10 c, C | ,06 d, C |
| 12 | 14,73±0, | 14,40±0, | 14,07±0, | 13,90±0, | 14,73±0,1 | 14,30±0, | 14,13±0,0 | 13,83±0,1 | 14,73±0, | 14,23±0, | 14,07±0, | 13,87±0, | 14,73±0,1 | 14,17±0, | 14,10±0 | 13,70±0 |
| | 12 a, B | 10 b, B | 06 c, B | 10 c, B | 2 a, B | 10 b, D | 6 b, D | 2 c, B | 12 a, B | 06 b, B | 12 b,c, B | 06 c, B | 2 a, B | 06 b, B | ,10 b, B | ,10 c, B |
| 15 | 15,73±0, | 14,97±0, | 14,67±0, | 14,57±0, | 15,73±0,1 | 14,83±0, | 14,63±0,1 | 14,53±0,0 | 15,73±0, | 14,77±0, | 14,67±0, | 14,47±0, | 15,73±0,1 | 14,77±0, | 14,60±0 | 14,10±0 |
| | 15 a,A | 12 b, A | 06 c, A | 06 c, A | 5 a, A | 06 b, A | 2 b,c, A | 6 c, A | 15 a, A | 06 b, A | 06 b,c, A | 06 c, A | 5 a,A | 06 b, A | ,10 b, A | ,10 c, A |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias de los sólidos solubles a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias de los sólidos solubles a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

En la tabla N° 10 se observa los resultados de los °Brix de los frutos de aguaymanto almacenados a temperatura ambiente, los cuales muestran un incremento en el transcurrir del tiempo, se destaca que el recubrimiento compuesto por un 1 % de miel y un 6 % de almidón de oca amarilla ha demostrado una preservación más efectiva del fruto, presentando un °Brix de 11,10 en el día 0 y finalizando con un valor de 14,10 °Brix en el día 15 de almacenamiento, el resultado fue muy cercano al tratamiento con 0,75 % de miel y 6% de almidón, sin embargo estos valores fueron menores a los resultados que presento el testigo y Tratamiento con 0,25 % de miel y un 4 % de almidón, lo que indica que los recubrimientos con mayor concentración de almidón y miel reducen los procesos metabólicos del fruto, logrando retardar de manera significativa el proceso de respiración y por consiguiente la senescencia del fruto. En investigaciones análogas, Rojas (2018) reportó un resultado de 14,38 °Brix para el aguaymanto con recubrimiento en el día 14. Por ende, podemos afirmar que los recubrimientos comestibles demuestran eficacia en relación con esta variable dependiente durante el proceso de maduración de los frutos. Por otro lado, Restrepo et al. (2008), sostienen que los grados °Brix aumentan con el proceso de maduración del fruto. Este aumento en la concentración de azúcares se atribuye al hidrólisis del almidón, a la síntesis de sacarosa, así como a la oxidación de ácidos consumidos durante la respiración. Por otro lado, al comparar los valores de Brix de los frutos almacenados en refrigeración a 5 °C (Tabla 11) con los almacenados a temperatura ambiente (Tabla 10) se observa que el Brix fue mayor, lo que indica que el proceso de maduración fue más pronunciado a temperatura ambiente. Los frutos de aguaymanto al estar sometidos a temperatura más alta, experimentan una aceleración en su metabolismo y por ende hay mayor síntesis de azúcar (Benavides y Cuasqui, 2008). El análisis de varianza (ANOVA) reveló resultados significativos en relación con los factores analizados, es decir, existió efecto significativo del porcentaje de almidón, porcentaje de miel, el tiempo y la temperatura de almacenamiento, así como sus interacciones sobre el Brix (Anexo 5) valor de $p < 0,05$.

4.2. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre el °Brix de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 11

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de sólidos solubles en frutos de aguaymanto a temperatura de (5 °C).

| Tiempo de almacenamiento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------|----------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | |
| | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 10,93±0,06 a, D | 10,90±0,10 a, C | 10,90±0,10 a, C | 10,90±0,10 a, D | 10,93±0,06 a, D | 10,93±0,06 a, D | 10,93±0,15 a, B | 10,90±0,10 a, C | 10,93±0,06 a, D | 10,93±0,15 a, D | 10,90±0,17 a, C | 10,90±0,10 a, C | 10,93±0,06 a, D | 10,93±0,15 a, C | 10,93±0,06 a, B | 10,93±0,15 a, C |
| 3 | 10,97±0,15 a, D | 10,93±0,06 a, C | 10,93±0,12 a, C | 10,93±0,15 a, D | 10,97±0,15 a, D | 10,93±0,06 a, D | 10,93±0,12 a, B | 10,90±0,10 a, C | 10,97±0,15 a, D | 10,93±0,15 a, D | 10,90±0,10 a, C | 10,90±0,10 a, C | 10,97±0,15 a, D | 10,93±0,12 a, C | 10,93±0,06 a, B | 10,93±0,15 a, C |
| 6 | 11,17±0,15 a, D | 11,00±0,10 a, C | 10,97±0,06 a, C | 11,07±0,15 a, C,D | 11,17±0,15 a, D | 11,03±0,15 a, D | 10,97±0,15 a, B | 11,03±0,15 a, C | 11,17±0,15 a, D | 11,20±0,10 a, C,D | 11,00±0,10 a, C | 11,10±0,10 a, C | 11,17±0,15 a, D | 11,20±0,10 a, C | 11,17±0,21 a, B | 11,03±0,15 a, C |
| 9 | 12,13±0,15 a, C | 11,70±0,10 b, D | 11,07±0,12 c, C | 11,40±0,20 b,c, B,C | 12,13±0,15 a, C | 11,53±0,15 b, C | 11,13±0,15 c, B | 11,20±0,10 b,c, B,C | 12,13±0,15 a, C | 11,40±0,20 b, C | 11,33±0,45 b, B, C | 11,20±0,20 b, B,C | 12,13±0,15 a, C | 11,43±0,15 b, B, C | 11,23±0,25 b, B | 11,37±0,15 b, B |
| 12 | 12,80±0,10 a, B | 12,13±0,32 b, B | 11,60±0,20 b, B | 11,77±0,15 b, A, B | 12,80±0,10 a, B | 11,97±0,15 b, B | 11,87±0,12 b,c, A | 11,50±0,20 c, B | 12,80±0,10 a, B | 12,03±0,15 b, B | 11,80±0,10 b,c, A, B | 11,47±0,20 c, A, B | 12,80±0,10 a, B | 11,97±0,15 b, A, B | 11,83±0,21 b, A | 11,63±0,15 b, A, B |
| 15 | 13,80±0,20 a, A | 13,10±0,44 b, A | 12,00±0,20 c, A | 12,03±0,06 c, A | 13,80±0,20 a, A | 12,67±0,06 b, A | 12,20±0,10 c, A | 11,97±0,06 c, A | 13,80±0,20 a, A | 12,47±0,15 b, A | 12,30±0,20 b,c, A | 11,90±0,10 c, A | 13,80±0,20 a, A | 12,40±0,40 b, A | 12,20±0,26 b, A | 11,93±0,15 b, A |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias de los sólidos solubles a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias de los sólidos solubles a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento

En la Tabla 11, se observa el Brix de los frutos de aguaymanto que experimentan un incremento conforme transcurren los días de almacenamiento. El tratamiento testigo presenta un valor de 10,93 en el día de almacenamiento 0 y un valor de 13,80 en el día 15, estos valores de Brix fueron cercanos a los obtenidos por el tratamiento con 4% de almidón de oca amarilla y 0,25% de miel de abeja, sin embargo, el Brix de los frutos de aguaymanto almacenados a 4-5% de almidón de oca amarilla y 0,50-1% de miel de abeja fueron menores al valor del testigo y tratamiento con 4% de almidón y 0,25% de miel de abeja a través del tiempo, lo que indica que los recubrimientos realizados con altos porcentajes de almidón y miel de abeja redujeron los procesos metabólicos que acontecen en los frutos de aguaymanto manteniendo el Brix cercano al valor inicial. También, esto puede atribuirse al efecto de barrera de transferencia de gases, el cual ha reducido la velocidad de respiración de la fruta, resultando en una disminución de su tasa de maduración (Gamarra, 2017), Asimismo, se observa coherencia con lo reportado por Restrepo et al. (2008), quienes sostienen que los grados °Brix aumentan con el proceso de maduración del fruto. Este aumento en la concentración de azúcares se atribuye a la hidrólisis del almidón, a la síntesis de sacarosa, así como a la oxidación de ácidos consumidos durante la respiración. Por otro lado, al comparar los valores de Brix de los frutos almacenados en refrigeración a 5 °C (Tabla 11) con los almacenados a temperatura ambiente (Tabla 10) se observa que el Brix fue menor, lo que indica que el proceso de maduración fue menos pronunciado en comparación con los frutos almacenados a temperatura ambiente. Los frutos de aguaymanto al estar sometidos a temperaturas más bajas, han experimentado una desaceleración en su metabolismo y, por ende, una menor síntesis de azúcares (Benavides y Cuasqui, 2008).

El análisis de varianza (ANOVA) reveló resultados significativos en relación con los factores analizados, es decir, existió efecto significativo del porcentaje de almidón, porcentaje de miel, el tiempo y la temperatura de almacenamiento, así como sus interacciones sobre el Brix

(Anexo X, valor de $p < 0,05$). Lo que sugiere que al existir un mayor porcentaje de almidón (mayor contenido de amilosa y amilopectina) genera un recubrimiento con mayor interacción entre cadena de amilosa y amilopectina (Velásquez, 2019), lo cual reduce la actividad metabólica de los frutos de aguaymanto y por ende menor °Brix. Este mismo efecto pudo haber ocurrido con altos porcentajes de miel de abeja que pudieron haber afectado el Brix de los frutos de aguaymanto, así como, la inhibición de microorganismos como los hongos (Maringgal et al., 2020), ya que, al finalizar el periodo de almacenamiento no se observó presencia de hongos en los tratamientos con recubrimientos, pero si en el tratamiento testigo.

4.3. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre el pH de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 12

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el PH del aguaymanto con recubrimiento a temperatura ambiente.

| Tiempo de almacenamiento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-----------|-------------|----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | |
| | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 3,21±0,01 | 3,202±0,001 | 3,204±0,001 | 3,202±0,00 | 3,21±0,0 | 3,207±0,00 | 3,212±0,002 | 3,202±0,0 | 3,21±0,01 | 3,202±0, | 3,205±0,0 | 3,202±0,0 | 3,21±0, | 3,204±0,0 | 3,210±0,0 | 3,206±0,0 |
| | a, D | a, E | a, C | 1 a, E | 1 a, D | 1 a, E | a, C | 01 a, D | a, D | 001 a, F | 01 a, E | 01 a, F | 01 a, D | 02 a, E | 02 a, F | 01 a, F |
| 3 | 3,67±0,01 | 3,641±0,009 | 3,588±0,003 | 3,555±0,00 | 3,67±0,0 | 3,621±0,00 | 3,584±0,002 | 3,531±0,0 | 3,67±0,01 | 3,611±0, | 3,578±0,0 | 3,482±0,0 | 3,67±0, | 3,596±0,0 | 3,565±0,0 | 3,454±0,0 |
| | a, A | b, B | c, C | 4 d, C | 1 a, A | 1 b, C | b, C | 31 c, C | a, A | 008 b, C | 06 c, C | 09 d, C | 01 a, A | 03 b, C | 05 c, D | 14 d, E |
| 6 | 3,59±0,01 | 3,586±0,001 | 3,568±0,001 | 3,535±0,01 | 3,59±0,0 | 3,583±0,00 | 3,558±0,002 | 3,526±0,0 | 3,59±0,01 | 3,576±0, | 3,555±0,0 | 3,518±0,0 | 3,59±0, | 3,572±0,0 | 3,550±0,0 | 3,507±0,0 |
| | a, C | a, D | b, D | 0 c, D | 1 a, C | 3 a, D | b, D | 03 c, C | a, C | 001 b, D | 01 c, D | 03 d, D | 01 a, C | 02 b, D | 01 c, E | 06 d, D |
| 9 | 3,63±0,02 | 3,622±0,001 | 3,612±0,002 | 3,584±0,00 | 3,63±0,0 | 3,617±0,00 | 3,606±0,005 | 3,576±0,0 | 3,63±0,02 | 001 a,b, | 3,595±0,0 | 3,565±0,0 | 3,63±0, | 3,615±0,0 | 3,589±0,0 | 3,543±0,0 |
| | a, B | a,b, C | b, B | 2 c, B | 2 a, B | 1 a,b, C | b, B | 02 c, B | a, B | B,C | 05 b, B | 02 c, C | 02 a, B | 01 a, B | 02 b, C | 11 c, C |
| 12 | 3,68±0,01 | 3,676±0,005 | 3,610±0,002 | 3,594±0,00 | 3,68±0,0 | 3,644±0,00 | 3,603±0,001 | 3,590±0,0 | 3,68±0,01 | 3,623±0, | 3,60±0,00 | 3,585±0,0 | 3,68±0, | 3,616±0,0 | 3,597±0,0 | 3,566±0,0 |
| | a, A | a, A | b, B | 1 c, B | 1 a, A | 9b, B | c, B | 01 c, B | a, A | 006 b, B | 1 c, B | 04 d, D | 01 a, A | 02 b, B | 01 c, B | 04 d, B |
| 15 | 3,69±0,01 | 3,687±0,001 | 3,662±0,002 | 3,637±0,00 | 3,69±0,0 | 3,684±0,00 | 3,658±0,002 | 3,633±0,0 | 3,69±0,01 | 3,682±0, | 3,653±0,0 | 3,629±0,0 | 3,69±0, | 3,670±0,0 | 3,644±0,0 | 3,617±0,0 |
| | a, A | a, A | b, A | 2 c, A | 1 a, A | 1 a, A | b, A | 03 c, A | a, A | 002 b, A | 03 c, A | 01 d, A | 01 a, A | 07 b, A | 01 c, A | 03 d, A |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del pH a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del pH a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

En la Tabla N° 12, se presenta los resultados para el pH evidenciando una mínima disparidad de valores entre los tratamientos. Se evidencia que para la mayoría de tratamientos en el día 0, el pH inicia en 3,20, al finalizar los 15 días de almacenamiento, el tratamiento formulado con un 0,25% de miel y un 4% de almidón, presento un valor de pH mayor en comparación con el Tratamiento elaborado con un 1% de miel y un 6% de almidón, por otro lado, el testigo presento el valor más alto de pH en comparación a todos los tratamientos. En una investigación similar Obregón et al. (2021), Analizaron parámetros fisicoquímicos de frutos de aguaymanto en estado de madurez 5 almacenados a temperatura ambiente y registraron un pH de 3.95, lo que indica que el recubrimiento comestible en altos porcentajes de almidón de oca amarilla y miel de abeja reducen los procesos metabólicos que acontecen en los frutos de aguaymanto manteniendo de esta forma un Ph muy cercano a la inicial. Por otro lado. El análisis de varianza (ANOVA) aplicado al pH (anexo 6) indica que, en relación con los factores de concentración de almidón, miel, tiempo y temperatura de almacenamiento, así como sus interacciones, el valor p resultó ser inferior a $p < 0,05$). Este hallazgo denota que dichos factores ostentan significancia estadística con respecto al pH de los frutos de aguaymanto. Lo que sugiere que al existir un mayor porcentaje de almidón (mayor contenido de amilosa y amilopectina) genera un recubrimiento con mayor interacción entre cadena de amilosa y amilopectina (velasquez, 2019), lo cual reduce la actividad metabólica de los frutos de aguaymanto y por ende el pH se mantiene cercano al inicial.

4.4. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre el pH de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 13

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el PH durante almacenamiento de frutos de aguaymanto a temperatura (5 °C).

| Tiempo de almacenamiento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 0,25 Almidón (%) | | | 0,5 Almidón (%) | | | 0,75 Almidón (%) | | | 1 Almidón (%) | | | | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 3,20±0,01 a, D | 3,202±0,001 a, A,B | 3,205±0,003 a, A,B | 3,202±0,001 a, A | 3,20±0,001 a, D | 3,202±0,001 a, A | 3,20±0,001 a, D | 3,202±0,001 a, A | 3,20±0,001 a, D | 3,204±0,001 a, A,B | 3,203±0,003 a, A | 3,202±0,001 a, A | 3,20±0,001 a, D | 3,203±0,003 a, A, B | 3,204±0,002 a, A | 3,204±0,002 a, A |
| | 3 | 3,21±0,01 a, D | 3,172±0,010 b, C | 3,173±0,007 b, D | 3,173±0,002 b, D | 3,21±0,001 a, D | 3,170±0,016 b, C | 3,21±0,001 a, D | 3,171±0,010 b, C | 3,21±0,001 a, D | 3,178±0,005 b, C | 3,177±0,008 b, A | 3,165±0,013 b, D | 3,21±0,001 a, D | 3,179±0,009 b, D | 3,175±0,005 b, C |
| 6 | | 3,21±0,01 a, D | 3,181±0,006 b, C | 3,183±0,006 b, C, D | 3,183±0,003 b, C, D | 3,21±0,001 a, D | 3,181±0,007 b, B, C | 3,21±0,001 a, D | 3,185±0,005 b, B, C | 3,21±0,001 a, D | 3,186±0,004 b, C | 3,185±0,005 b, A | 3,176±0,006 b, C, D | 3,21±0,001 a, D | 3,176±0,008 b, C, D | 3,187±0,007 b, B, C |
| | 9 | 3,28±0,01 a, C | 3,196±0,004 b, B | 3,193±0,008 b, B, C | 3,184±0,005 b, C | 3,28±0,001 a, C | 3,197±0,002 b, A, B | 3,28±0,001 a, C | 3,193±0,004 b, A, B | 3,28±0,001 a, C | 3,196±0,004 b, B | 3,197±0,002 b, A | 3,181±0,004 c, B, C, D | 3,28±0,001 a, C | 3,195±0,003 b, B, C | 3,191±0,005 b, B |
| 12 | | 3,31±0,01 a, B | 3,209±0,004 b, A, B | 3,202±0,003 b, A, B | 3,189±0,005 c, B, C | 3,31±0,001 a, B | 3,212±0,004 b, A | 3,31±0,001 a, B | 3,199±0,004 c, A, B | 3,31±0,001 a, B | 3,206±0,002 b, A | 3,201±0,002 b, A | 3,185±0,004 c, A, B, C | 3,31±0,001 a, B | 3,210±0,003 b, A | 3,194±0,005 b, A, B |
| | 15 | 3,39±0,01 a, A | 3,212±0,003 b, A | 3,214±0,004 b, A | 3,196±0,007 c, A, B | 3,39±0,001 a, A | 3,215±0,002 b, A | 3,39±0,001 a, A | 3,201±0,006 c, A | 3,39±0,001 a, A | 3,213±0,003 b, A | 3,206±0,006 b, B | 3,194±0,006 b, A, B | 3,39±0,001 a, A | 3,214±0,002 b, A | 3,200±0,003 c, A, B |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del pH a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del pH a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

En la tabla 13, se observa el Ph de los frutos de aguaymanto recubiertos, que experimentan una reducción en el día 3 de almacenamiento y luego un incremento desde el día 6 hasta el día 15 de almacenamiento a comparación de tratamiento testigo que presenta un valor más elevado en el día 15 de almacenamiento (3,39), lo que indica que los recubrimientos redujeron los procesos metabólicos que acontecen en los frutos de aguaymanto manteniendo el Ph cercano al valor inicial. También, esto puede atribuirse al efecto de barrera de transferencia de gases, el cual ha reducido la velocidad de respiración de la fruta, resultando en una disminución de su tasa de maduración (Gamarra, 2017), Asimismo, se observa coherencia con la investigación realizada por (Castro y Gonzales 2010), quienes indican que los frutos de aguaymanto, tanto los recubiertos como los testigos, tienden a incrementar su pH a medida que la acidez expresada en términos de porcentaje de ácido cítrico, disminuye. Esto posiblemente se debe al proceso de maduración, siendo este más pronunciado en los frutos no sometidos a tratamiento. Por otro lado, al comparar los valores de pH de los frutos almacenados en refrigeración a 5 °C (tabla 13) al comparar los valores a los tratamientos almacenados a temperatura ambiente (tabla 12), se observa una tendencia hacia valores de pH superiores. Este fenómeno puede ser asociado a la temperatura, conforme lo señalan Cuatin y López (2015), quienes sostienen que temperaturas más bajas retardan el proceso de maduración. De este modo, los frutos refrigerados exhiben valores menores de pH y mayores niveles de acidez, corroborando la influencia directa de la temperatura en el desarrollo de dichas características en los frutos de aguaymanto.

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado al pH (anexo 6) indica que, en relación con los factores de concentración de almidón, miel, tiempo y temperatura de almacenamiento, así como sus interacciones, el valor p resultó ser inferior a 0,05. Este hallazgo denota que dichos factores ostentan significancia estadística con respecto al pH de los frutos de aguaymanto.

4.5. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre la acidez de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 14

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de acidez del aguaymanto con recubrimiento a temperatura ambiente.

| Tiempo de almacenamiento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|----------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | | |
| | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | |
| 0 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,0 | 2,35±0,04 | 2,37±0,01 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | |
| | a, A | a, B | a, A | a, A | a, A | 4 a, A | a, A | a, A | a, A | a, A | a, A | a, A | a, A | a, A | a, A | A | a, A |
| 3 | 2,11±0,06 | 2,24±0,01 | 2,30±0,01 | 2,30±0,01 | 2,11±0,06 | 2,26±0,0 | 2,28±0,04 | 2,30±0,01 | 2,11±0,06 | 2,24±0,01 | 2,30±0,01 | 2,33±0,04 | 2,11±0,06 | 2,30±0,01 | 2,28±0,04 | a, | 2,35±0,04 |
| | b, B | a, C | a, A,B | a, A,B | b, B | 4 a, B | a, A,B | a, B | b, B | a, B | a, A | a, A | b, B | a, A | A,B | a, A | |
| 6 | 2,05±0,06 | 2,20±0,04 | 2,24±0,01 | 2,22±0,04 | 2,05±0,06 | 2,18±0,0 | 2,22±0,04 | 2,24±0,01 | 2,05±0,06 | 2,20±0,04 | 2,24±0,01 | 2,24±0,01 | 2,05±0,06 | 2,24±0,01 | 2,22±0,04 | a, | 2,28±0,04 |
| | b, B,C | a, C | a, B | a, B,C | b, B,C | 1 a, C | a, B, C | a, C | b, B,C | a, B,C | a, B | a, B | b, B,C | a, B | D,C | a, A,B | |
| 9 | 1,92±0,06 | 3,30±0,01 | 2,13±0,04 | 2,15±0,04 | 1,92±0,06 | 2,09±0,0 | 2,18±0,01 | 2,15±0,04 | 1,92±0,06 | 2,13±0,04 | 2,18±0,01 | 2,18±0,01 | 1,92±0,06 | 2,11±0,01 | 2,18±0,01 | 2,22±0,04 | |
| | c, C,D | a, A | b, C | b, C,D | b, C, D | 4 a, D | a, C | a, D | c, C,D | a, C | a, C | a, B,C | c, C,D | b, C | a,b, C,D | a, B | |
| 12 | 1,83±0,04 | 1,96±0,04 | 2,03±0,04 | 2,09±0,04 | 1,83±0,04 | 1,98±0,0 | 2,05±0,01 | 2,11±0,01 | 1,83±0,04 | 2,01±0,04 | 2,11±0,01 | 2,15±0,04 | 1,83±0,04 | 2,05±0,01 | 2,11±0,01 | b, | 2,20±0,04 |
| | c, D | b, D | a,b, D | a, D, E | d, D | 1 c, E | b, D | a, E | c, D | b, D | a, D | a, C | c, D | b, D | D,E | a, B | |
| 15 | 1,58±0,04 | 1,83±0,04 | 1,98±0,01 | 2,03±0,04 | 1,58±0,04 | 1,88±0,0 | 2,01±0,04 | 2,05±0,01 | 1,58±0,04 | 1,92±0,01b | 2,01±0,04 | 2,03±0,04 | 1,58±0,04 | 2,01±0,04 | 2,05±0,01 | 2,09±0,04 | |
| | c, C | b, E | a, D | a, C | c, C | 4 b, F | a, D | a, F | c, C | , E | a, D | a, D | c, C | b, D | a,b, E | a, C | |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del % de acidez a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del % de acidez a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

La Tabla 14 muestra los resultados de la acidez de los frutos en diferentes tratamientos y tiempos de almacenamiento. Se destaca que la acidez inicial de los frutos es uniforme, para el día 15 de almacenamiento a temperatura ambiente, se observa que el testigo tiene el valor más bajo de acidez, seguido por el tratamiento compuesto por 0,25% de miel y 4% de almidón. Contrariamente, el tratamiento con 1% de miel y 6% de almidón muestra el valor más alto de acidez (2,09). En una investigación similar Rojas (2018) obtuvo una acidez de 1,60 en el día 14 de almacenamiento del aguaymanto sin recubrimiento. Asimismo, en una investigación adicional llevada a cabo por Barboza (2023), se obtuvo una acidez de 1,5 en el aguaymanto sin recubrimiento. Estos resultados son muy cercanos al testigo y al tratamiento compuesto por 0,25% de miel y 4% de almidón, la diferencia de los resultados observados se atribuye de manera fundamental a la presencia y concentración del recubrimiento el cual sirve de barrera ante la transferencia de gases reduciendo la respiración del fruto. Por otro lado, El análisis de varianza (ANOVA) aplicado para acidez revela que, en relación con los factores de concentración de almidón, miel, tiempo y temperatura de almacenamiento, así como sus interacciones, el valor p resultó ser inferior a 0,05. Este hallazgo denota que dichos factores ostentan significancia estadística con respecto a la acidez de los frutos de aguaymanto. Lo que sugiere que al existir un mayor porcentaje de almidón (mayor contenido de amilosa y amilopectina) genera un recubrimiento con mayor interacción entre cadena de amilosa y amilopectina (Velásquez, 2019), lo cual reduce la actividad metabólica de los frutos de aguaymanto y por ende la acidez se mantiene.

4.6. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre la acidez de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 15

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de acidez (% ácido cítrico) durante el almacenamiento postcosecha en frutos de aguaymanto a temperatura (5°C).

| Tiempo de almacenamiento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|------------|-----------|----------|-------------|------------|-----------|----------|-------------|------------|----------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|
| | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | |
| | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 2,35±0,0 | 2,35±0,0 | 2,35±0,04 | 2,35±0,0 | 2,35±0,0 | 2,35±0,0 | 2,35±0,04 | 2,35±0,0 | 2,35±0,0 | 2,35±0,0 | 2,35±0,0 | 2,35±0,0 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 | 2,35±0,04 |
| | 4 a, A | 4 a, A,B | a, A,B | 4 a, A,B | 4 a, A | 4 a, A,B | a, A,B | 4 a, B | 4 a, A | 4 a, A,B | 4 a, A | 4 a, A, B | a, A | a, A | a, A, B | a, A, B |
| 3 | 2,20±0,0 | 2,41±0,0 | 2,43±0,01 | 2,45±0,0 | 2,20±0,0 | 2,43±0,0 | 2,41±0,04 | 2,5±0,01 | 2,20±0,0 | 2,41±0,0 | 2,43±0,0 | 2,41±0,0 | 2,20±0,04 | 2,43±0,01 | 2,43±0,06 | 2,41±0,04 |
| | 4 b, B | 4 a, A | a, A | 4 a, A | 4 b, B | 1 a,b, A | b, A | a, A | 4 b, B | 4 a, A | 6 a, A | 4 a, A | b, B | a, A | a, A | a, A |
| 6 | 2,11±0,0 | 2,24±0,0 | 2,24±0,06 | 2,35±0,1 | 2,11±0,0 | 2,28±0,1 | 2,33±0,10 | 2,37±0,0 | 2,11±0,0 | 2,22±0,1 | 2,22±0,0 | 2,35±0,0 | 2,11±0,06 | 2,35±0,04 | 2,30±0,06 | 2,39±0,04 |
| | 6 b, B | 6 a,b, B,C | a,b, B,C | 0 a, A,B | 6 b, B | 0 a,b, B,C | a,b, A,B | 6 a, B | 6 b, B | 0 a,b, B,C | 4 a,b, B | 4 a, A, B | b, B | a, A | a, D | a, A |
| 9 | 1,94±0,0 | 2,13±0,0 | 2,22±0,04 | 2,3±0,01 | 1,94±0,0 | 2,20±0,0 | 2,26±0,07 | 2,28±0,0 | 1,94±0,0 | 2,20±0,0 | 2,22±0,0 | 2,28±0,0 | 1,94±0,04 | 2,18±0,01 | 2,28±0,04 | 2,30±0,01 |
| | 4 c, C | 8 b, C,D | a,b, B,C | a, B | 4 c, C | 4 a, C,D | a, A,B,C | 4 a, B,C | 4 c, C | 4 a, C,D | 4 a, B | 4 a, B | c, C | b, B | a, B, C | a, B |
| 12 | 1,92±0,0 | 2,13±0,0 | 2,18±0,01 | 2,26±0,0 | 1,92±0,0 | 2,13±0,0 | 2,18±0,01 | 2,28±0,0 | 1,92±0,0 | 2,13±0,0 | 2,2±0,04 | 2,24±0,0 | 1,92±0,00 | 2,13±0,04 | 2,24±0,01 | 2,28±0,04 |
| | 0 c, C | 4 B c, C,D | b, B,C | 4 a, B | 0 c, C | 4 b, D | b, B,C | 4 a, B,C | 0 c, C | 4 a, C,D | a, B | 6 a, B | c, C | b, B, C | a, A, B, C | a, B |
| 15 | 1,90±0,0 | 2,07±0,0 | 2,09±0,13 | 2,22±0,0 | 1,90±0,0 | 2,07±0,0 | 2,09±0,13 | 2,22±0,0 | 1,90±0,0 | 2,07±0,0 | 2,13±0,0 | 2,24±0,0 | 1,90±0,04 | 2,05±0,06 | 2,20±0,04 | 2,24±0,06 |
| | 4 b, C | 4 a,b, D | a,b, C | 4 a, B | 4 b, C | 4 a,b, D | a,b, C | 4 a, C | 4 b, C | 4 b, D | 4 b, B | 1 a, B | b, C | b, C | a, C | a, B |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del % de acidez a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del % de acidez a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

En la tabla 15, se observa el % de acidez de los frutos de aguaymanto experimentando una reducción conforme transcurren los días de almacenamiento. El tratamiento testigo presenta un valor de 2,35 y en el día de almacenamiento 0 y un valor 1,90 de en el día 15, en comparación con el tratamiento 12 (6% almidón y 1% de miel) que presenta un valor de 2,35 en el día de almacenamiento 0 y un valor 2,24 en el día de almacenamiento 15, lo que indica que los recubrimientos de almidón y miel de abeja redujeron los procesos metabólicos que acontecen en los frutos de aguaymanto manteniendo un % de acidez cercano a la inicial. También, esto puede atribuirse al efecto barrera de transferencia de gases, el cual se ha reducido la velocidad de respiración de la fruta, resultando en una disminución de su tasa de maduración (Gamarra, 2017). En concordancia con los hallazgos de Ali y Abdel (2021), quienes observaron que el nivel más bajo de acidez titulable para los frutos de *physalis peruviana* almacenados a $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ correspondió al grupo de control, registrando un 2,10%, en comparación con las muestras recubiertas con aloe vera que registraron un 2,27%. En consonancia con dichas observaciones, los resultados de la presente investigación revelan valores cercanos, sugiriendo que el recubrimiento a una temperatura de 5°C demuestra un efecto más favorable en la retención de la acidez en comparación con las condiciones de temperatura ambiente, ya que las muestras correspondientes exhiben valores superiores. El análisis de varianza (ANOVA) reveló resultados significativos en relación con los factores analizados, es decir, existió efecto significativo del porcentaje de almidón, porcentaje de miel y la temperatura de almacenamiento, así como sus interacciones sobre el °Brix (anexo 7, valor de $p < 0,05$).

4.7. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre la pérdida de peso de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 16

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso del aguaymanto con recubrimiento a temperatura ambiente.

| Tiempo de almacenamiento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | |
| | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0 F | 0, D | 0 F | 0 C | 0 F | 0 E | 0 F | 0 D | 0 F | 0 F | 0 D | 0 F | 0 F | 0 F | 0 E | 0 F |
| | 3,37±0,47 | 2,87±0,54 | 2,33±0,18 | 1,52±0,5 | 3,37±0,47 | 2,48±0,21 | 2,28±0,14 | 1,44±0,5 | 3,37±0,47 | 1,88±0,98 | 1,43±0,57 | 1,12±0,0 | 3,37±0,47 | 2,67±0,43 | 1,62±0,48 | 1,00±0,17 |
| 3 | a, E | a, C,D | a,b, C | 0 b, D,E | a, E | a,b, D | b,c, E | 4 c, D | a, E | a,b, E | b, D | 8 b, E | a, E | a,b, E | b,c, D,E | c, E |
| | 7,27±0,91 | 5,61±0,89 | 4,61±0,06 | 3,49±1,2 | 7,27±0,91 | 4,91±0,37 | 4,43±0,23 | 3,00±1,2 | 7,27±0,91 | 4,97±0,50 | 3,50±0,81 | 2,17±0,1 | 7,27±0,91 | 5,32±0,36 | 3,30±0,16 | 2,21±0,29 |
| 6 | a, D | a,b, C | b, D | 0 b, C,D | a, D | b, C | b, D | 4 b, C, D | a, D | b, D | b,c, C | 2 c, D | a, D | b, D | c, C,D | c, D |
| | 11,15±0,8 | 8,82±1,39 | 7,14±0,40 | 5,16±1,3 | 11,15±0,8 | 7,96±1,03 | 6,75±0,50 | 5,25±1,4 | 11,15±0,8 | 7,66±0,14 | 5,72±0,91c | 3,21±0,1 | 11,15±0,8 | 7,59±0,16 | 4,84±0,90 | 3,54±0,17 |
| 9 | 0 a, C | a,b, B | b,c, C | 2 c, B, C | 0 a, C | b, B | b,c, C | 8 c, B,C | 0 a, C | b, C | , B | 2 d, C | 0 a, C | b, C | c, B,C | c, C |
| | 14,37±0,4 | 10,74±1,32 | 9,36±0,57b | 6,67±1,2 | 14,37±0,4 | 10,17±1,18 | 9,12±0,25 | 6,75±1,2 | 14,37±0,4 | 10,15±0,56 | 7,96±1,15c | 4,79±0,6 | 14,37±0,4 | 9,98±0,22 | 6,85±1,56 | 4,57±0,25 |
| 12 | 8 a, B | b, A, B | B | 1 c, A,B | 8 a, B | b, A,B | b, B | 6 c, A,B | 8 a, B | b, B | , A | 0 d, B | 8 a, B | b, B | c, A,B | d, B |
| | 17,06±0,5 | 13,13±1,37 | 11,75±0,60 | 9,21±1,0 | 17,06±0,5 | 12,33±1,23 | 11,39±0,34 | 8,59±1,3 | 17,06±0,5 | 12,17±1,07 | 9,94±0,49c | 6,88±0,6 | 17,06±0,5 | 12,21±0,4 | 9,08±1,48 | 5,61±0,49 |
| 15 | 5 a, A | b, A | b, A | 9 c, A | 5 a, A | b, A | b, A | 6 c, A | 5 a, A | b, A | , A | 8 d, A | 5 a, A | 6b, A | c, A | d, A |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias de pérdida de peso a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias de pérdida de peso a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

En la Tabla 16 se muestra los resultados para la pérdida de peso del aguaymanto almacenado a temperatura ambiente, no obstante, se observó que al transcurrir los 15 días de almacenamiento, el testigo tuvo la mayor pérdida de peso seguido de los tratamientos compuestos con 5 - 6 % de almidón de oca amarilla y 0,25 - 0,50 % de miel de abeja, por otro lado, el tratamiento que conservo mejor su peso estuvo compuesto por 6 % de almidón y 1 % de miel. Estos hallazgos respaldan la afirmación de López et al. (2015), quienes, mediante la aplicación de un recubrimiento compuesto por proteínas de lactosuero y cera de abeja, lograron reducir la pérdida de peso en un 36,20% en frutos de aguaymanto almacenados a temperatura ambiente y en un 41,50% en condiciones de refrigeración. En una investigación similar, González et al. (2021) aplicaron un recubrimiento comestible comercial a diferentes concentraciones en frutos de guayaba. Sus resultados indicaron que el tratamiento T03, que fue el de mayor concentración, mostró diferencias significativas en comparación con los demás tratamientos, llegando al día 16 de almacenamiento con una pérdida del 9,4%, mientras que el tratamiento T0, de menor concentración, registró una pérdida del 27,6%. Estos hallazgos corroboran la importancia de la concentración del recubrimiento en la preservación de la calidad de los frutos, ya que se atribuye como una barrera de transferencia de gases retardando la respiración y transpiración del fruto durante el almacenamiento. El análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la pérdida de peso en frutos de aguaymanto (anexo 8) revela que la concentración de almidón, tiempo y la temperatura de almacenamiento y la interacción entre los mismos exhiben un efecto significativo ($p < 0,05$). Asimismo, se observa que la concentración de miel por sí sola y su interacción con la temperatura son estadísticamente significativas, con un valor de $p < 0,05$. Sin embargo, la interacción de la concentración de miel con los demás factores, es decir, almidón y tiempo, no muestra significancia estadística, ya que el valor p es superior a 0,05.

4.8. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre la pérdida de peso de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 17

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso durante el almacenamiento postcosecha para cada tratamiento a temperatura (5 °C).

| Tiempo de almacenamiento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | |
| | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 0 C | 0 C | 0 C | 0 C | 0 C | 0 C | 0 B | 0 D | 0 C | 0 C | 0 B | 0 D | 0 C | 0 C | 0 C | 0 C |
| 3 | 0,65±0,57 a, C | 0,31±0,0 27 a, C | 0,44±0,0 14 a, C | 0,38±0,2 2 a, C | 0,65±0,5 7 a, C | 0,34±0,0 6 a, B,C | 0,71±0,5 0 a, B | 0,38±0,1 9 a, C,D | 0,65±0,57 a, C | 0,62±0,1 6 a, C | 0,38±0,0 20 a, B | 0,43±0,32 a, C, D | 0,65±0,57 a, C | 0,47±0,08 a, B, C | 0,38±0,0 4 a, D, E | 0,28±0,0 7 a, C |
| 6 | 2,28±2,23 a, B,C | 2,95±1,0 41 a, B,C | 2,26±1,0 24 a, B,C | 1,44±0,0 7 a, B,C | 2,28±2,2 3 a, B,C | 3,25±1,9 3 a, B,C | 1,61±1,1 8 a, B | 0,59±0,2 0 a, C,D | 2,28±2,23 a, B,C | 1,93±0,1 6 a, C | 1,18±1,0 11 a, B | 0,90±0,54 a, C | 2,28±2,23 a, B,C | 1,04±0,67 a, A, B, C | 1,57±0,6 8 a, C, D | 0,92±0,7 9 a, B, C |
| 9 | 5,54±2,52 a, A,B,C | 4,13±1,0 50 a, A,B,C | 3,57±1,0 27 a, A,B | 1,97±0,1 5 a, B,C | 5,54±2,5 2 a, A,B,C | 4,54±1,7 4 a,b, B | 2,17±1,0 8 a,b, B | 1,26±0,3 2 b,B,C | 5,54±2,52 a, A,B,C | 4,84±0,6 2 a,b, B | 1,74±1,0 20 b, B | 2,66±0,33 a,b, B | 5,54±2,52 a, A,B,C | 2,04±1,79 a, A, B, C | 2,12±0,8 1 a, C | 1,73±1,6 0 a, B, C |
| 12 | 8,08±2,84 a, A, B | 5,89±3,0 09 a, A,B | 4,73±1,0 34 a, A,B | 3,57±1,3 4 a, A,B | 8,08±2,8 4 a, A, B | 8,82±1,9 2 a, A | 3,43±1,9 3 b,c, A,B | 1,80±0,2 5 c, B | 8,08±2,84 a, A, B | 7,25±1,2 1 a,b, A | 2,60±1,0 90 b, A, B | 3,45±0,20 a,b, B | 8,08±2,84 a, A, B | 6,79±5,30 a, A, B | 3,92±0,5 8 a, B | 3,10±1,0 3 a, A, B |
| 15 | 10,41±2,6 7 a, A | 7,67±1,0 90 a, A | 5,94±1,0 27 a, A | 5,48±1,3 9 a, A | 10,41±2,0 67 a, A | 9,79±1,9 3 a, A | 6,00±2,2 5 a, A | 5,17±0,8 7 a, A | 10,41±2,67 a, A | 8,83±1,4 9 a,b, A | 5,28±0,0 17 b, A | 4,91±0,30 b, A | 10,41±2,6 7 a, A | 7,27±1,34 a,b, A | 5,75±0,4 8 b, A | 4,43±0,5 9 b, A |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las medias de pérdida de peso a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las medias de pérdida de peso a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

En la tabla 17 se observa la variación en la pérdida de peso, evidenciando que el tratamiento control presento una pérdida de 10,41 % en comparación con los tratamientos recubiertos. En particular, el tratamiento 12 (6% almidón y 1% miel) registró la menor pérdida de peso, con un valor de 4,43 %. Conforme a las observaciones de Robayo y Zalazar (2018), se destaca que los recubrimientos desempeñan un papel crucial al establecer una barrera eficaz contra el agua, mitigando de esta manera la pérdida de peso. En nuestra investigación, corroboramos esta premisa al evidenciar pérdidas de peso menores en los tratamientos con recubrimiento. Hallazgos similares fueron reportados por Ali y Abdel (2021), quienes evaluaron las pérdidas de peso en frutos de aguaymanto recubiertos con Aloe Vera a una temperatura de $5^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Tras 12 días de almacenamiento, la muestra de control presentó una pérdida de peso del 7,25 %, en contraste con la muestra recubierta que exhibió un 5,31%. A los 18 días, la muestra de control mostró una pérdida de peso del 12,21%, mientras que la muestra con recubrimiento registró un 9,08%. Santos (2020), al aplicar un recubrimiento compuesto por mucílago y 2% de almidón en frutos de guanábana, informó una pérdida de peso del 6,11%. Estos resultados refuerzan la eficacia de los recubrimientos en la preservación de la calidad postcosecha de los productos agrícolas. El análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la pérdida de peso en frutos de aguaymanto (anexo 8) revela que la concentración de almidón, tiempo y la temperatura de almacenamiento y la interacción entre los mismos exhiben un efecto significativo ($p < 0,05$). Asimismo, se observa que la concentración de miel por sí sola y su interacción con la temperatura son estadísticamente significativas, con un valor de $p < 0,05$. Sin embargo, la interacción de la concentración de miel con los demás factores, es decir, almidón y tiempo, no muestra significancia estadística, ya que el valor de p es superior a 0,05.

4.9. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre la capacidad antioxidante de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 18

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de capacidad antioxidante del aguaymanto con recubrimiento a temperatura ambiente.

| Tiempo de almacenamiento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------------|------------|-------------|----------|-----------|------------|-------------|------------|------------|----------|-------------|----------|------------|------------|
| | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | |
| | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 15,69±0,14 a, | 15,26±0,28 a, | 14,70±0,37 | 14,08±0,22 | 15,69±0,14 | 14,84±0, | 14,79±0, | 13,52±0,43 | 15,69±0, | 14,70±0,14 | 14,46±0, | 13,47±0, | 15,69±0, | 14,70±0, | 14,60±0,33 | 12,57±0, |
| | D | E | a, F | a, E | a, D | 14 a, F | 65 a, D | a, D | 14 a, D | a, C | 08 a, F | 41 a, F | 14 a, D | 14 a, E | a, D | 93 a, F |
| 3 | 22,43±1,85 a, | 20,92±0,75 a, | 16,30±0,08b | 16,87±0,78 | 22,43±1,85 | 18,42±0, | 16,44±0, | 17,71±0,83 | 22,43±1, | 16,96±0,86 | 17,57±0, | 14,27±0, | 22,43±1, | 17,15±0, | 15,12±0,86 | 14,18±0, |
| | C | D | , C | b, D | a, C | 29 b, E | 78 b, D | b, C | 85 a, C | b, c, D | 08 b, E | 28 c, C | 85 a, C | 71 b, D | b, c, D | 59 c, E |
| 6 | 26,63±1,08 a, | 24,36±0,65 b, | 19,60±0,08c | 20,21±0,86 | 26,63±1,08 | 21,67±0, | 19,69±0, | 20,73±1,51 | 26,63±1, | 20,68±0,29 | 20,92±0, | 17,53±0, | 26,63±1, | 20,50±0, | 18,37±0,0. | 17,24±0, |
| | B | C | , D | c, C | a, B | 29 b, D | 78 b, C | b, B | 08 a, B | b, C | 14 b, D | 14 c, D | 08 a, B | 65 b, C | 65 c, C | 57 c, D |
| 9 | 28,75±0,29 a, | 26,86±0,75 b, | 22,15±0,29c | 22,71±0,94 | 28,75±0,29 | a, A,B | 24,32±0, | 22,38±0, | 23,61±0,88 | 29 a, A, | 23,0±0,90 | 23,42±0, | 20,26±0, | 29 a, A, | 23,09±0, | 21,11±0,94 |
| | A, B | B | , C | c, B | 29,03±0,16 | 25 b, C | 85 c, B | b, c, A | B | b, B | 22 b, C | 22 c, C | B | 71 b, B | c, B | 14 c, C |
| 12 | 29,03±0,16 a, | 28,42±0,75 a, | 23,80±0,08b | 24,22±0,67 | 29,03±0,16 | a, A,B | 25,87±0, | 23,80±0, | 25,16±0,86 | 16 a, A, | 24,41±0,78 | 24,93±0, | 21,53±0, | 16 a, A, | 24,46±0, | 22,57±0,78 |
| | A, B | A,B | , B | b, A,B | 29,03±0,16 | 37 b, B | 83 c, A,B | b, c, A | B | b, B | 16 b, B | 16 c, B | B | 79 b, B | c, B | 22 c, B |
| 15 | 30,30±1,06 a, | 29,22±0,83 a, | 25,54±0,29b | 24,88±0,14 | 30,30±1,06 | 27,14±0, | 25,26±0, | 24,88±0,08 | 30,30±1, | 26,96±0,45 | 25,92±0, | 24,13±0, | 30,30±1, | 26,77±0, | 25,21±0,41 | 23,37±0, |
| | A | A | , A | b, A | a, A | 14 b, A | 29 c, A | c, A | 06 a, A | b, A | 08 b, A | 22 c, A | 06 a, A | 57 b, A | b, A | 29 c, A |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del contenido de capacidad antioxidante a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del contenido de capacidad antioxidante a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento

En la Tabla N° 18 se presentan los resultados de la capacidad antioxidante del aguaymanto almacenados en estados de madurez 2 y 3, estos alcanzaron el estado de madurez 5 al día 15, los frutos en el día 0, exhibieron una capacidad antioxidante entre 12,57 y 15,69 $\mu\text{mol Trolox/g}$ de materia seca, para el día 15 el testigo presento el valor más alto seguido del tratamiento con 4% de almidón y 0,25% de miel, sin embargo los valores para la capacidad antioxidante de los frutos almacenados con el tratamiento compuesto por 6% de almidón y 1% de miel fueron menores lo que indica que los recubrimientos realizados con altos porcentajes de almidón y miel de abeja redujeron los procesos metabólicos que acontecen en los frutos coincidiendo Guroo (2021), quien realizo recubrimientos comestibles en rodajas de kiwi y obtuvo que las muestras con recubrimientos preservaron de manera más eficaz el fruto, sin embargo, la capacidad antioxidante del fruto fue menor al testigo. Por otro lado, los resultados mostraron un aumento progresivo de la capacidad antioxidante a medida que el aguaymanto madura, esto se muestra en el testigo y el tratamiento con 4% de almidón y 0,25% de miel, en una investigación similar Repo et al. (2008) llevaron a cabo un análisis similar en aguaymanto en diferentes estados de madurez. Sus resultados indicaron que el estado de madurez incide de manera directa y proporcional en el contenido de compuestos bioactivos, generando una mayor capacidad antioxidante a medida que el fruto alcanza un mayor grado de madurez. Por otro lado, Rodrigues et al. (2007) Menciona que la miel también tiene el potencial de ejercer una acción antioxidante por la inhibición de la formación de radicales libres, sin embargo, la capacidad antioxidante de un alimento se atribuye a la disminución de los carbohidratos, el aumento de los carotenoides totales y la mejora general de la capacidad antioxidante, según lo señalado por Corrales – Vergara et al. (2015), para el análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la capacidad antioxidante (Anexo 9), revela que los factores de concentración de almidón, temperatura y tiempo de almacenamiento, así como sus respectivas interacciones, manifiestan un efecto estadísticamente significativo ($p < 0,05$).

4.10. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre la capacidad antioxidante de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 19

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de capacidad antioxidante de frutos de aguaymanto durante el almacenamiento postcosecha a temperatura de (5 °C).

| Tiempo de almacenamiento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|----------|-------------|--------------|---------------|----------|-------------|------------|---------------|---------------|
| | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | |
| | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 14,37±0,16 a, | 15,27±0, | 14,70±0, | 14,09±0, | 14,37±0, | 14,84±0, | 14,80±0, | 13,52±0, | 14,37±0, | 14,70±0, | 14,47±0, | 13,48±0, | 14,37±0,16 | 14,70±0,14 | 14,61±0, | 12,86±0, |
| | F | 28 a, B | 22 a, E | 22 a, C | 16 a, F | 14 a, D | 65 a, D | 43 a, D | 16 a, F | 14 a, E | 08 a, D | 41 a, A | a, F | a, C | 33 a, D | 65 a, B |
| 3 | 16,31±0,64 a, | 17,77±2, | 16,17±0, | 15,17±0, | 16,31±0, | 16,26±0, | 15,65±0, | 14,84±0, | 16,31±0, | 16,02±0, | 15,84±0, | 18,48±7, | 16,31±0,64 | 16,59±0,43 | 16,12±0, | 14±1,02 |
| | E | 99 a, A,B | 70 a, D | 36 a, B | 64 a, E | 71 a, C,D | 57 a, C,D | 14 a, C | 64 a, E | 16 a, D | 25 a, C | 28 a, A | a, E | a, B | 51 a, C | b, A, B |
| 6 | 18,24±0,25 a, | 16,35±0, | 16,50±0, | 15,46±0, | 18,24±0, | 16,50±0, | 16,17±0, | 14,84±0, | 18,24±0, | 16,83±0, | 16,45±0, | 14,80±0, | 18,24±0,25 | 17,11±0,51 | 16,59±0, | 14,23±0, |
| | D | 57 b, B | 59 b, C,D | 16 b, B | 25 a, D | 82 b, B,C | 43 b, B,C | 14 c, C | 25 a, D | 25 b, C,D | 67 b, C | 67 c, A | a, D | a,b, B | 36 b, C | 78 c, A, B |
| 9 | 2,83±0,57 a, | 16,97±0, | 17,44±0, | 15,79±0, | 2,83±0,5 | 16,73±0, | 16,50±0, | 14,99±0, | 2,83±0,5 | 17,63±0, | 16,68±0, | 15,08±0, | 2,83±0,57 | 17,77±0,57 | 17,25±0, | 14,14±0, |
| | C | 28 b, B | 29 b, C | 29 c, B | 7 a, C | 50 b, B,C | 41 b, B,C | 14 c, C | 7 a, C | 65 b, B,C | 51 b, B, C | 41 c, A | a, C | b, B | 28 b, B, C | 37 c, A, B |
| 12 | 26,50±0,36 a, | 18,52±0, | 18,76±0, | 16,12±0, | 26,50±0, | 17,82±0, | 17,11±0, | 15,65±0, | 26,50±0, | 18,57±0, | 17,63±0, | 15,32±0, | 26,50±0,36 | 19,18±0,57 | 18,01±0, | 14,42±0, |
| | B | 37 b, A,B | 22 b, B | 42 c, A,B | 36 a, B | 25 b, B | 14 c, A, B | 16 d, B | 36 a, B | 16 b, A,B | 36 c, B | 43 d, A | a, B | b, A | 65 b, A, B | 37 c, A, B |
| 15 | 27,91±0,36 a, | 20,69±0, | 19,99±0, | 16,97±0, | 27,91±0, | 20,13±0, | 18,24±0, | 16,26±0, | 27,91±0, | 19,56±0, | 19,04±0, | 16,35±0, | 27,91±0,36 | 19,89±0,22 | 18,76±0, | 15,22±0, |
| | A | 29 b, A | 22 b, A | 65 c, A | 36 a, A | 36 b, A | 37c, A | 14 d, A | 36 a, A | 50 b, A | 36 b, A | 59 c, A | a, A | b, A | 29 c, A | 70 d, A |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del contenido de capacidad antioxidante a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del contenido de capacidad antioxidante a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

En la tabla 19 se observa la capacidad antioxidante de los frutos de aguaymanto que experimentan un incremento conforme transcurren los días de almacenamiento. El tratamiento testigo presenta un valor de 14,37 en el día de almacenamiento 0 y un valor de 27,91 en el día 15, estos valores de capacidad antioxidante fueron cercanos a los obtenidos por el tratamiento con 4% de almidón de oca amarilla y 0,25% de miel de abeja, sin embargo, la capacidad antioxidante de los frutos de aguaymanto con 4-5% de almidón de oca amarilla y 0,50-1% de miel de abeja fueron menores al valor del testigo y tratamiento con 4% de almidón y 0,25% de miel de abeja a través del tiempo, lo que indica que los recubrimientos realizados con altos porcentajes de almidón y miel de abeja redujeron los procesos metabólicos que acontecen en los frutos de aguaymanto manteniendo la capacidad antioxidante, asimismo con la investigación de (Carrasco y Encina, 2008), se concluye que el aguaymanto, a medida que madura, experimenta un aumento en sus compuestos bioactivos, como el ácido ascórbico, compuestos fenólicos y carotenos totales, generando así una mayor capacidad antioxidante. Este hecho sugiere que el grupo de control alcanzó un mayor grado de madurez en comparación con los tratamientos recubiertos. Por otro lado, los resultados obtenidos indican que, a mayor concentración de almidón, se logra un mejor recubrimiento del fruto y se preserva de manera más efectiva la capacidad antioxidante. En concordancia, (Grigolo et al, 2021) registraron una capacidad antioxidante de 16,9 $\mu\text{mol Trólox/g}$ de materia seca en el estado de madurez cuatro. Por otro lado, Corrales et al. (2015) obtuvieron valores de capacidad antioxidante de 22,63 $\mu\text{mol Trólox/g}$ de materia seca en el estado de madurez tres y 28,43 $\mu\text{mol Trólox/g}$ de materia seca en el estado de madurez cinco. Se infiere, por lo tanto, que nuestras muestras posiblemente alcanzaron un estado de madurez cinco. No obstante, es relevante destacar que diversos factores, como la temperatura, pueden incidir en el incremento o disminución de la capacidad antioxidante. El análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la capacidad antioxidante, como se presenta en el Anexo 9, revela que los factores de concentración de almidón, temperatura y

tiempo de almacenamiento, así como sus respectivas interacciones, manifiestan un efecto estadísticamente significativo ($p < 0,05$). En contraste, la concentración de miel, así como sus interacciones con el tiempo de almacenamiento, y simultáneamente con la interacción de estos dos factores con el almidón, exhiben un valor de p superior a 0,05, indicando que no poseen significancia en los frutos de aguaymanto.

4.11. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre el contenido de fenoles totales de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 20

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de fenoles totales del aguaymanto con recubrimiento a temperatura ambiente.

| Tiempo de almacenamiento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|----------------|--------------|-----------|-------------|-----------|-----------|----------|-------------|-----------|-----------|----------|-------------|-----------|-----------|----------|
| | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | |
| | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 1,28±0,02 | 1,28±0,01 a, | 1,25±0,02 a, | 1,16±0,02 | 1,28±0,02 | 1,23±0,02 | 1,29±0,01 | 1,18±0,0 | 1,28±0,0 | 1,32±0,02 | 1,18±0,02 | 1,21±0,0 | 1,28±0,0 | 1,20±0,03 | 1,17±0,01 | 1,17±0,0 |
| | a, F | C | C | a, E | a, F | a, F | a, E | 1 a, C | 2 a, F | a, C | a, E | 2 a, F | 2 a, F | a, E | a, E | 1 a, E |
| 3 | 1,41±0,01 | 1,37±0,02 | 1,32±0,02 b, | 1,25±0,01 | 1,41±0,01 | 1,34±0,02 | 1,28±0,02 | 1,25±0,0 | 1,41±0,0 | 1,35±0,05 | 1,29±0,03 | 1,27±0,0 | 1,41±0,0 | 1,33±0,03 | 1,28±0,02 | 1,23±0,0 |
| | a, C | a,b, C | E | c, E | a, C | b, C | c, E | 2 c, C | 1 a, C | a,b, C | b,c, E | 1 c, E | 1 a, C | b, D,E | b,c, E | 2 c, D,E |
| 6 | 1,60±0,02 | 1,55±0,02 a,b, | 1,52±0,03 b, | 1,44±0,02 | 1,60±0,02 | 1,53±0,02 | 1,47±0,03 | 1,44±0,0 | 1,60±0,0 | 1,52±0,03 | 1,49±0,03 | 1,42±0,0 | 1,60±0,0 | 1,51±0,03 | 1,48±0,02 | 1,39±0,0 |
| | a, D | D | D | c, D | a, D | a,b, D, | b, D | 5 b, D | 2 a, D | b, D | b,c, D | 1 c, D | 2 a, D | b, D | b, D | 2 c, D |
| 9 | 1,94±0,06 | 1,87±0,05 a,b, | 1,82±0,05 | 1,75±0,03 | 1,94±0,06 | 1,86±0,01 | 1,79±0,06 | 1,74±0,0 | 1,94±0,0 | 1,84±0,05 | 1,81±0,05 | 1,72±0,0 | 1,94±0,0 | 1,88±0,03 | 1,83±0,05 | 1,67±0,0 |
| | a, C | C | a,b, C | b, C | a, C | a,b, C | b, C | 5 b, C | 6 a, C | a,b, C | a,b, C | 3 b, C | 6 a, C | a, C | a, C | 3 b, C |
| 12 | 2,38±0,05 | 2,28±0,03 a,b, | 2,20±0,03 | 2,15±0,06 | 2,38±0,05 | 2,25±0,03 | 2,18±0,06 | 2,15±0,0 | 2,38±0,0 | 2,25±0,05 | 2,18±0,05 | 2,08±0,0 | 2,38±0,0 | 2,32±0,01 | 2,24±0,03 | 2,02±0,0 |
| | a, B | B | b,c, D | c, B | a, B | b, B | b, B | 3 b, B | 5 a, B | b, B | b,c, B | 1 c, D | 5 a, B | a,b, B | b, B | 5 c, B |
| 15 | 3,05±0,03 | 2,90±0,05 b, | 2,82±0,03 | 2,77±0,07 | 3,05±0,03 | 2,89±0,05 | 2,82±0,03 | 2,73±0,0 | 3,05±0,0 | 2,87±0,03 | 2,80±0,07 | 2,69±0,0 | 3,05±0,0 | 2,85±0,15 | 2,79±0,11 | 2,55±0,1 |
| | a, A | A | b,c, A | c, A | a, A | b, A | b,c, A | 6 c, A | 3 a, A | b, A | b,c, A | 2 c, A | 3 a, A | a,b, A | a,b, A | 5 b, A |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las medias del contenido de fenoles totales a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las medias del contenido de fenoles totales a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

En la Tabla N° 20 se presentan los resultados correspondientes a los Fenoles Totales, revelando que los resultados para fenoles en el día 0 oscilo entre 1,28 y 1,16 mg de ácido gálico/g de muestra en base seca, para el día 15, el testigo y los tratamientos con 4 – 5 % de almidón y con 0,25 – 0,50 % de miel exhiben un alto resultado de fenoles totales (3,05 mg de ácido gálico/g de muestra en base seca). Estos resultados se atribuyen al grosor del recubrimiento, el cual al ser más tenue facilita la liberación de gases del fruto y por ende, acelera su proceso de maduración, sin embargo, el tratamiento con 6% de almidón de oca y 1% de miel presentan valores de Fenoles Totales menores a los del testigo y el T01, lo que indica que los recubrimientos realizados con altos porcentajes de almidón y miel de abeja redujeron los procesos metabólicos que acontecen en los frutos retardando su maduración, lo cual coincidimos con Repo et al. (2008) donde indica que el estado de madures del fruto incide de manera directa y proporcional en el contenido de compuestos bioactivos, por otro lado, Cortés (2019), implementó un recubrimiento comestible sobre la mora de castilla, de lo cual obtuvo resultados menores para la mora con recubrimiento (93.5 mg de ácido gálico/100 g), mientras que la mora sin recubrimiento exhibió un valor mayor (141,4 mg de ácido gálico/100 g), comprobando de esta manera que los recubrimientos comestibles inciden de manera significativa sobre los frutos (Anexo 10).

4.12. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre el contenido de fenoles totales de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 21

Efecto de la concentración de miel, almidón y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de fenoles totales en frutos de aguaymanto durante el almacenamiento postcosecha a temperatura (5 °C).

| Tiempo de almacenamiento (días) | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | |
| | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | |
| | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | 1,19±0,01 a, E | 1,20±0,01 a, D | 1,21±0,02 a, D | 1,19±0,0 3 a, D | 1,19±0,0 1 a, E | 1,22±0,0 1 a, D | 1,21±0,0 2 a, D | 1,22±0,0 3 a, C | 1,19±0,0 1 a, E | 1,23±0,02 a, E | 1,18±0,02 a, E | 1,21±0,0 2 a, D | 1,19±0,0 1 a, E | 1,21±0,02 a, E | 1,25±0,02 a, D | 1,21±0,0 2 a, C |
| 3 | 1,41±0,01 a, D | 1,31±0,03 b, D | 1,24±0,03b D | 1,27±0,0 3 b, C,D | 1,41±0,0 1 a, D | 1,25±0,0 2 b, D | 1,23±0,0 2 b, D | 1,21±0,0 5 b, C | 1,41±0,0 1 a, D | 1,27±0,01 b, D,E | 1,29±0,03 b, D, E | 1,28±0,0 2 b, C, D | 1,41±0,0 1 a, D | 1,31±0,03 b, D, E | 1,26±0,05 b, D | 1,23±0,0 2 b, C |
| 6 | 1,47±0,06 a, D | 1,31±0,01 b, D | 1,34±0,05b , C | 1,30±0,0 0 b, B,C,D | 1,47±0,0 6 a, D | 1,34±0,0 5 b, C | 1,31±0,0 3 b, C,D | 1,28±0,0 2 b, B,C | 1,47±0,0 6 a, D | 1,35±0,01 b, C,D | 1,39±0,05 a,b, C, D | 1,32±0,0 2 b, D,C | 1,47±0,0 6 a, D | 1,40±0,03 a,b, C, D | 1,33±0,05 b,c, C, D | 1,27±0,0 1 c, B, C |
| 9 | 1,66±0,05 a, C | 1,44±0,03 b, C | 1,43±0,01b , B | 1,34±0,0 5 b, B,C | 1,66±0,0 5 a, C | 1,42±0,0 3 b, C | 1,34±0,0 5 b, C | 1,34±0,0 5 b, B | 1,66±0,0 5 a, C | 1,44±0,03 b, B,C | 1,43±0,06 b, B, C | 1,37±0,0 2 b, A, B, C | 1,66±0,0 5 a, C | 1,44±0,05 b, C | 1,41±0,01 b, B, C | 1,37±0,0 6 b, A, B |
| 12 | 1,99±0,05 a, B | 1,58±0,06 b, B | 1,51±0,0 2 b,c, B | 1,41±0,0 1 c, A,B | 1,99±0,0 5 a, B | 1,51±0,0 3 b, B | 1,46±0,0 2 b, B | 1,44±0,0 3 b, A | 1,99±0,0 5 a, B | 1,53±0,06 b, B | 1,53±0,02 b, B | 1,39±0,0 8 b, A, B | 1,99±0,0 5 a, B | 1,56±0,03 b, D | 1,47±0,03 b,c, A, B | 1,41±0,0 3 c, A |
| 15 | 2,35±0,05 a, A | 1,80±0,08 b, A | 1,61±0,03c , A | 1,51±0,0 7 c, A | 2,35±0,0 5 a, A | 1,72±0,0 3 b, A | 1,60±0,0 6 c, A | 1,52±0,0 1 c, A | 2,35±0,0 5 a, A | 1,75±0,05 b, A | 1,65±0,05 b, A | 1,47±0,0 3 b, A | 2,35±0,0 5 a, A | 1,70±0,03 b, A | 1,55±0,06 c, A | 1,46±0,0 5 c, A |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del contenido de fenoles totales a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias del contenido de fenoles totales a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

En la tabla 21 se observa el contenido de fenoles totales de los frutos de aguaymanto que experimentan un incremento conforme transcurren los días de almacenamiento. El tratamiento testigo presenta un valor de 2,35 en el día 15, estos valores de contenido de fenoles fueron cercanos a los obtenidos por el tratamiento con 4% de almidón de oca amarilla y 0,25% de miel de abeja, sin embargo, el contenido de fenoles de los frutos de aguaymanto almacenados con 6% de almidón de oca amarilla y 0,50-1% de miel de abeja fueron menores al valor del testigo y tratamiento con 4% de almidón y 0,25% de miel de abeja a través del tiempo, lo que indica que los recubrimientos realizados con altos porcentajes de almidón y miel de abeja redujeron los procesos metabólicos que acontecen en los frutos de aguaymanto manteniendo el contenido de fenoles totales cercano al valor inicial. Asimismo, Carrasco y Encina (2008) obtuvieron un valor de 1,54 mg de ácido gálico/g de fruto en estado de madurez 3. Sus hallazgos indican que el estado de madurez en el aguaymanto guarda una relación directamente proporcional con su contenido de compuestos bioactivos, incidiendo de manera concomitante en una mayor capacidad antioxidante a medida que el fruto madura. Esto explica el mayor contenido de fenoles totales en el tratamiento testigo, alineando nuestros resultados de manera cercana a los obtenidos en su investigación.

Por otra parte, Espejel et al. (2020) registraron un incremento en los fenoles de uva verde durante el almacenamiento postcosecha. En su estudio, las uvas control exhibieron un mayor contenido de fenoles en comparación con los tratamientos recubiertos. Durante la fase de sobre maduración, el tratamiento testigo experimentó una drástica disminución, mientras que los tratamientos recubiertos disminuyeron en menor medida. Inicialmente, las uvas control presentaron un contenido de fenoles totales de 332.33 mg de ácido gálico/g de fruto, alcanzando al final del almacenamiento los valores de 22,33 mg de ácido gálico/g de fruto, en contraste con un promedio de 613,16 mg de ácido gálico/g de fruto para las uvas con recubrimiento. En nuestro estudio, aunque observamos un aumento continuo en los fenoles totales, no se registró

una fase de sobre maduración. Es posible inferir que, de haberse evaluado un periodo de almacenamiento más prolongado, podría haberse observado una disminución en el contenido de fenoles totales. El ANOVA para fenoles totales, como se presenta en el Anexo 10, revela que los factores de concentración de almidón, temperatura y tiempo de almacenamiento, así como sus respectivas interacciones, manifiestan un efecto estadísticamente significativo ($p < 0,05$). En contraste, la concentración de miel, así como su interacción con la temperatura de almacenamiento, y simultáneamente con la interacción de estos dos factores con el almidón, exhiben un valor de p superior a 0,05, indicando que no poseen significancia en los frutos de aguaymanto.

4.13. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre el color de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 22

Influencia de tiempo, almidón y miel sobre parámetros de color (L, a* y b*) en los frutos de aguaymanto a temperatura ambiente.*

| Tiempo de almacenamiento (días) | PARAM ETROS | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|---------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | | 0,25 | | | | 0,5 | | | | 0,75 | | | | 1 | | | |
| | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | | Almidón (%) | | | |
| | | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 |
| 0 | L* | 78,17±0,3 0 a, A | 71,27±0,4 0 a, B | 69,55±0,3 3 a, A,B | 69,60±0,4 44 a, B | 78,17±0,3 30 a, A | 78,52±0,3 22 a, A | 71,53±0,3 43 a, A | 74,68±0,3 4 a, A | 78,17±0,3 30 a, A | 75,64±0,3 37 a, A | 75,07±0,16 a, A | 71,28±0,7 7 a, A | 78,17±0,3 30 a, A | 73,74±0,32 a, A | 73,68±0,4 0 a, B | 75,99±0,3 3 a, A |
| | a* | 5,26±0,33 a, E | 2,99±0,15 a, C | -5,06±0,80 a, C | 4,97±0,8 4 a, E | 5,26±0,3 3 a, E | 2,95±0,2 0 a, D | 5,6±0,29 a, C | 5,73±0,18 a, C | 5,26±0,3 3 a, E | 4,94±0,2 2 a, D | -5,56±0,20 a, D | 3,21±0,35 a, C | 5,26±0,3 3 a, E | -3,11±0,60 a, C | 2,53±0,23 a, C | -4,92±0,18 a, D |
| | b* | 59,52±0,3 0 a, D | 50,92±0,2 2 a, E | 52,63±0,3 2 a, C | 55,15±0,3 79 a, C | 59,52±0,3 30 a, D | 59,68±0,3 32 a, D | 51,36±0,3 31 a, D | 54,68±0,4 7 a, C | 59,52±0,3 30 a, D | 58,55±0,3 48 a, C | 57,97±0,14 a, E | 56,95±0,4 0 a, C | 59,52±0,3 30 a, D | 51,63±0,49 a, D | 56,56±0,3 3 a, D | 58,79±0,5 6 a, C |
| 3 | L* | 68,69±0,7 8 b, B | 73,82±0,4 1 a, A | 66,73±0,3 2 c, C | 68,04±0,3 40 b,c, C | 68,69±0,3 78 b, B | 75,17±0,3 27 a, B | 69,73±0,3 66 b, B | 69,66±0,6 3 b, C | 68,69±0,3 78 b, B | 68,74±0,3 40 b | 71,54±0,44 a, B | 68,91±0,2 4 b, C | 68,69±0,3 78 b, B | 65,91±0,31 d, C | 73,51±0,5 0 a, B | 71,27±0,5 0 b, C |
| | a* | 1,13±0,37 b, D | -1,9±0,20 c, C | 2,95±0,11 a, B | 1,73±0,1 7 c, D | 7 b, D | 3,26±0,3 0 a, B,C | 1,6±0,16 c, B | 1,10±0,85 b, B | 7 b, D | 1,43±0,4 1 a,b, C | 2,47±0,29 a, C | 4,32±0,65 c, C | 7 b, D | 0,08±2,03a , B | 2,93±0,13 b, C | -1,17±0,17 a,b, C |
| | b* | 60,61±0,5 3 a, D | 57,7±0,48 b, D | 58,72±0,4 4 b, A | 57,81±0,3 60 b, B | 60,61±0,3 53 a, D | 60,57±0,3 23 a, D | 56,75±0,3 46 b, B | 59,94±0,7 0 a, B | 60,61±0,3 53 a, D | 61,52±0,3 47 a, B | 59,68±0,60 b, D | 59,53±0,6 2 b, B | 60,61±0,3 53 a, D | 58,98±0,20 c, B | 58,88±0,4 2 c, C | 61,26±0,5 38 a, B |
| 6 | L* | 69,68±0,4 6 a, B | 67,48±0,4 8 b, C | 69,95±0,4 0 a, A | 67,19±0,3 24b, C | 46 a, B | 71,72±0,3 31 a, C | 93 b,c, B,C | 67,82±0,3 9 c, D | 46 a, B | 67,49±0,3 43 c, D | 71,64±0,47 a, B | 67,42±0,4 7 c, D | 46 a, B | 70,64±0,45 b, B | 72,95±0,2 9 a, B | 69,65±0,3 1 b, D |
| | a* | 1,67±0,06 c, D | 3,44±0,36 a,b, B | 2,52±0,38 b,c, B | 8 a,b, B, C | 6 c, D | 3,69±0,2 8 a, A, B | 3,20±0,2 8 a, A | 3,52±0,29 a, A | 6 c, D | 2,33±0,1 1 a,b, B | 2,63±0,46 a, B,C | 2,86±0,39 a, A,B | 6 c, D | 2,10±0,86 a, A,B | 2,19±0,3 9 a, B | 1,63±0,49 a, C |
| | b* | 63,44±0,5 9 a, C | 61,22±0,3 2 b, A | 59,77±0,4 5 c, A | 60,11±0,3 33 b,c, A | 63,44±0,3 59 a, C | 63,20±0,3 34 a,b, D | 59,05±0,3 26c, A | 62,15±0,3 7 b, A | 63,44±0,3 59 a, C | 63,25±0,3 69 a, A | 60,85±0,25 b, C | 61,86±0,2 9 b, A | 63,44±0,3 59 a, C | 61,38±0,36 b, A | 60,05±0,4 9 c, B | 63,02±0,4 6 a, A |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|-----------|
| | | | | | 69,15±0, | | 67,25±0, | | 69,15±0, | | | | 69,15±0, | | | | |
| | L* | 69,15±0,5 | 66,69±0,3 | 68,64±0,4 | 72,11±0, | 50 b, B | 75,16±0, | 37 d, C, | 71,81±0,3 | 50 b, B | 70,11±0, | 71,15±0,46 | 70,64±0,3 | 50 b, B | 70,96±0,35 | 75,53±0,4 | 70,84±0,4 |
| | | 0 b, B | 3 c, C | 3 b, B | 34 a, A | | 33 a, B | D | 0 b, B | | 36 a,b, B | a, B | 6 a, A,B | | b, B | 7 a, A | 7 b, C |
| 9 | | | | | 9,35±1,1 | | | | | 9,35±1,1 | 1,99±0,1 | | | 9,35±1,1 | | | |
| | a* | 9,35±1,18 | 3,49±0,27 | 3,81±0,65 | 2,41±0,3 | 8 a, C | 2,85±0,1 | 3,87±0,7 | 2,93±0,17 | 8 a, C | 7 b,c, | 3,63±0,32 | 1,48±0,29 | 8 a, C | 1,77±0,88b | 2,58±0,30 | 1,76±0,23 |
| | | a, C | b, B | b, B | 8 b, C | | 9 b, C | 2 b, A | b, B | | B,C | b, A, B | c, B | | , A,B | b, B | b, B |
| | b* | 65,04±0,1 | 60,87±0,1 | 55,22±0,4 | 60,97±0, | 65,04±0, | 56,73±0, | 59,23±0, | 60,10±0,4 | 65,04±0, | 63,14±0, | 66,09±0,43 | 59,15±0,4 | 65,04±0, | 61,77±0,49 | 63,98±0,2 | 61,44±0,5 |
| | | 4 a, B | 5 b, A | 6 c, B | 27 b, A | 14 a, B | 39 c, E | 49 b, A | 7 b, B | 14 a, B | 41 c, A | a, A | 2 d, B | 14 a, B | c, A | 0 b, A | 1 c, B |
| | L* | 61,32±0,4 | 72,27±0,6 | 67,29±0,5 | 67,11±0, | 61,32±0, | 66,53±0, | 64,76±0, | 70,72±0,4 | 61,32±0, | 67,86±0, | 68,63±0,48 | 69,77±0,3 | 61,32±0, | 61,97±0,38 | 66,09±0,3 | 72,85±0,3 |
| | | 0 c, C | 3 a, B | 4 b, C | 30b, C | 40 c, C | 47 b, B | 48c, E | 6 a, B,C | 40 c, C | 38 b, C,D | b, C | 5 a, B,C | 40 c, C | c, E | 5 b, B | 6 a, B |
| 12 | a* | 16,03±0,9 | 4,89±0,34 | 3,67±0,58 | 3,92±0,1 | 16,03±0, | 2,80±0,3 | 3,61±0,3 | 3,08±0,99 | 16,03±0, | 3,60±0,4 | 3,56±0,4b | 3,01±0,82 | 16,03±0, | 2,82±1,65b | 2,37±0,39 | 2,41±0,39 |
| | | 8 a, B | b, A | b, B | 4 b, B | 98 a, B | 1 b, C | 7 b, A | b, A,B | 98 a, B | 0 b, A | , A,B,C | b, A,B | 98 a, B | , A | c, B | c, B |
| | b* | 65,95±0,6 | 59,81±0,2 | 50,69±0,5 | 51,67±0, | 61 a, A, | 64,76±0, | 55,07±0, | 50,77±0,3 | 61 a, A, | 43 b, A, | 65,90±0,29 | 44,66±0,5 | 61 a, A, | 55,93±0,21 | 57,28±0,3 | 47,33±0,4 |
| | | 1 a, A, B | 7 b, B | 2 c, D | 40 c, D | B | 40 b, B | 32 c, C | 4 d, D | B | B | a, A | 2 c, D | B | c, C | 4 b, D | 1 d, D |
| | L* | 59,25±0,9 | 66,91±0,3 | 66,22±0,4 | 64,59±0, | 59,25±0, | 70,95±0, | 66,53±0, | 69,77±0,4 | 59,25±0, | 65,57±0, | 67,83±0,27 | 63,43±0,3 | 59,25±0, | 63,78±0,24 | 71,75±0,4 | 66,18±0,5 |
| | | 2 c, D | 7 a, C | 0 a, C | 45b, D | 92 c, D | 42 a, C | 47b, D | 7 a, C | 92 c, D | 39 b, E | a, C | 6 c, E | 92 c, D | c, D | 5 a, C | 4 b, E |
| 15 | a* | 17,95±0,0 | 5,06±0,93 | 5,45±0,46 | 5,62±0,4 | 17,95±0, | 4,38±0,4 | 4,07±0,6 | 3,76±0,94 | 17,95±0, | 4,4±0,34 | 3,94±0,66 | 4,06±0,91 | 17,95±0, | 3,52±0,43b | 3,74±0,92 | 3,38±0,38 |
| | | 9 a, A | b, A | b, A | 5 b, A | 09 a, A | 0 b, A | 8 b, A | b, A | 09 a, A | b, A | b, A | b, A | 09 a, A | , A | b, A | b, A |
| | b* | 67,03±0,2 | 58,84±0,3 | 42,86±0,2 | 41,29±0, | 67,03±0, | 69,84±0, | 51,16±0, | 50,26±0,6 | 67,03±0, | 58,55±0, | 63,96±0,17 | 37,75±0,3 | 67,03±0, | 45,49±0,85 | 47,90±0,2 | 46,16±0,3 |
| | | 9 a, A | 6 b, C | 7 c, E | 52 d, E | 29 a, A | 37 a, A | 36 c, D | 0 c, D | 29 a, A | 44 c, C | b, B | 8 d, E | 29 a, A | c, E | 9 b, E | 3 c, D |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias de los parámetros de color a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias de los parámetros de color a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

La Tabla 22 muestra los resultados para el color del aguaymanto con recubrimiento, con respecto a las coordenadas L^* , en el día 15 el testigo muestran un valor menor en comparación al día 0, para el tratamiento con 6% de almidón y 1% de miel se evidencio una disminución de los valores en el transcurso del almacenamiento, en relación con la coordenada a^* , el testigo presenta un aumento de valores significativo a comparación del tratamiento con mayor concentración, de igual manera, para la coordenada b^* se presenta un aumento en los resultados del testigo al transcurrir los 15 días de almacenamiento, sin embargo, para el tratamiento con mayor concentración (6% de almidón y 1% de miel) se presenta una disminución de resultados entre el día 0 y el día 15, es relevante destacar que los resultados del testigo son cercanos a los obtenidos por Velásquez et al. (2022), quienes reportaron valores para la coordenada L^* de 52,52, para la coordenada a^* de 14 y para la coordenada b^* de 55,26 en aguaymanto sin recubrimiento en el día 17 de almacenamiento a T° de 20°C . Sin embargo, los resultados obtenidos para los tratamientos con recubrimiento en relación con la coordenada a^* exhiben diferencia entre los valores registrados por el autor y el testigo. Esta disparidad se atribuye a la variabilidad en la concentración y al tipo específico de recubrimiento empleado, factores que inciden de manera determinante en la mencionada coordenada, por lo que coincidimos con las conclusiones de Aguilar (2013), donde corrobora que la coordenada a^* , los grados hue ($^\circ\text{h}$) y la saturación del color (C) se ven afectados por el tipo y espesor del recubrimiento. Por otro lado, el ANOVA para el parámetro de color L^* , a^* y b^* muestran un efecto significativo ($p < 0.05$) en la preservación y conservación de los frutos de aguaymanto (anexo 11).

4.14. Evaluación del efecto de aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y miel de abeja sobre el color de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) en el almacenamiento postcosecha.

Tabla 23

Influencia de tiempo, almidón y miel sobre parámetros de color (L, a* y b*) de frutos de aguaymanto a temperatura (5 ° C).*

| | | Miel (%) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------|-----------------|--------------------|---------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|---|
| Tiempo de almacenamiento (días) | PARAMETROS | 0,25 | | | 0,5 | | | 0,75 | | | 1 | | | | | | | |
| | | Almidón (%) | | | Almidón (%) | | | Almidón (%) | | | Almidón (%) | | | | | | | |
| | | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | T | 4 | 5 | 6 | |
| 0 | L* | 75,18±0,64 a, A | 74,49±0,98 a, A | 73,50±0,57 a, A | 71,14±1,47 a, A,B | 75,18±0,64 a, A | 74,39±2,97 a, A | 73,39±0,86 a, A | 72,88±0,19 a, A | 75,18±0,64 a, A | 76,50±2,23 a, A | 72,42±1,45 a, A | 75,19±1,04 a, A | 75,18±0,64 a, A | 72,32±1,11 a, A | 73,22±2,07 a, A | 75,66±0,53 a, A | |
| | | -3,2±0,93 a, D | - | - | - | -3,2±0,93 a, D | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | 51,26±0,25 a, D | 60,28±2,88 a, A | 63,96±3,79 a, A | 57,49±8,77 a, A | 51,26±0,25 a, D | 62,15±2,23 a, A | 64,69±3,94 a, A | 60,49±2,57 a, A | 51,26±0,25 a, D | 65,66±4,30 a, A | 63,66±3,91 a, A | 66,63±6,44 a, A | 51,26±0,25 a, D | 67,21±2,49 a, A | 59,04±1,98 a, A | 66,12±4,79 a, A | |
| | L* | 68,46±0,49 a, B | 70,13±1,34 a, B | 70,55±2,45 a, A,B | 70,99±2,25 a, A,B | 68,46±0,49 a, B | 73,40±1,32 a, A,B | 72,41±1,25 a, A | 70,83±0,83 a,b, A,B | 68,46±0,49 a, B | 71,63±1,15 a, A,B | 72,11±1,53 a, A | 73±3,2 a, A, B | 68,46±0,49 a, B | 69,6±0,40 a,b, A, B | 69,51±1,80 a,b, A, B | 72,32±1,30 a, A, B | |
| | | 2,13±0,51 a, D | 2,87±0,20 a, C | 3,23±0,47 a, A | 2,34±0,44 a, B,C | 2,13±0,51 a, D | 2,83±0,5 a, B,C | 2,24±0,23 a, B | 2,51±0,37 a, B,C | 2,13±0,51 a, D | 2,57±0,21 a, A,B | 2,52±0,07 a, A | 3,22±0,98 a, C | 2,13±0,51 a, D | 3,12±0,83 a, C | 2,79±0,84 a, B, C | 3,26±0,55 a, B, C | |
| | | 56,30±0,87 a, C | 59,33±0,42 a, A | 57,81±8,06 a, A | 60,23±0,78 a, A | 56,30±0,87 a, C | 65,04±5,78 a, A | 59,96±2,79 a, A | 61,12±2,06 a, A | 56,30±0,87 a, C | 61,27±4,08 a, A, B | 64±2,61 a, A | 55,34±4,73 a, A | 56,30±0,87 a, C | 58,37±3,34 a, A, B | 56,25±2,60 a, A, B | 60,39±2,79 a, A, B | |
| | L* | 63,09±0,20 b, C | 69,06±0,87 a, B, C | 69,77±1,33 a, A,B,C | 69,03±0,57 a, B | 63,09±0,20 b, C | 69,30±0,54 a, B,C | 70,10±1,55 a, A,B | 69,05±0,06 a, A,B,C | 63,09±0,20 b, C | 67,69±0,32 b, B,C | 68,85±0,98 b, A, B | 70,51±0,41 a, A, B, C | 63,09±0,20 b, C | 68,62±1,03 b, A, B | 72,52±0,58 a, A, B | 70,64±1,28 a,b, B, C | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|
| | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | a* | 0,13±0,9 | 0,82±0 | 1,78±0, | 2,20±0, | 0,13±0,9 | 0,97±0 | 2,01±0 | 2,40±0,4 | 0,13±0, | 2,09±0 | 0,48±3 | 2,96±0 | 0,13±0, | 1,69±0 | 2,81±0, | 1,43±0 |
| | | 0 a, C,D | ,44 a,b, | 48 b, A | 48 b, | 0 a, C,D | ,59 a,b, | ,22 b, | 4 b, B,C | 90 a, | ,18 a, | ,56 a, | ,72 a, | 90 a, | ,10 a,b, | 80 b, B, | ,32 a,b, |
| | | | B | | B,C | | B | B | | C,D | A | A | C | C,D | B, C | C | A, B |
| | b* | 60,56±0, | 52,95± | 51,23±7 | 53,25±6 | 60,56±0, | 50,37± | 56,91± | 57,86±1 | 60,56±0 | 54,24± | 58,70± | 59,44± | 60,56±0 | 56,58± | 59,11±3 | 54,24± |
| | | 46 a, B | 7,05 a, | ,52 a, A | ,69 a, A | 46 a, B | 9,08 a, | 4,12 a, | a, A,B | ,46 a, B | 3,36 a, | 6,60 a, | 5,86 a, | ,46 a, B | 1,87 | ,27 a,b, | 2,31 b, |
| | | | A | | | | A | A | | | B, C, | A | A | | a,b, A, | A | A, B |
| | | | | | | | | | | | D | | | | B | | |
| | L* | 62,36±0, | 69,23± | 66,93±0 | 74,16±0 | 62,36±0, | 70,81± | 67,77± | 69,19±1, | 62,36±0 | 64,82± | 69,42± | 69,60± | 62,36±0 | 70,12± | 68,13±1 | 66,94± |
| | | 56 d, C | 0,66 b, | ,56 c, | ,69 a, A | 56 d, C | 1,27 a, | 2,73 a, | 05 a, | ,56 d, C | 2,98 | 2,10 a, | 1,80 a, | ,56 d, C | 1,75 a, | a,b, B | 1,17 b, |
| | | | B,C | B,C | | | A,B | A,B | A,B,C | | a,b, C | A, B | B, C | | A, B | | C, D |
| 9 | a* | 2,80±0,8 | - | 0,62±3, | - | 2,80±0,8 | - | - | - | 2,80±0, | - | - | - | 2,80±0, | - | - | - |
| | | 1 a, B, C | 1,38±0 | 72 a,b, | 2,33±0, | 1 a, B, C | 1,61±0 | 1,69±1 | 0,66±1,0 | 81 a, B, | 1,35±0 | 2,18±0 | 1,76±0 | 81 a, B, | 1,86±0 | 1,96±0, | 2,48±0 |
| | | | ,55 a,b, | A | 33 b, | | ,26 b, | ,05 b, | 1 b, B | C | ,42 b, | ,35 b, | ,69 b, | C | ,28 b, | 50 b, A, | ,62 b, |
| | | | B | | B,C | | B,C | B | | | A | A | B, C | | B, C | B | B, C |
| | b* | 61,23±0, | 61,20± | 56,63±3 | 55,97±3 | 61,23±0, | 59,42± | 58,62± | 51,31±3, | 61,23±0 | 49,91± | 61,79± | 55,41± | 61,23±0 | 60,39± | 48,21±0 | 55,12± |
| | | 29 a, B | 5,84 a, | ,67 a, A | ,06 a, A | 29 a, B | 4,93 | 2,62 | 39 b, B | ,29 a, B | 4,71 b, | 4,65 a, | 4,46 | ,29 a, B | 8 a, A, | ,17 a, | 6,25 a, |
| | | | A | | | | a,b, A | a,b, A | | | C, D | A | a,b, A | | B | A, B | A, B |
| | L* | 59,26±0, | 65,64± | 65,36±2 | 67,14±2 | 59,26±0, | 64,62± | 64,70± | 66,61±2, | 59,26±0 | 64,71± | 65,75± | 65,53± | 59,26±0 | 65,29± | 62,54±0 | 62,73± |
| | | 93b, D | 2,41 a, | a, C | ,66 a, B | 93b, D | 1,21 a, | 1,81 a, | 51 a, C | ,93b, D | 1,44 a, | 2,46 a, | 1,15 a, | ,93b, D | 2,33 a, | ,67 a,b, | 0,56 a, |
| | | | C | | | | C | B | | | C | B | C | | B, C | C | D |
| 12 | a* | 5,30±1,7 | - | - | - | 5,30±1,7 | - | - | - | 5,30±1, | - | - | - | 5,30±1, | - | - | - |
| | | 2 a, D | 1,07±0 | 1,11±0, | 0,97±0, | 2 a, D | 0,78±0 | 1,81±1 | 1,11±0,2 | 72 a, D | 0,89±0 | 0,78±0 | 0,60±1 | 72 a, D | 0,64±0 | 0,66±0, | 0,17±0 |
| | | | ,48 b, | 80 b, A | 74 b, B | | ,57 b, | ,25 b, | 8 b, B | | ,43 b, | ,65 b, | ,38 b, | | ,80 b, | 67 b, A | ,07 b, |
| | | | B | | | | B | A,B | | | A | A | B | | B | | A |
| | b* | 61,84±0, | 53,28± | 56,29±4 | 54,08±7 | 61,84±0, | 54,43± | 52,92± | 56,09±2, | 61,84±0 | 58,13± | 56,67± | 54,01± | 61,84±0 | 53,15± | 54,36±1 | 51,84± |
| | | 13 a, A,B | 3,04 a, | ,76 a, A | ,25 a, A | 13 a, A,B | 4,31 a, | 6,04 a, | 52 a, A,B | ,13 a, | 2,02 a, | 8,66 a, | 0,84 a, | ,13 a, | 0,49 b, | ,94 b, | 3,88 b, |
| | | | A | | | | A | A | | A,B | A, B, | A | A | A,B | B, C | A, B | B |
| | | | | | | | | | | | C | | | | | | |
| | L* | 69,63±0, | 69,43± | 69,86±2 | 70,91±1 | 69,63±0, | 74,42± | 65,40± | 67,27±2, | 69,63±0 | 65,16± | 66,84± | 69,19± | 69,63±0 | 63,06± | 63,39±2 | 65,24± |
| | | 68 a, B | 1,91 a, | ,98 a, A, | ,55 a, | 68 a, B | 2,33 a, | 4,68 b, | 41 a,b, | ,68 a, B | 2,38 a, | 3,66 a, | 2,91 a, | ,68 a, B | 2,93 a, | ,59 a, C | 3,78 a, |
| | | | B,C | B, C | A,B | | A | B | B,C | | C | A, B | B, C | | C | | D |
| 15 | a* | 9,55±1,3 | 1,58±0 | 0,05±0, | 2,11±1, | 9,55±1,3 | 1,89±1 | 0,95±1 | 3,18±1,2 | 9,55±1, | - | - | 1,71±0 | 9,55±1, | 1,43±0 | - | 0,04±1 |
| | | 9 a, A | ,92 b, | 90 b, A | 23 b, A | 9 a, A | ,79 b, | ,54 b, | 9 b, A | 39 a, A | 1,66±1 | 0,84±0 | ,28 b, | 39 a, A | ,35 b, | 0,79±0, | ,55 b, |
| | | | A | | | | A | A | | | ,47 b, | ,73 b,c, | A | | A | 11 b, A | A |
| | | | | | | | | | | | A | A | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|--------|---------|----------|---------|---------|--------|
| b* | 62,56±0, | 55,84± | 55,13±2 | 60,35±6 | 62,56±0, | 54,21± | 56,63± | 53,03±3, | 62,56±0 | 45,51± | 57,57± | 54,63± | 62,56±0 | 42,48± | 43,99±1 | 48,67± |
| | 50 a, A | 10 a, A | ,94 a, A | ,08 a, A | 50 a, A | 7,63 a, | 6,07 a, | 14 a, B | ,50 a, A | 3,49 c, | 2,93 | 3,55 b, | ,50 a, A | 3,88 b, | 2,36 b, | 4,82 |
| | | | | | | A | A | | | D | a,b, A | A | | C | B | a,b, B |

Nota. Diferentes letras minúsculas (línea horizontal) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias de los parámetros de color a diferentes concentraciones de almidón (incluido el testigo) y para cada porcentaje de miel y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas (línea vertical) indican diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las medias de los parámetros de color a diferentes tiempos de almacenamiento para cada porcentaje de almidón (incluido el testigo) y miel. Datos son presentados en promedio \pm desviación estándar con tres réplicas para cada tratamiento.

En la tabla 23 se observa los parámetros de color de frutos de aguaymanto, evidenciando que tanto el parámetro L^* (blanco-negro) como b^* (azul-amarillo) han experimentado una disminución hasta el día 12 de almacenamiento para todos los tratamientos, incluido el grupo de control. No obstante, para el día 15, ambos parámetros han experimentado un aumento, con la excepción del tratamiento 10, que ha mostrado una reducción hasta el día 15 de almacenamiento. En cuanto al parámetro a^* (verde-rojo), se observa un incremento constante durante el período de almacenamiento para todos los tratamientos.

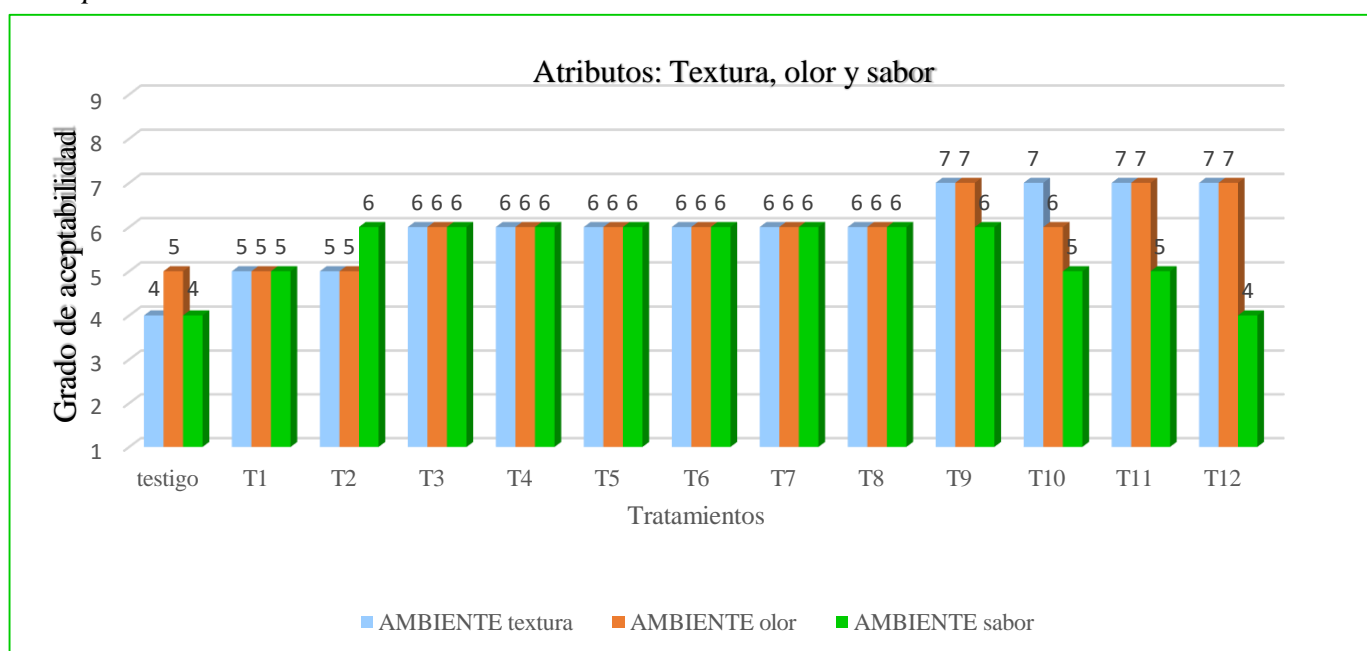
Según los resultados obtenidos por Artega y León (2015) para frutos en estado de madurez 1, el parámetro L^* presentó un valor de 58,1, a^* -9,6 y para b^* 38,7. En el estado de madurez 4, los valores fueron de 45,3 para L^* , 5,8 para a^* , y 28,1 para b^* . En nuestra investigación, se han obtenido valores superiores, pero se ha observado un comportamiento similar durante el almacenamiento, caracterizado por la disminución de los parámetros L^* y b^* y el aumento del parámetro a^* .

La variación en el color del aguaymanto se atribuye a la degradación de la clorofila y la acumulación de carotenoides, principalmente β -caroteno (Gutiérrez et al, 2008; Fischer y otros, 2000). En nuestra investigación, el recubrimiento de almidón y miel ha demostrado prevenir la degradación de la clorofila, razón por la cual el grupo de control ha experimentado acumulación de carotenoides, presentando un valor para el parámetro a^* de 9,55, en comparación con el tratamiento 11 (5% de almidón y 1% de miel), que exhibe un valor menor para a^* de 0,79. El ANOVA para el parámetro de color L^* (anexo 11) muestran que para los factores concentración de almidón, miel, temperatura y tiempo de almacenamiento y la interacción de los mismos, tienen efecto significativo ($p < 0.05$) en los frutos de aguaymanto, Para el parámetro a^* (anexo 12) muestran que para los factores concentración de almidón, miel, temperatura y tiempo de almacenamiento y la interacción de los mismos, tienen efecto significativo ($p < 0,05$) a diferencia de la interacción de almidón, miel y temperatura que presenta un p superior a 0,05 en los frutos

de aguaymanto y para el parámetro b^* (anexo 13) muestran que para los factores concentración de almidón, miel, y tiempo de almacenamiento y la interacción de los mismos, tienen efecto significativo ($p < 0,05$), a diferencia del factor temperatura que no tiene un efecto significativo presentando un valor p superior a 0,05 en los frutos de aguaymanto.

Figura 5

Valores de los atributos textura, olor y sabor del aguaymanto con recubrimiento comestible almacenado a temperatura ambiente.

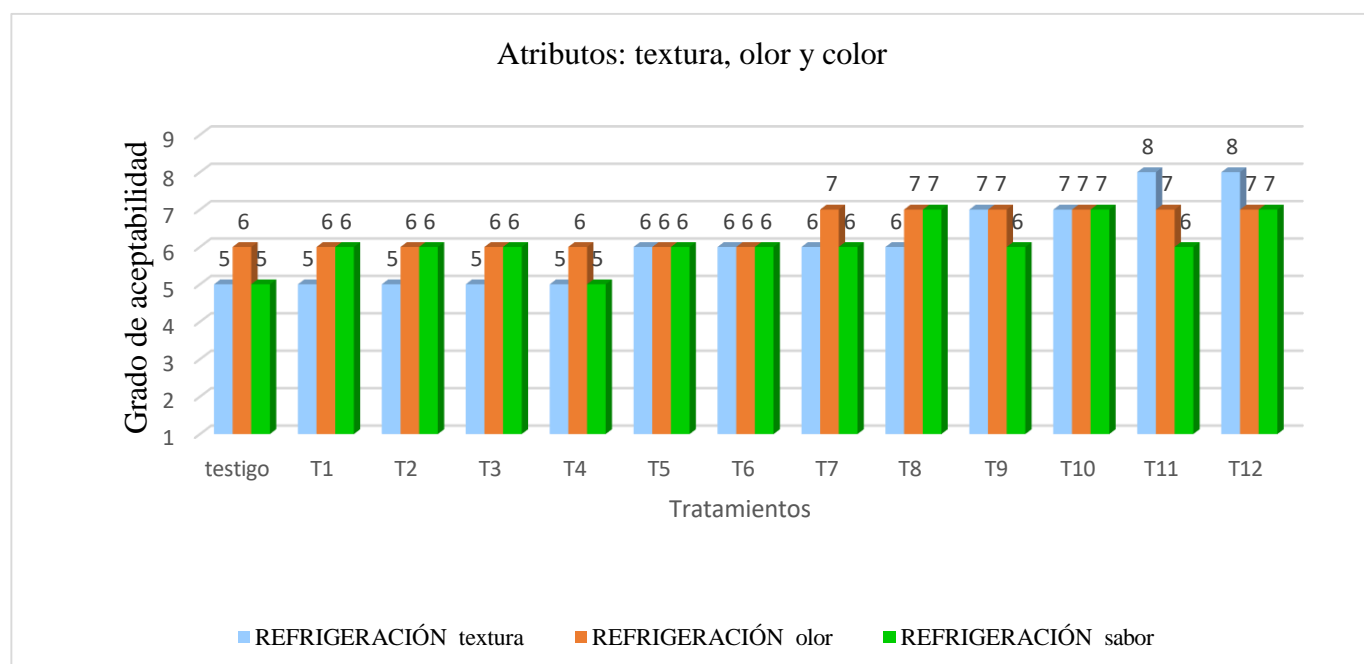


Para la evaluación de la aceptabilidad, se empleó el análisis estadístico no paramétrico de Friedman, revelando diferencias significativas entre los 12 tratamientos. Este análisis evidenció que la concentración del recubrimiento comestible incide de manera significativa en los aspectos de sabor, olor y textura del aguaymanto. En congruencia con las conclusiones de Gamarra (2017), quien utilizó la prueba de Friedman para la aceptabilidad general y determinó diferencias significativas ($p < 0,05$) respecto a la cobertura comestible de gelatina-almidón con aceite esencial de clavo de olor en las bayas de aguaymanto.

En relación con la evaluación de los panelistas sobre la aceptabilidad del aguaymanto a temperatura ambiente, se observaron puntuaciones que oscilaron entre 4 y 7, respectivamente. Destaca que el tratamiento T9, elaborado con un 6% de almidón y un 0,25% de miel de abeja, exhibió la mejor aceptabilidad, seguido por los tratamientos T10 y T11. Por otro lado, los tratamientos con concentraciones más bajas obtuvieron menor aceptación por parte de los panelistas. Estos resultados indican que la concentración de almidón influyó notablemente en la percepción de los consumidores en relación con los atributos de textura, olor y sabor del aguaymanto.

Figura 6

Valores de los atributos textura, olor y sabor del aguaymanto con recubrimiento comestible almacenado a temperatura de refrigeración. 5 °C.



El análisis estadístico de los 12 tratamientos de los frutos de aguaymanto con recubrimiento comestible almacenado en refrigeración fue significativo con la prueba no paramétrica de Friedman (figura 5) por lo tanto existe un efecto en los atributos de textura, olor y sabor del aguaymanto. Según la puntuación dada por los panelistas el tratamiento 12 (6% almidón y 1% de miel de abeja) obtuvo la mejor aceptación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se observó un efecto estadísticamente significativo ($p < 0,05$) derivado de la aplicación del recubrimiento comestible sobre las variables de respuesta, tanto en condiciones de refrigeración como a temperatura ambiente. Dichas variables como el °Brix, pH, acidez, pérdida de peso, capacidad antioxidante, fenoles totales, así como los parámetros de color L^* , a^* , b^* .

Los tratamientos elaborados mediante la combinación del 6% de almidón y 1% de miel manifestaron una leve variación en el índice de madurez y en la conservación de los frutos en ambas condiciones de almacenamiento. En particular, los frutos recubiertos almacenados a temperatura ambiente en la prueba de comparación de medias de tukey, sus medias de los diferentes tratamientos a comparación del testigo presentaron diferencia significancia a partir del día 3, en comparación de los frutos almacenados a temperatura de refrigeración, presentaron a partir del día 9 y 12 hasta el día 15 diferencias significativas sobre las variables de respuesta (°brix, pH, % de acidez, pérdida de peso, contenido de fenoles, capacidad antioxidante y parámetros de color).

Se destaca que los frutos sometidos al recubrimiento comestible elaborado con un 6% de almidón y 1% de miel alcanzaron la mejor aceptabilidad entre los panelistas después de 15 días de almacenamiento a temperatura ambiente, exhibiendo resultados superiores en términos de madurez en la escala de color 5, un °Brix de 14,10, un pH de 3,617, una acidez de 2,09, una pérdida de peso de 5,61%, una capacidad antioxidante de 23,37 y fenoles totales de 2,55. Estos hallazgos sugieren que dicho tratamiento no solo mejora la aceptación sensorial, sino que también contribuye significativamente a la conservación y calidad de los frutos de aguaymanto en condiciones de almacenamiento prolongado.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda evaluar el efecto del recubrimiento a base de almidón de oca y miel abeja en los frutos de aguaymanto por un tiempo prolongado de 30 días, en la cual se pueda observar su comportamiento de compuestos bioactivos.

Se recomienda aplicar el recubrimiento utilizando 6% de almidón y 1 % de miel en frutos antioxidantes de nuestra provincia como el aguaymanto, pushgay, mora silvestre y otros.

VI. REFERENCIAS

- Achipiz, S., Castillo, A. y otros tres autores, Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración de la guayaba (*Psidium guajava*), *Rev. Bio. Agro*, 11(2), 92-100 (2013).
- Aguilar Vázquez, Jannet (2013). ““Elaboración y caracterización de una película comestible a base de garambullo (*myrtillocactus geometrizans*) y su efecto sobre la conservación de frutos de zarzamora (*rubus spp.*) almacenados a temperatura de refrigeración comercial””. Instituto tecnológico de tuxtla Gutiérrez.
- Aguirre-Joya, J., De León-Zapata, M., Alvarez-Perez, O., Torres-León, C., Nieto-Oropeza, D., Ventura-Sobrevilla, J., Aguilar, M., Ruelas-Chacón, X., Rojas, R., Ramos-Aguiñaga, M., & Aguilar, C. (0000). Basic and Applied Concepts of Edible Packaging for Foods. *Food Packaging and Preservation*, 1(1), 1-61. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811516-9.00001-4>
- Aquino G. Viviana (2018) Efecto del capuchón del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en la cinética de transpiración postcosecha. Universidad nacional de san cristóbal de huamanga.
- Ali, M., and Abdel, M. (2021). Application of Edible Film and Coating Based on Aloe Vera gel for Preservation of Physicochemical Properties of *Physalis Peruviana* L. Fruits. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. Magazine 11(3) el 1574. Pag 3.
- Altisent, M. R., y Ramos, F. J. G. (2001). Medida de la calidad interna de frutas y hortalizas en línea. *Vida rural*, (134), 48-50.
- Álvarez Suárez, J.M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E. y Battino, M. (2010b). “Contribution of honey in nutrition and human health: a review”. *Mediterr. J. Nutr. Metab.* 3: 15-23.
- Alves, D., Masako, M., Cavalcante, A. R., & Cunha, I. M. (2022). Recubrimiento de alimentos con fuentes vegetales: importancia y potencial industrial, vacíos de conocimiento,

- aplicación actual y tendencias futuras. *Applied Food Research*, 2(1).
<https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100073>.
- Amaya F., C., (2010) Propiedades fisicoquímicas y de digestibilidad de almidón de plátano (musa paradisiaca l.) sometido a una modificación dual. (Tesis de grado) Instituto Politécnico Nacional. Pags.7.
- Aparcana, I. y Villarreal, L. (2014). Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de *Physalis peruviana* “aguaymanto” de diferentes lugares geográficos del Perú. Tesis para optar el título profesional de químico farmacéutico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.
- Apaza M., Bety D. (2018) Extracción y caracterización del almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) de la variedad k'ellu kamusa.(informe de tesis).Universidad Peruana Union. Juliaca.
- Apaza, C. (2020). Influencia de la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal (*Opuntia spp.*) y la temperatura de almacenamiento en la conservación de la palta (*Persea americana Mill*) variedad hass (Tesis de grado). Universidad Nacional de Moquegua, Moquegua.
- Arévalo, A. (2017). Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y térmicas de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Arteaga, H. y León, J. (2015) Estimación de modelos de regresión entre el color y las propiedades fisicoquímicas del aguaymanto (*Physalis peruviana L.*). rev. Tecnología y desarrollo. Vol. 13.N°1, Pag. 38.
- Askari, F., Mohammadi, R., Ruhi, M., Taghizadeh, M., Shirgardoun, M., & Kariminejad, M. (2018). The Physicochemical and structural properties of psyllium gum/modified starch composite edible film. *Journal of Food Processing and Preservation* 10(1), 42.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.13715>

- Barboza M., Marcos J. (2023). Efecto del tiempo y temperatura de pasteurización en la aceptabilidad y vida útil del nectar mixto de tuna (*Opuntia ficus-indica*) con aguaymanto (*Physalis peruviana*.)
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R. y Gallmann, P. (2008). "Honey for nutrition and health: a review". *Am. J. Coll. Nutr.* 27: 677-689.
- Cardello, A. V., Schutz, H., Snow, C., Lesher, L. (2000). Predictors of food acceptance, consumption and satisfaction in specific eating situations. *Food Quality and Preference*, 11(3), 201-216.
- Carpenter, R. P., Lyon, D. H., Hasdell, T. A., Aguilera, M. A. (2002). Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. *Acriba*. Págs.183.
- Carrasco, R y Encina, C. (). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Rev. Soc Quim Perú* 208,74, °N2 (108-104). Pg. 158.
- Castro, R y Gonzales, H. evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de la uchuva (*Physalis peruviana* L. var. Colombia). Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Facultad de Ingeniería de Alimentos, 2010.
- Corrales B., Andrea; Vergara, I., Rojano, A., Elhadi Y., Benjamín, Maldonado, María E. (2015). Características nutricionales y antioxidantes de la uchuva colombiana (*Physalis peruviana* L.) en tres estadios de su maduración. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Volumen 65, No. 4, Año 2015. Obtenible en: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2015/4/art-6/>.
- Corrales, A. Vergara, A. Rojano, B. Yahia, E. Maldoado, M. (2015) Características nutricionales y antioxidantes de la uchuva colombiana (*Physalis peruviana* L.) em três estádios de su maduración. *Revista Archivos Latinoamericanos de Nutricion*. Volumen 65, No.4.

- Cortés-Rodríguez, Misael, Alegría Macías, Rosa, Cardona Velásquez, Lina, & Arango Tobón, Julio Cesar. (2019). Influencia de un recubrimiento comestible adicionado con calcio sobre la calidad de la mora de Castilla. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(1), e1 212. Epub May 21, 2019. <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1212>.
- Cortijo-Mendoza, P., Haro, R., Cerna, M., Arana-Fu, L., Gutiérrez, A., Espinoza, M., Sánchez-Gonzales. (2017). *Agroindustrial Science* 7(1).
- Cruz, G., Ribota, P., Ferrero, C., & Iturriaga, L. (2016). Caracterización fisicoquímica y reológica de almidones de tubérculos andinos: Papa (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigenum*), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y Papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas), *Starch*, 68, 1084-1094. <https://doi.org/10.1002/star.201600103>.
- Cuatin, L y López, D. (2015). Evaluacion de un Recubrimiento Comestible a Base de Proteinas se Suero y Cera de Abeja Sobre la Calidad Fisicoquimica y Organoleptica de la Uchuva (*physalis peruviana* L.). (Tesis de grado). Universidad de Nariño, Facultad de Ingenieria Agroindustrial San Juan de Pasto.
- Daza, D., & Lazo, G. (2017). Harina de oca (*Oxalis tuberosa*) como sustituto parcial de la harina de trigo para la elaboración de galleta edulcorada con stevia (*Stevia rebaudina*) (Tesis de grado). Universidad Nacional Ermilio Valdizán. Huánuco.
- Department of Food Science and Technology, University of Kashmir, Hazratbal, Srinagar 190006, India *Foods* 2021, 10(11), 2806; <https://doi.org/10.3390/foods10112806>.
- Domene R, M. Á., y Segura R, M. (2014). Parámetros de calidad externa en la industria agroalimentaria. En: Ficha de transparencia, Cajamar. Disponible en: <http://www.fundacioncajamar.es/pdf/bd/comun/transferencia/003-calidad-externa1401191044.pdf>. Ultima consulta en junio, 2015.

- Encina, Z.; Ureña, P. & Repo, R. (2006). Determinación de compuestos bioactivos del Aguaymanto (*physalis peruviana*. L) y de su conserva en almíbar maximizando la retención de ácido ascórbico. Tesis Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú.
- Espejel, Hernández, Chirino y Palomar (2020) Elaboración y Evaluación de una Biopelícula Comestible con uso de Grenetina, Miel y Cera de Abeja, para la Conservación de tres Variedades de *Vitis Vinifera* (uva) Revista Tendencias un Docencia e Investigación en Química. año 6 (6) 598-2020.
- Fernández Uriel, P. (2011). “Dones del cielo. Abeja y miel en el Mediterráneo antiguo”. Editorial Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). 1ª Edición. Madrid.
- Figuroa, J., Salcedo, J., & Narváez, G. Efecto de recubrimientos comestibles a base de almidón nativo y oxidado de yuca sobre la calidad de mango (Tommy Atkins). Revista Temas agrarios, 18(2), 94-105. <https://doi.org/10.21897/rta.v18i2.719>.
- Fischer, G.; Ebert, G. y Lüdders P. Provitamin A carotenoids, organic acids and ascorbic acid content of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) ecotypes grown at two tropical altitudes, *Acta Hort*, 2000. Vol. 531, 263-267
- Fitch-Vargas, P., Aguilar-Palazuelos, E., Zazueta, J., Vega, M., Valdez, J., Martínez-Bustos, F., & Jacobo, N. (2016). Caracterización fisicoquímica y microestructural de películas comestibles de almidón de maíz obtenidas mediante una combinación de tecnología de extrusión y técnica de fundición. *Journal Food Science*, 81(81). 10.1111/1750-3841.13416
- Gallardo, M. (2018). Variabilidad de tuberosas andinas en comunidades altoandinas tradicionales. Caso: Oca (*oxalis tuberosa molina*). Cuenca de mito, provincia de Huánuco, región Huánuco (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

- Gamarra R., Ana B. (2017). Efecto de la concentración de aceite esencial e clavo de olor en la cobertura comestible a base de gelatina–almidón y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general en bayas de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Trujillo – Perú.
- García, R. (2019). Efecto de recubrimientos comestibles a base de proteína de soya y almidón de yuca en la conservación de saúco (*Sambucus peruviana* H.B.K.) (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Gonzáles, C., Pulido, V., Pantoja, D., Portilla, F. (2021), Effect of a commercial edible coating on the physicochemical characteristics of guava fruits (*Psidium guajava* L.) under storage conditions. *ScieELO Analytics Inf. Technol.* Vol.32. No.3.
- González, M. y de Lorenzo, C. (2002). “Calidad sensorial de las mieles de Madrid: (I) Configuración de un grupo de cata y obtención de escalas normalizadas”. *Alimentaria*, abril (331): 97-102.
- González-Chavarro, Carlos F., Pulido-Blanco, Victor C., Pantoja-Espinosa, Dario C., & Portilla-Fuentes, Fernando. (2021). Efecto de un recubrimiento comestible comercial sobre las características fisicoquímicas de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) bajo condiciones de almacenamiento. *Información tecnológica*, 32(3), 69-78. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000300069>.
- Grigolo, et al (2021) Caracterización Fisicoquímica y Contenido Antioxidante de Frutas de *Physalis*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 11 no.3.
- Guroo, Ishrat 1, Amir Gull 2, Sajad Mohd Wani 2,*, Sajad Ahmad Wani 3ORCID, Asma A. Al-Huqail 4 and Jawaher Haji Alhaji 5ORCID Influence of Different Types of

Polysaccharide-Based Coatings on the Storage Stability of Fresh-Cut Kiwi Fruit:
Assessing the Physicochemical, Antioxidant and Phytochemical Properties.

- Gutiérrez, Gutiérrez, M.S., G.D. Trincherro, A.M. Cerri, F. Vilella y G.O. Sozzi. 2008. Different responses of goldenberry fruit treated at four maturity stages with the ethylene antagonist 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biol. Technol.* 48, 199–205.
- Hernández-Guerrero, S., Balois-Morales, R., Palomillo-Hermosillo, Y., López-Guzmán, G., Berumen-Varela, G., Bautista-Rosales, P., & Alejo-Santiago, G. (2020). Nuevo recubrimiento comestible de mango estenospermocárpico a base de almidón prolonga la vida útil de la fruta de mango Ataulfo. *Journal of Food Quality*. <https://doi.org/10.1155/2020/1320357>.
- Hilatoma, B. M., & Núñez, L. A. (2021). Efecto de la biopelícula de almidón de ñame (*Dioscorea trifida*) en la conservación de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L) (Tesis de grado). Universidad Nacional de Jaén, Jaén.
- Hurtado Jimenez J.E. (2019). Estudio del almidón modificado de banano (*m. sapientum* L.) variedad cavendish obtenido por acetilación. Universidad Técnica de Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14181/1/t>.
- Jurado, B., Aparcana, I., Villarreal, L., Ramos, E., Calixto, M., Hurtado, P., Acosta, K. (2016). Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de diferentes lugares del Perú. *Revista de la sociedad química del Perú*, 82(3).
- Laguna, J., & Zevallos, N. (2017). Evaluación durante el almacenamiento del color, vitamina C y aceptabilidad del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) deshidratado envasado al vacío en empaques transparentes y oscuros (Tesis de grado). Universidad Nacional Emilio Valdizán de Huánuco, Huánuco.

- Lescano, M., Vásquez, N., Yoplac, I., & Velázquez Barreto. Development and Optimization of Biofilms Made from Potato or Arracacha Starch. *Starch*, 73. <https://doi.org/10.1002/star.202100075>
- Liao, T., Biesiekierski, A., Berndt, C., King, P., Ivanova, E., Thissen, H., & Kingshott, P. (2022). Multifunctional cold spray coatings for biological and biomedical applications: A review. *Progress in Surface Science*, 97, <https://doi.org/10.1016/j.progsurf.2022.100654>
- López Enríquez, David f., Cuatin Ruano, Liseth y., Carolina Andrade, Johana ., & Osorio Mora, Oswaldo .(2015) Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de lactosuero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica de uchuva (*Physalis peruviana* L.) doi: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v65n4.50191>.
- López, D. F., Yurani, L., Andrade, J., & Osorio, O. (2016). Evaluation of an edible coating based whey protein and beeswax on the physical and chemical quality of gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Agroindustry and Food Science*, 65(4), 326-333. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n4.50191>.
- Málaga B., Rosella, Guevara Pérez, Américo, & Araujo Vargas, Miguel. (2013). Efecto del procesamiento de puré de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), sobre los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(2), 162-174. Recuperado en 09 de noviembre de 2023 de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2013000200009&lng=es&tlng=es.
- Meaño C., Ninoska, Ciarfella P., Ana and Dorta V., Ana (2014) Evaluación de las propiedades químicas y funcionales del almidón nativo de ñame congo (*Dioscorea bulbifera* L.) para predecir sus posibles usos tecnológicos 2014, vol.26, n.2, pp.182-188. ISSN 2343-6468. Universidad de Oriente. Venezuela.

- Mendoza M. G.D., Ricalde V. R., y Hernandez G. P.A. (2017) Estructura del almidón. Parte del Libro "Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano". ISBN: 978-607-28-1031-0. Argentina.
- Mendoza, J., Rodriguez, A., Millan, P., (2012) Caracterización Físicoquímica de la uchuva (*Physalis peruviana*) En la región de Silvia Cauca. Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol 10 No. 2 (188-196).
- Menendez, O., Lozano, S.E., Arenas, M., Bermúdez, K., Martínez, A. y Jiménez, A. (2006). Cambios en la actividad de α -amilasa, pectinmetilesterasa y poligalacturonasa durante la maduración del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). *Interciencia*. 31(10):728 - 733.
- Minaya, M. (2020). Comercialización de aguaymanto del ecotipo colombiano (*Physalis peruviana* L.) para el mercado de Estados Unidos en el departamento de Junín (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica.
- Novoa, R., Bojacá, M., Galvis, J.A. y Fischer, G. 2006. La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento postcosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana*). *Agronomía Colombia*. 24 (1):77 - 86.
- Obregón, L., & Lozano, G. (2021). Nutritional and bioactive compounds of three fruits from the Peruvian highlands and jungle as a potential source of nutrients for human consumption. *Ciencia, Tecnología Agropecuaria* 22 (2). https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num2_art:1835
- Obregón-La Rosa, Antonio José, Augusto Elías-Peñañiel, Carlos César, Contreras-López, Eliana, Arias-Arroyo, Gladys Constanza, & Bracamonte-Romero, Michael. (2021). Características físicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(1), 17-25. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2021.202>.

- Ortiz Macas, R. D. (2017). Formulación de un recubrimiento comestible antifúngico a base de gelatina, glicerol y natamicina encapsulada en liposomas de fosfatidilcolina para su aplicación en fresa (*Fragaria vesca*). 146 hojas. Quito: EPN.
- Osaé, R., Tibiru, M., Alolga, R., Kwaw, E., Yarley, P., & Akaba, S. (2022). Influence of shea butter, bee wax and cassava starch coatings on enzyme inactivation, antioxidant properties, phenolic compounds and quality retention of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruits. *Applied Food Research*, 2(1). <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100041>.
- Perdomo, P. e Insuasti, A. Efecto de recubrimiento a base de propóleo y proteína de soya sobre la calidad de la fresa (*Fragaria x ananass Duch* [Tesis Ingeniería Agroindustrial]. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, 2015.
- Pineda, L. et al. Efecto de la aplicación de un recubrimiento de almidón hidrolizado de yuca (*Manihot sculenta Crantz*) sobre la maduración del aguacate (*Persea americana Miller*) variedad Hass. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 2014, p. 30-39.
- Pinzon, E., Reyes, A., Alvarez, J., Leguizamo, M., Joya, Jose. (2015). Comportamiento del fruto de la uchuva *Physalis peruviana L.* bajo temperaturas de almacenamiento. *Revista de ciencias agrícolas* vol. 32(2):26-35.
- Pomar, G. (2002). Tuberización in vitro de *Oxalis tuberosa Mol.* Oca como una alternativa para la producción de tubérculos semillas (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
- Puente, L., Pinto, C., Castro, S. y Cortes, M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Research International* 44:1733–1740.

- Quintero N.D.F. y Ramírez R. J. Q. (2013). Estudio del mecanismo de gelatinización del almidón de yuca. (Tesis de grado) Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.
- Ramírez-Navas, J. S., Murcia, C. L., y Castro, V. (2014). Análisis de aceptación y preferencia del manjar blanco del valle. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 20-27.
- Repo de Carrasco, Ritva, & Encina Zelada, Christian René. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 74(2), 108-124. Recuperado en 09 de noviembre de 2023, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810634X2008000200004&lng=es&tlng=es
- Rodríguez, L. (2022). Evaluación del efecto de un recubrimiento comestible a diferentes concentraciones en uvilla (*Physalis peruviana* L.) a través de la determinación de la vida útil a 7 °C. (Tesis de grado) Universidad de las fuerzas armadas ESPE. Ecuador.
- Restrepo, A. (2008). Nuevas perspectivas de consumo de frutas: Uchuva (*Physalis peruviana* L.) y Fresa (*Fragaria vesca* L.) mínimamente procesadas fortificadas con vitamina E. Facultad de Ciencias Agropecuarias, vol. Magíster en ciencia y tecnología de alimentos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Restrepo, J. I. F. (2009). Conservación de Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. Camarosa) Mediante la Aplicación de Recubrimientos Comestibles de gel de Mucilago de penca de sábila (*Aloe barbadensis* Miller) [Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín]. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3344>.
- Rhim, J., Mohanty, A., Singh, S., Perry, K. (2006). Efecto de los métodos de procesamiento en el desempeño de las películas de polilactida: Termocompresión versus moldeo por solvente. *Journal of Applied Polymer Science*, 101(6), 3736-3742. <https://doi.org/10.1002/app.23403>.

- Rojas Ciprian, E. (2018). Evaluación del efecto del tiempo, temperatura y recubrimiento comestible, en la calidad comercial del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).
- Romero, A. (2017). Caracterización de mieles de abeja (*Apis mellífera* Lin) en bosques secundarios de 6 localidades de Coronel Portillo, Ucayali (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
- Romero, S., & Tam, C. (2012). Caracterización del almidón de *Oxalis tuberosa* (oca) de las variedades Venado y Correa provenientes de Salpo (Otuzco - La Libertad) (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Rodríguez M, Antonio J, Pérez P, Elizabeth M, & Vit, Patricia. (2007). Capacidad antioxidante de mieles venezolanas de los géneros *Apis*, *Melipona* y *Tetragonisca*, evaluada por tres métodos. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 38(2), 13-18.
Recuperado en 31 de enero de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772007000200002&lng=es&tlng=es.
- Ruelas-Chacón, X., Contreras-Esquivel, J., Montañez, A., Aguilera-Carbo, A., Reyes-Vega, M., & Peralta-Rodríguez, R. (2017). Guar Gum as an Edible Coating for Enhancing Shelf-Life and Improving Postharvest Quality of Roma Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Food Quality*. <https://doi.org/10.1155/2017/8608304>
- Santos, D. M. (2020). Aplicación y evaluación de biopelículas con base a mucílago y almidón en frutos de guanábana, (tesis para grado de maestría). Universidad Autónoma de Nayarit, México.
- Silupu, A. S. (2017). Evaluación de los parámetros adecuados en el deshidratado de aguaymanto (*Physalis peruviana*) para ser recubierto con chocolate. Perú.

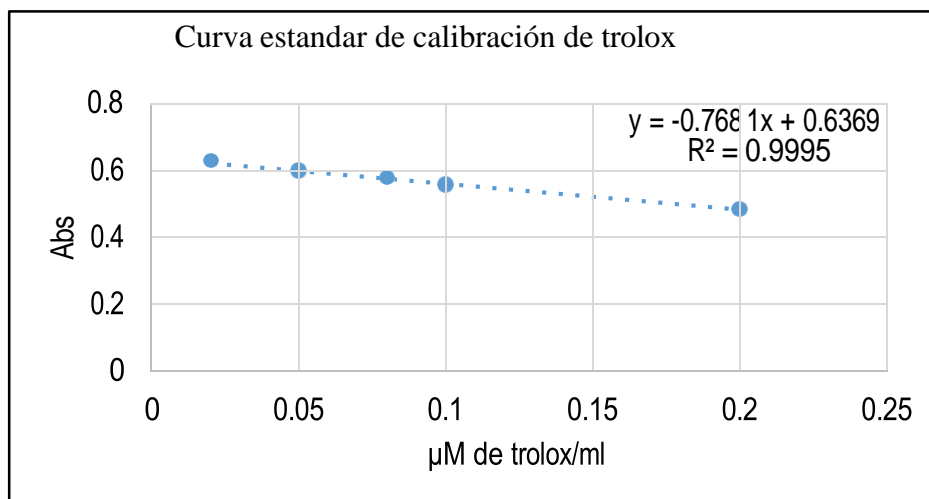
- Suhag, R., Kumar, N., Trajkovska, A., & Upadhyay, A. (2020). Film formation and deposition methods of edible coating on food products: A review. *Food Research International*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109582>
- Swallow, K.W. y Low, N.H. (1990). "Analysis and quantitation of the carbohydrates in honey using high performance liquid chromatography". *J. Agric. Food Chem.* 38: 1828-1832.
- Tamayo, D. (2015). Proyecto de factibilidad para la producción de miel de abeja en la parroquia Bellavista del Cantón Espíndola, y su comercialización en la ciudad de Loja (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Tasiguano. B.L., Villarreal C., Schmiele M. y Vernaza M.G. (2019) Efecto del tiempo de Cocción del Zapallo (*Cucurbita maxima*) y la adición de Glucosa Oxidasa en el Aumento de Almidón Resistente del Pan de Molde. Universidad San Francisco de Quito, Círculo de Cumbayá, P.O. Box 17-12-841, Quito, Ecuador. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300167>.
- Thakur, R., Pristijono, P., Scarlett, C., Bowyer, M., Singh, S., Voung, Q. (2019). Películas a base de almidón: principales factores que afectan sus propiedades. *International Journal of Biological Macromolecules*, 132, 1079-1089. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.190>.
- Ulloa, J., Mondragón, P., Rodríguez, R., Roséndiz, J., & Rosas, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *Revista fuente*.
- Velásquez, F., Rafael, D., Ramírez, E. (2022), Efecto de tiempo y temperatura de almacenamiento en los parámetros físico-químicos y de color de los frutos de aguaymanto (*physalis peruviana*). *Agropecuaria Science and Biotechnology* vol. 02, No. 01.
- Velásquez-Barreto, F. F., Rafael-Delgado, D. A., & Ramírez-Tixe, E. 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>.

Weston, R.J. (1999). “Antibacterial phenolic components of New Zealand manuka honey”. *Food Chemistry* 71: 235-239.

VII. ANEXOS

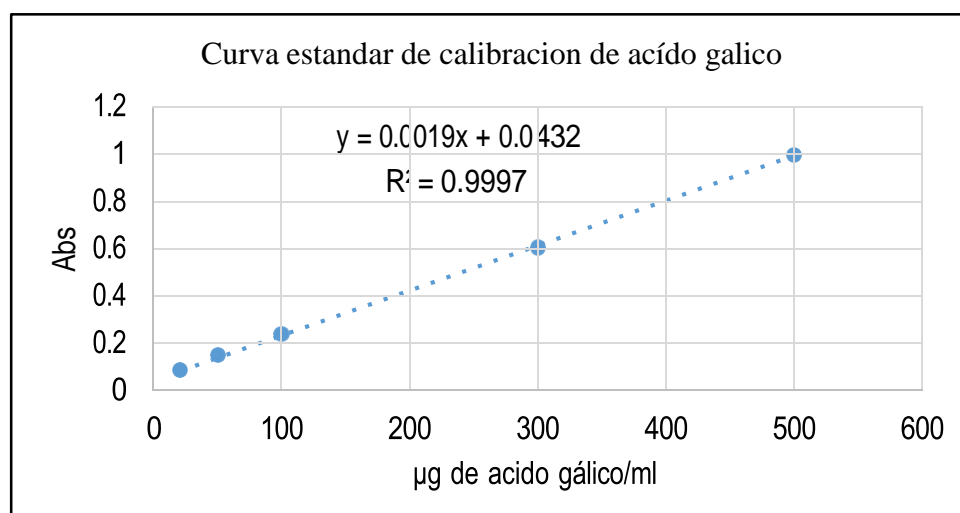
Anexo 1. Curva estándar de calibración de trolox para capacidad antioxidante en frutos de aguaymanto.



Anexo 2. Soluciones para la curva de calibración trolox.

| concentración (M) | Trolox μL | agua destilada μL | absorvancia |
|-------------------|-----------|-------------------|-------------|
| 0,02 | 100 | 900 | 0,622 |
| 0,05 | 250 | 750 | 0,599 |
| 0,08 | 400 | 600 | 0,576 |
| 0,1 | 500 | 500 | 0,558 |
| 0,2 | 1000 | 0 | 0,484 |

Anexo 3. Curva estándar de calibración de ácido gálico para la concentración de fenoles totales en frutos de aguaymanto.



Anexo 4. Soluciones para la curva de calibración de ácido gálico.

| Concentración ($\mu\text{g/mL}$) | Solución patron de AGE (μL) | agua destilada(μL) | Absorvancia |
|---------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|-------------|
| 0 | - | 1000 | 0,059 |
| 20 | 10 | 990 | 0,076 |
| 50 | 25 | 975 | 0,142 |
| 100 | 50 | 950 | 0,239 |
| 300 | 150 | 850 | 0,604 |
| 500 | 250 | 750 | 0,996 |

Anexo 5. Análisis ANOVA para efecto de concentración de almidón, miel, temperatura y tiempo de almacenamiento en los °brix de los frutos de aguaymanto.

| °Brix - Ambiente y Refrigeración | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|-----------|----------|---------|
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor P |
| Modelo | 143 | 664,119 | 4,644 | 262,26 | 0,000 |
| Lineal | 11 | 581,076 | 52,825 | 2983,06 | 0,000 |
| Concentración de almidón | 2 | 7,881 | 3,94 | 222,51 | 0,000 |
| Miel | 3 | 0,483 | 0,161 | 9,1 | 0,000 |
| Temperatura | 1 | 244,954 | 244,954 | 13832,69 | 0,000 |
| Tiempo de almacenamiento (Días) | 5 | 327,758 | 65,552 | 3701,74 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 41 | 78,956 | 1,926 | 108,75 | 0,000 |
| Almidón*miel | 6 | 0,51 | 0,085 | 4,8 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura | 2 | 0,945 | 0,473 | 26,69 | 0,000 |
| Concentración de almidón*tiempo de almacenamiento (Días) | 10 | 2,524 | 0,252 | 14,26 | 0,000 |
| Miel*temperatura | 3 | 0,328 | 0,109 | 6,17 | 0,000 |
| Miel*tiempo de almacenamiento (Días) | 15 | 0,461 | 0,031 | 1,73 | 0,044 |
| Temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 5 | 74,188 | 14,838 | 837,88 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 61 | 3,528 | 0,058 | 3,27 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura | 6 | 0,292 | 0,049 | 2,75 | 0,013 |
| Concentración de almidón*miel*tiempo de almacenamiento (Días) | 30 | 0,914 | 0,03 | 1,72 | 0,013 |
| Concentración de almidón*temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 10 | 1,847 | 0,185 | 10,43 | 0,000 |
| Miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 15 | 0,474 | 0,032 | 1,79 | 0,036 |
| Interacciones de 4 términos | 30 | 0,56 | 0,019 | 1,05 | 0,395 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 30 | 0,56 | 0,019 | 1,05 | 0,395 |
| Error | 288 | 5,1 | 0,018 | | |
| Total | 431 | 669,219 | | | |

Anexo 6. Análisis ANOVA para efecto de concentración de almidón, miel, temperatura y tiempo de almacenamiento en el pH de los frutos de aguaymanto.

| pH - ambiente y refrigeración | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|---------|
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor P |
| Modelo | 143 | 17,3633 | 0,1214 | 1590,95 | 0,000 |
| Lineal | 11 | 14,7277 | 1,3389 | 17542,86 | 0,000 |
| Concentración de almidón | 2 | 0,0704 | 0,0352 | 461,18 | 0,000 |
| Miel | 3 | 0,0094 | 0,0031 | 40,91 | 0,000 |
| Temperatura | 1 | 12,3216 | 12,3216 | 161445,47 | 0,000 |
| Tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 5 | 2,3189 | 0,4638 | 6076,77 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 41 | 2,5933 | 0,0633 | 828,75 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel | 6 | 0,001 | 0,0002 | 2,29 | 0,036 |
| Concentración de almidón*temperatura | 2 | 0,0408 | 0,0204 | 267,46 | 0,000 |
| Concentración de almidón*tiempo de almacenamiento (Días) | 10 | 0,0233 | 0,0023 | 30,5 | 0,000 |
| Miel*temperatura | 3 | 0,0099 | 0,033 | 43,28 | 0,000 |
| Miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 15 | 0,0047 | 0,0003 | 4,1 | 0,000 |
| Temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 5 | 2,5132 | 0,5026 | 6585,96 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 61 | 0,0366 | 0,0006 | 7,86 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura | 6 | 0,0023 | 0,0004 | 5,04 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 30 | 0,007 | 0,0002 | 3,06 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 10 | 0,02 | 0,002 | 26,21 | 0,000 |
| Miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 15 | 0,0073 | 0,0005 | 6,4 | 0,000 |
| Interacciones de 4 términos. | 30 | 0,0052 | 0,0002 | 2,28 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 30 | 0,0052 | 0,0002 | 2,28 | 0,000 |
| Error. | 287 | 0,0219 | 0,0001 | | |
| Total | 430 | 17,3853 | | | |

Anexo 7. Análisis ANOVA para efecto de concentración de almidón, miel, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la acidez de los frutos de aguaymanto.

| Acidez - ambiente y refrigeración | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|-----------|---------|---------|
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor P |
| Modelo | 143 | 10,8223 | 0,07568 | 47,23 | 0,000 |
| Lineal | 11 | 5,8052 | 0,527744 | 329,35 | 0,000 |
| Concentración de almidón | 2 | 0,2579 | 0,128959 | 80,48 | 0,000 |
| Miel | 3 | 0,0478 | 0,015942 | 9,95 | 0,000 |
| Temperatura | 1 | 0,6724 | 0,672449 | 419,66 | 0,000 |
| Tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 5 | 4,827 | 0,965398 | 602,48 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 41 | 1,8837 | 0,045944 | 28,67 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel | 6 | 0,2028 | 0,033803 | 21,1 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura | 2 | 0,0684 | 0,034221 | 21,36 | 0,000 |
| Concentración de almidón*tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 10 | 0,5267 | 0,052675 | 32,87 | 0,000 |
| Miel*temperatura | 3 | 0,0608 | 0,020251 | 12,64 | 0,000 |
| Miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 15 | 0,5679 | 0,037862 | 23,63 | 0,000 |
| Temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 5 | 0,457 | 0,091406 | 57,04 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos. | 61 | 2,1998 | 0,036063 | 22,51 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura. | 6 | 0,1486 | 0,024764 | 15,45 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 30 | 1,2262 | 0,040873 | 25,51 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 10 | 0,3941 | 0,039412 | 24,6 | 0,000 |
| Miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 15 | 0,431 | 0,02873 | 17,93 | 0,000 |
| Interacciones de 4 términos. | 30 | 0,9335 | 0,031117 | 19,42 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 30 | 0,9335 | 0,031117 | 19,42 | 0,000 |
| Error | 288 | 0,4615 | 0,001602 | | |
| Total | 431 | 11,2838 | | | |

Anexo 8. Análisis ANOVA para efecto de concentración de almidón, miel, temperatura y tiempo de almacenamiento en la pérdida de peso en frutos de aguaymanto.

| Pérdida de peso - Ambiente y Refrigeración | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor P |
| Modelo | 143 | 5038,54 | 35,235 | 23,88 | 0,000 |
| Lineal | 11 | 4101,3 | 372,846 | 252,67 | 0,000 |
| Concentración de almidón | 2 | 315,36 | 157,68 | 106,86 | 0,000 |
| Miel | 3 | 40,25 | 13,415 | 9,09 | 0,000 |
| Temperatura | 1 | 833,87 | 833,869 | 565,1 | 0,000 |
| Tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 5 | 2911,83 | 582,366 | 394,66 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 41 | 724,78 | 17,678 | 11,98 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel | 6 | 15,13 | 2,522 | 1,71 | 0,119 |
| Concentración de almidón*temperatura | 2 | 43,84 | 21,919 | 14,85 | 0,000 |
| Concentración de almidón*tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 10 | 199,96 | 19,996 | 13,55 | 0,000 |
| Miel*temperatura | 3 | 22,7 | 7,567 | 5,13 | 0,002 |
| Miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 15 | 22,74 | 1,516 | 1,03 | 0,427 |
| Temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 5 | 420,41 | 84,081 | 56,98 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 61 | 178,5 | 2,926 | 1,98 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura | 6 | 32,15 | 5,359 | 3,63 | 0,002 |
| Concentración de almidón*miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 30 | 34,59 | 1,153 | 0,78 | 0,789 |
| Concentración de almidón*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 10 | 89,91 | 8,991 | 6,09 | 0,000 |
| Miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 15 | 21,85 | 1,456 | 0,99 | 0,469 |
| Interacciones de 4 términos | 30 | 33,95 | 1,132 | 0,77 | 0,807 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 30 | 33,95 | 1,132 | 0,77 | 0,807 |
| Error | 288 | 424,98 | 1,476 | | |
| Total | 431 | 5463,52 | | | |

Anexo 9. Análisis ANOVA para efecto de concentración de almidón, miel, temperatura y tiempo de almacenamiento en la capacidad antioxidante de frutos de aguaymanto.

| Capacidad Antioxidante- Ambiente y Refrigeración | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|-----------|---------|---------|
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor P |
| Modelo | 143 | 5292,41 | 37,01 | 53,44 | 0,000 |
| Lineal | 11 | 3046,4 | 276,945 | 399,86 | 0,000 |
| Concentración de almidón | 2 | 362,75 | 181,375 | 261,88 | 0,000 |
| Miel | 3 | 91,88 | 30,628 | 44,22 | 0,000 |
| Temperatura | 1 | 507,78 | 507,778 | 733,15 | 0,000 |
| Tiempo de almacenamiento (DÍAS). | 5 | 2083,99 | 416,798 | 601,79 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 41 | 2039,65 | 49,748 | 71,83 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel | 6 | 62,61 | 10,434 | 15,07 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura | 2 | 18,12 | 9,06 | 13,08 | 0,000 |
| Concentración de almidon*tiempo de almacenamiento (DIAS) | 10 | 30,75 | 3,075 | 4,44 | 0,000 |
| Miel*temperatura | 3 | 43,29 | 14,429 | 20,83 | 0,000 |
| Miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 14 | 12,47 | 0,831 | 1,2 | 0,270 |
| Temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 5 | 1872,42 | 374,484 | 540,69 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 61 | 166,84 | 2,735 | 3,95 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura | 6 | 55,82 | 9,304 | 13,43 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 30 | 30,06 | 1,002 | 1,45 | 0,067 |
| Concentración de almidón*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 10 | 48,3 | 4,83 | 6,97 | 0,000 |
| Miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 15 | 32,65 | 2,177 | 3,14 | 0,000 |
| Contracciones de 4 término. | 30 | 39,52 | 1,317 | 1,9 | 0,004 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 30 | 39,52 | 1,317 | 1,9 | 0,004 |
| Error | 288 | 199,47 | 0,693 | | |
| Total | 431 | 5491,88 | | | |

Anexo 10. Análisis ANOVA para efecto de concentración de almidón, miel, temperatura y tiempo de almacenamiento en fenoles totales de frutos de aguaymanto.

| Fenoles Totales - Ambiente y Refrigeración | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor P |
| Modelo | 143 | 9217,4 | 64,46 | 486,5 | 0,000 |
| Lineal | 11 | 7154,72 | 650,43 | 4909,16 | 0,000 |
| Concentración de almidón | 2 | 71,45 | 35,73 | 269,66 | 0,000 |
| Miel | 3 | 4,78 | 1,59 | 12,03 | 0,000 |
| Temperatura | 1 | 1888,64 | 1888,64 | 14254,66 | 0,000 |
| Tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 5 | 5189,84 | 1037,97 | 7834,13 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 41 | 2020,53 | 49,28 | 371,95 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel | 6 | 9,24 | 1,54 | 11,62 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura | 2 | 7,54 | 3,77 | 28,45 | 0,000 |
| Concentración de almidón*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 10 | 15,08 | 1,51 | 11,38 | 0,000 |
| Miel*temperatura | 3 | 0,64 | 0,21 | 1,61 | 0,188 |
| miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 15 | 10,11 | 0,67 | 5,09 | 0,000 |
| Temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 5 | 197793 | 395,59 | 2985,7 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 61 | 34,51 | 0,57 | 4,27 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura | 6 | 087 | 0,15 | 1,1 | 0,365 |
| Concentración de almidón*miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 30 | 17,53 | 0,58 | 4,41 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 10 | 642 | 0,64 | 4,85 | 0,000 |
| Miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 15 | 9,69 | 0,65 | 4,88 | 0,000 |
| Interacciones de 4 términos | 30 | 7,63 | 0,25 | 1,92 | 0,004 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 30 | 7,63 | 0,25 | 1,92 | 0,004 |
| Error | 288 | 38,16 | 0,13 | | |
| Total | 431 | 9255,56 | | | |

Anexo 11. Análisis ANOVA para efecto de concentración de almidón, miel, temperatura y tiempo de almacenamiento en el parámetro de color L* de frutos de aguaymanto.

| Parámetro de Color L - Ambiente y Refrigeración | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor P |
| Modelo | 143 | 4816,76 | 33,684 | 18,01 | 0,000 |
| Lineal | 11 | 2404,82 | 218,62 | 116,86 | 0,000 |
| Concentración de almidón | 2 | 9,92 | 4,96 | 2,65 | 0,072 |
| Miel | 3 | 57,07 | 19,025 | 10,17 | 0,000 |
| Temperatura | 1 | 20,84 | 20,839 | 11,14 | 0,001 |
| Tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 5 | 2306,44 | 461,288 | 246,58 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 41 | 1253,25 | 30,567 | 16,34 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel | 6 | 379,23 | 63,205 | 33,79 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura | 2 | 22,61 | 11,306 | 6,04 | 0,003 |
| Concentración de almidón*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 10 | 157,97 | 15,797 | 8,44 | 0,000 |
| Miel*temperatura | 3 | 140,27 | 46,758 | 24,99 | 0,000 |
| Miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 15 | 318,28 | 21,219 | 11,34 | 0,000 |
| Temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 5 | 234,46 | 46,892 | 25,07 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 61 | 823,52 | 13,5 | 7,22 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura | 6 | 200,16 | 33,36 | 17,83 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 30 | 407,73 | 13,591 | 7,26 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 10 | 95,97 | 9,597 | 5,13 | 0,000 |
| Miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 15 | 122,25 | 8,15 | 4,36 | 0,000 |
| Interacciones de 4 términos | 30 | 326,93 | 10,898 | 5,83 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (DÍAS) | 30 | 326,93 | 10,898 | 5,83 | 0,000 |
| Error | 286 | 535,04 | 1,871 | | |
| Total | 429 | 5351,8 | | | |

Anexo 12. Análisis ANOVA para efecto de concentración de almidón, miel, temperatura y tiempo de almacenamiento en el parámetro de color a* de frutos de aguaymanto.

| Parámetro de color a* ambiente y refrigeración | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Fuente | GL | SC ajust. | MC ajust. | Valor F | Valor P |
| Modelo | 143 | 3649,92 | 25,524 | 43,72 | 0,000 |
| Lineal | 11 | 2866,29 | 260,572 | 446,35 | 0,000 |
| Concentración de almidón | 2 | 8,81 | 4,406 | 7,55 | 0,001 |
| Miel | 3 | 35,46 | 11,819 | 20,25 | 0,000 |
| Temperatura | 1 | 986,34 | 986,341 | 1689,55 | 0,000 |
| Tiempo de almacenamiento (Días) | 5 | 1839,32 | 367,864 | 630,13 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 41 | 492,13 | 12,003 | 20,56 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel | 6 | 15,3 | 2,549 | 4,37 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura | 2 | 12,22 | 6,11 | 10,47 | 0,000 |
| Concentración de almidón*tiempo de almacenamiento (Días) | 10 | 34,9 | 3,49 | 5,98 | 0,000 |
| Miel*temperatura | 3 | 6,42 | 2,141 | 3,67 | 0,013 |
| Miel*tiempo de almacenamiento (Días) | 15 | 42,43 | 2,829 | 4,85 | 0,000 |
| Temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 5 | 381,02 | 76,205 | 130,54 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 61 | 171,03 | 2,804 | 4,8 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura | 6 | 6,61 | 1,102 | 1,89 | 0,083 |
| Concentración de almidón*miel*tiempo de almacenamiento (Días) | 30 | 100,22 | 3,341 | 5,72 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 10 | 29,27 | 2,927 | 5,01 | 0,000 |
| Miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 15 | 35,34 | 2,356 | 4,04 | 0,000 |
| Interacciones de 4 términos | 30 | 11738 | 3,913 | 6,7 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 30 | 117,38 | 3,913 | 6,7 | 0,000 |
| Error | 287 | 167,55 | 0,584 | | |
| Total | 430 | 3817,47 | | | |

Anexo 13. Análisis ANOVA para efecto de concentración de almidón, miel, temperatura y tiempo de almacenamiento en el parámetro de color b* de frutos de aguaymanto

| Parámetro color b* ambiente y refrigeración | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Fuente | GL | SC ajust. | MC ajust. | Valor F | Valor P |
| Modelo | 143 | 14126,6 | 98,788 | 6,59 | 0,000 |
| Lineal | 11 | 4420,9 | 401,896 | 26,81 | 0,000 |
| Concentración de almidón | 2 | 392,6 | 196,293 | 13,09 | 0,000 |
| Miel | 3 | 543 | 180,984 | 12,07 | 0,000 |
| Temperatura | 1 | 3,3 | 3,298 | 0,22 | 0,639 |
| Tiempo de almacenamiento (Días) | 5 | 3468,8 | 693,766 | 46,27 | 0,000 |
| Interacciones de 2 términos | 41 | 4789,5 | 116,817 | 7,79 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel | 6 | 810,3 | 135,054 | 9,01 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura | 2 | 289,2 | 144,584 | 9,64 | 0,000 |
| Concentración de almidón*tiempo de almacenamiento (Días) | 10 | 594,5 | 59,452 | 3,97 | 0,000 |
| Miel*temperatura | 3 | 139 | 46,334 | 3,09 | 0,027 |
| Miel*tiempo de almacenamiento (Días) | 15 | 961,7 | 64,116 | 4,28 | 0,000 |
| Temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 5 | 1994,7 | 398,933 | 26,61 | 0,000 |
| Interacciones de 3 términos | 61 | 3747,2 | 61,43 | 4,1 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura | 6 | 518,6 | 86,441 | 5,77 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*tiempo de almacenamiento (Días) | 30 | 1180 | 141,276 | 2,62 | 0,000 |
| Concentración de almidón*temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 10 | 1412,8 | 42,79 | 9,42 | 0,000 |
| Miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 15 | 641,8 | 38,893 | 2,85 | 0,000 |
| Interacciones de 4 términos | 30 | 1166,8 | 38,893 | 2,59 | 0,000 |
| Concentración de almidón*miel*temperatura*tiempo de almacenamiento (Días) | 30 | 1166,8 | 14,993 | 2,59 | 0,000 |
| Error | 287 | 4302,9 | | | |
| Total | 430 | 18429,5 | | | |

Anexo 14. Prueba no paramétrica de Friedman para aguaymanto con recubrimiento comestible almacenado a T° ambiente.

| Estadísticas de prueba - T° ambiente | | | | | |
|---------------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|
| Test Statistics^a | | Test Statistics^a | | Test Statistics^a | |
| N | 60 | N | 60 | N | 59 |
| Chi-Square | 271,382 | Chi-Square | 232,991 | Chi-Square | 255,914 |
| df | 12 | df | 12 | df | 12 |
| Asymp. Sig. | ,000 | Asymp. Sig. | ,000 | Asymp. Sig. | ,000 |
| a. Friedman Test - textura | | a. Friedman Test - olor | | a. Friedman Test - sabor | |

Anexo 15. Prueba no paramétrica de Friedman para aguaymanto con recubrimiento comestible almacenado en refrigeración.

| Estadísticas de prueba - Refrigeración | | | | | |
|-----------------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|
| Test Statistics^a | | Test Statistics^a | | Test Statistics^a | |
| N | 61 | N | 61 | N | 61 |
| Chi-Square | 309,615 | Chi-Square | 114,597 | Chi-Square | 113,639 |
| df | 12 | df | 12 | df | 12 |
| Asymp. Sig. | ,000 | Asymp. Sig. | ,000 | Asymp. Sig. | ,000 |
| a. Friedman Test - textura | | a. Friedman Test - olor | | a. Friedman Test - sabor | |

Anexo 16. Panel fotográfico



Lavado y desinfección de oca.



Almidón lavado.



Separación de caliz.



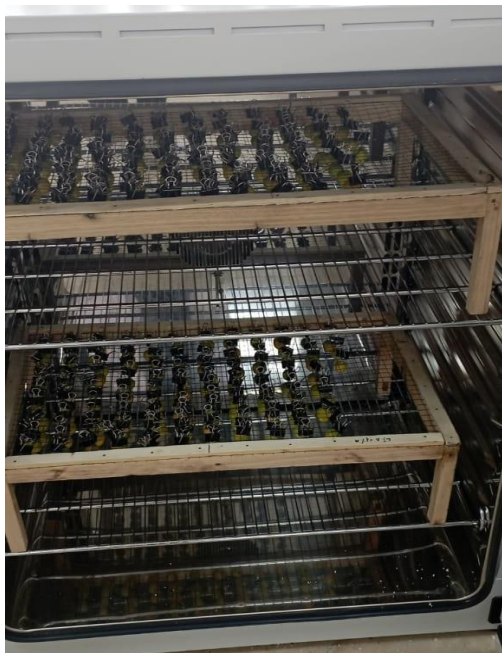
Frutos seleccionados.



Preparación de Recubrimiento.



Aguaymanto con recubrimiento.



Secado de frutos recubiertos.



Frutos almacenados en refrigeración.



Muestras para análisis.



Realizando análisis de C.A



Análisis de aceptabilidad



Análisis de aceptabilidad.

