



# Universidad Nacional Autónoma de Chota

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación

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

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que la tesis de investigación Titulada “**Aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de olluco y mucílago de sábila en la conservación de frutos de pushgay (*Vaccinium Floribundum* H.B.K)**”; desarrollada por la Bachiller **Deysi Marisol Rubio Díaz**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, **asesorado por el Ph. D. Frank Fluker Velásquez Barreto**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 14%**, 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, 26 de febrero de 2025.

Atentamente

M.Sc. Rubén Iván Marchena Chanduvi  
Director de la Unidad de Investigación de la  
Facultad de Ciencias Agrarias

# Deysi Marisol Rubio Díaz

## IT-CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD-UIFCA

-  INFORME DE TESIS 2025
-  PROYECTOS Y TESIS 2025
-  Universidad Nacional Autónoma de Chota

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3166851179

Fecha de entrega

26 feb 2025, 10:23 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

26 feb 2025, 10:26 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

INFORME\_DE\_TESIS\_2025\_-\_DEYSI\_MARISOL\_RUBIO\_D\_AZ\_-\_T.docx

Tamaño de archivo

1.7 MB

93 Páginas

18,938 Palabras

95,572 Caracteres

## 14% Similitud general

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

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía

### Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad




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

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

## Fuentes principales

10%	 Fuentes de Internet
3%	 Publicaciones
7%	 Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Fuentes principales

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

1	Trabajos del estudiante Universidad Nacional Autónoma de Chota	4%
2	Internet portaluni.unach.edu.pe	2%
3	Internet hdl.handle.net	1%
4	Internet www.scielo.cl	<1%
5	Internet revistas.uncp.edu.pe	<1%
6	Internet repositorio.unc.edu.pe	<1%
7	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo	<1%
8	Internet www.repositorio.unach.edu.pe	<1%
9	Internet oldri.ues.edu.sv	<1%
10	Trabajos del estudiante Escuela Superior Politécnica del Litoral	<1%
11	Internet www.coursehero.com	<1%

12	Internet	repositorio.uta.edu.ec	<1%
13	Internet	repositorio.espe.edu.ec	<1%
14	Internet	repositorio.unach.edu.pe	<1%
15	Internet	es.scribd.com	<1%
16	Internet	repositorio.uns.edu.pe	<1%
17	Trabajos del estudiante Universidad de Burgos UBUCEV		<1%
18	Internet	www.tandfonline.com	<1%
19	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
20	Internet	revistas.udistrital.edu.co	<1%
21	Internet	www.scribd.com	<1%
22	Internet	www.researchgate.net	<1%
23	Internet	dspace.unitru.edu.pe	<1%
24	Internet	www.slideshare.net	<1%
25	Internet	datospdf.com	<1%

26	Internet	issuu.com	<1%
27	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	<1%
28	Internet	1library.co	<1%
29	Publicación	MARÍA DE LOS LLANOS NAVARRO TARAZAGA. "Efecto de la composición de recubr...	<1%
30	Internet	edoc.pub	<1%
31	Internet	repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080	<1%
32	Internet	repositorio.upagu.edu.pe	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Chimborazo	<1%
34	Internet	repositorio.cucba.udg.mx:8080	<1%
35	Internet	www.bayercare.com	<1%
36	Internet	livrosdeamor.com.br	<1%
37	Internet	repositorio.ulead.edu.ec	<1%
38	Internet	ADRIANA CONTRERAS OLIVA. "Efecto de tratamientos poscosecha novedosos en l...	<1%
39	Trabajos del estudiante	Universidad Católica Boliviana "San Pablo"	<1%

40	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
41	Trabajos del estudiante	IPS Instituto Politécnico de Setubal	<1%
42	Trabajos del estudiante	Universidad Técnica de Machala	<1%
43	Publicación	E. Muriel, T. Antequera, J. Ruiz. "EFECTO DEL TIPO DE MÚSCULO SOBRE PARÁMETR...	<1%
44	Internet	core.ac.uk	<1%
45	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
46	Internet	tesis.unsm.edu.pe	<1%
47	Internet	www.somosmamas.com.ar	<1%
48	Trabajos del estudiante	Colegio Virgen de Europa	<1%
49	Internet	agritrop.cirad.fr	<1%
50	Internet	apirepositorio.unh.edu.pe	<1%
51	Internet	archive.idrc.ca	<1%
52	Internet	bibliotecaconsejo.blogspot.com	<1%
53	Internet	docobook.com	<1%

54	Internet	fdocuments.ec	<1%
55	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%
56	Internet	repositorio.uancv.edu.pe	<1%
57	Internet	repositorio.uladech.edu.pe	<1%
58	Internet	repositorio.unab.edu.pe	<1%
59	Internet	repositorio.utea.edu.pe	<1%
60	Internet	worldwidescience.org	<1%
61	Publicación	Daniel A. Jacobo-Velázquez, Gerardo Castellanos-Dohnal, Porfirio Caballero-Mata,...	<1%
62	Publicación	María Benlloch Tinoco. "ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD Y SEGURIDAD DE..."	<1%
63	Internet	bdigital.unal.edu.co	<1%
64	Internet	doku.pub	<1%
65	Internet	es.slideshare.net	<1%
66	Internet	patents.google.com	<1%
67	Internet	www.repositorio.usac.edu.gt	<1%



68	Publicación	Ariel Alain Vergel-Alfonso, Rocío Arias-Avelenda, Alicia Casariego-Año, María José ...	<1%
69	Publicación	Monika Patel, M. A. Firdaus, Sunita Mishra. "Influence of ZnO and CuO nanopartic...	<1%
70	Internet	dspace.esPOCH.edu.ec	<1%
71	Internet	tesis.ipn.mx	<1%
72	Internet	moam.info	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN  
DE OLLUCO Y MUCÍLAGO DE SÁBILA EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTOS  
DE PUSHGAY (*VACCINIUM FLORIBUNDUM* H.B.K)”**

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

**PRESENTADO POR:**

Bach. Rubio Díaz, Deysi Marisol

**ASESOR:**

Ph. D. Velásquez Barreto, Frank Fluker

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

**CHOTA – PERÚ**

**2025**



Anexo 01:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

REG. N° 021-2025-FCA

Siendo las 9:00 horas, del día 26 de febrero de 2025, los miembros del Jurado de Tesis titulada: “APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE OLLUCO Y MUCÍLAGO DE SÁBILA EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTOS DE PUSHGAY (*VACCINIUM FLORIBUNDUM* H.B.K)”, integrado por:

1. Dr. Thony Arce Saavedra -Presidente
2. Dra. Melina Luz Mary Cruzado Bravo- Secretario
3. Dr. Augusto Antonio Mechado Anastasio- Vocal

Sustentada de manera presencial (x), por la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, Rubio Díaz, Deysi Marisol, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

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

Colpa Huacaris, 26 de febrero del 2025

Dr. Thony Arce Saavedra  
Presidente

Dra. Melina Luz Mary Cruzado Bravo  
Secretario

Dr. Augusto Antonio Mechado Anastasio  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A Dios

Por estar siempre conmigo guiándome y bendiciéndome en mi camino para así poder realizar satisfactoriamente la culminación de la presente investigación.

A mis padres Manuel Silverio y Merceda

Por haber sido mi apoyo incondicional y reflejo del incansable esfuerzo para proporcionarme una educación sólida, quienes colocaron toda su confianza para adquirir una meta más en mi vida, y todo lo que llegue a obtener será gracias a las virtudes y valores que infundieron en mí, ese amor y apoyo constante que nunca me ha llegado a faltar a lo largo de mi vida estaré eternamente agradecida por estar siempre conmigo.

Los amo profundamente.

A mis hermanos

Gracias por haberme enseñado que la vida es mucho más alegre y divertida cuando hay compañía, supieron ofrecerme su tiempo para apoyarme y escucharme.

¡Este logro también es para ustedes!

## **AGRADECIMIENTO**

Mi cordial agradecimiento a mi alma mater, Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por haberme transmitido e inculcado sus conocimientos y valores para desarrollarme como profesional.

Mi más afectuoso agradecimiento a mi asesor Ph. D Frank Fluker Velásquez Barreto por brindarme su tiempo, paciencia y dedicación en la ejecución y culminación de la presente investigación.

Para finalizar a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por haberme transmitido todos sus conocimientos y guiarme durante los 5 años de mi formación profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Planteamiento del Problema .....	13
1.2. Formulación del Problema.....	14
1.3. Justificación .....	14
1.4. Objetivos.....	16
1.4.1. Objetivo General .....	16
1.4.2. Objetivos Específicos.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	17
2.1. Antecedentes .....	17
2.2. Bases Teórico - Científicas .....	20
2.2.1. Pushgay ( <i>Vaccinium floribundum</i> H.B.K).....	20
2.2.2. Olluco ( <i>Ullucus tuberosus</i> ).....	23
2.2.3. Almidón .....	25
2.2.4. Aloe vera ( <i>Aloe barbadensis</i> Miller).....	28
2.2.5. Recubrimientos comestibles (RC).....	31
2.3. Marco conceptual.....	36
2.3.1. Alcibar.....	36
2.3.2. Gel.....	36
2.3.3. Gelatinización .....	36

2.3.4. Índice de madurez .....	36
2.3.5. Mucílagos.....	36
2.3.6. Postcosecha .....	36
2.3.7. Recubrimiento comestible.....	36
2.3.8. Sedimentación.....	37
2.4. Hipótesis .....	37
2.5. Operacionalización de variables .....	38
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>39</b>
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	39
3.2. Diseño de investigación .....	39
3.3. Métodos de investigación .....	42
3.4. Población, muestra y muestreo .....	43
3.4.1. Población.....	43
3.4.2. Muestra.....	43
3.4.3. Muestreo.....	43
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
3.5.1. Proceso de obtención de almidón de olluco.....	43
3.5.2. Proceso de obtención de mucílago de sábila.....	46
3.5.3. Proceso de aplicación de recubrimientos comestibles .....	47
3.5.4. Determinación de las características fisicoquímicas.....	50
3.5.5. Determinación del índice de madurez.....	53

3.5.6. Determinación del tiempo de almacenamiento .....	53
3.5.7. Determinación de los parámetros de color .....	54
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	54
3.7. Aspectos éticos .....	54
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>55</b>
4.1. Descripción de Resultados .....	55
4.1.1. Evaluación de Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre las Características Fisicoquímicas en la Conservación de Frutos de Pushgay ( <i>Vaccinium floribundum</i> H.B.K.) .....	55
4.1.2. Evaluación de la Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre el Índice de Madurez en la Conservación de Frutos de Pushgay ( <i>Vaccinium floribundum</i> H.B.K.) .....	63
4.1.3. Evaluación de Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre el Color en la Conservación de Frutos de Pushgay ( <i>Vaccinium floribundum</i> H.B.K.) .....	65
4.2. Contrastación de Hipótesis .....	78
4.3. Discusión de Resultados .....	78
4.3.1. Evaluación de Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre las Características Fisicoquímicas en la Conservación de Frutos de Pushgay ( <i>Vaccinium floribundum</i> H.B.K.) .....	78
4.3.2. Evaluación de la Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre el Índice de Madurez en la Conservación de Frutos de Pushgay ( <i>Vaccinium floribundum</i> H.B.K.) .....	83



4.3.3. Evaluación de Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre el Color en la Conservación de Frutos de Pushgay ( <i>Vaccinium floribundum</i> H.B.K).....	84
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
5.1. Conclusiones.....	87
5.2. Recomendaciones.....	88
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Taxonomía del pushgay .....	21
<b>Tabla 2</b> Composición química del pushgay .....	22
<b>Tabla 3</b> Taxonomía del olluco .....	24
<b>Tabla 4</b> Composición química del olluco en g/100 g de parte comestible .....	25
<b>Tabla 5</b> Taxonomía del Aloe vera.....	29
<b>Tabla 6</b> Compuestos químicos de la planta de Aloe vera .....	30
<b>Tabla 7</b> Variables e indicadores .....	38
<b>Tabla 8</b> Datos de porcentajes de almidón de olluco y mucílago de sábila.....	42
<b>Tabla 9</b> Resultados de la evaluación de concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre el °Brix en pushgay con recubrimiento.....	56
<b>Tabla 10</b> Resultados de la evaluación de concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre el pH en pushgay con recubrimiento .....	58
<b>Tabla 11</b> Resultados de la concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre la acidez en pushgay con recubrimiento .....	60
<b>Tabla 12</b> Resultados de la evaluación de concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso en pushgay con recubrimiento .....	62
<b>Tabla 13</b> Resultados de la evaluación de concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre el índice de madurez en pushgay con recubrimiento .....	64
<b>Tabla 14</b> Evaluación de la concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre parámetros de color (L*) en pushgay con recubrimiento.....	66
<b>Tabla 15</b> Evaluación de la concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre parámetros de color (a*) en pushgay con recubrimiento .....	68

**Tabla 16** Evaluación de la concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre parámetros de color ( $b^*$ ) en pushgay con recubrimiento .....70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Esquema experimental de la investigación .....	40
<b>Figura 2</b> Flujograma para la obtención de almidón de olluco .....	44
<b>Figura 3</b> Flujograma para la extracción del mucílago de sábila .....	46
<b>Figura 4</b> Extracción de mucílago de sábila .....	47
<b>Figura 5</b> Flujograma del procedimiento de aplicación del recubrimiento comestible a los frutos de pushgay .....	48
<b>Figura 6</b> Proceso para la aplicación de los recubrimientos comestibles.....	50
<b>Figura 7</b> Determinación de °Brix en pushgay.....	51
<b>Figura 8</b> Determinación de pH en frutos de pushgay .....	51
<b>Figura 9</b> Determinación de la acidez titulable .....	52
<b>Figura 10</b> Almacenamiento de frutos de pushgay .....	53
<b>Figura 11</b> Determinación de los parámetros de color ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ) .....	54
<b>Figura 12</b> Representación de los °Brix de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento) .....	71
<b>Figura 13</b> Representación del pH de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento) .....	72

<b>Figura 14</b> Representación de la acidez de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento .....	73
<b>Figura 15</b> Representación de Índice de Madurez (IM) de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento. ....	74
<b>Figura 16</b> Representación de la pérdida de peso de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento .....	75
<b>Figura 17</b> Representación del parámetro L* de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento. ....	76
<b>Figura 18</b> Representación del parámetro a* de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento. ....	77

## RESUMEN

Se estiman cuantiosas cantidades de pérdidas de frutos a lo largo de la postcosecha, éstas inician con una inadecuada recolección, manipulación, almacenamiento y transporte, que se manifiesta reduciendo el valor económico al momento de la venta. A nivel mundial la exigencia de productos sanos, ha supuesto el empleo de Recubrimientos Comestibles (RC) con el fin de prolongar la vida útil. La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar la aplicación de un RC a base de almidón de olluco y mucílago de sábila en la conservación de frutos de pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K), se desarrollaron 12 tratamientos y se realizó un diseño factorial con 3 factores, que fueron: almidón (3 %, 4 % y 5 %) , mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 % y 80 %), y el tiempo de almacenamiento (0, 3, 6, 9, 12 y 15), se determinó como variables de respuesta: características fisicoquímicas: (°Brix, pH, acidez), pérdida de peso, índice de madurez y parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Los frutos de pushgay fueron colocados en bandejas PET previamente perforados y llevados a secar en una estufa a 25 °C por 15 min. Los tratamientos fueron acondicionados a temperatura ambiente (18 °C) para posteriormente ser evaluados. Se obtuvo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las concentraciones de almidón de olluco y mucílago de sábila, y sobre todo al comparar con la muestra control (sin recubrimiento), siendo así que la  $C_3$  fue la que logró reducir en menor proporción las características fisicoquímicas (°Brix) e índice de madurez, mientras que para el parámetro  $L^*$  presentó un ligero aumento en el día 15 indicando mayor claridad y en los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  presentaron leves reducciones. Finalmente se concluyó que la concentración  $C_3$  logró mantener los °Brix e índice de madurez, mientras que  $C_5$  logró obtener una menor disminución en PP durante los 15 días de almacenamiento prolongando su vida útil.

**Palabras clave:** Pushgay, almidón de olluco, mucílago de sábila, parámetros de color, características fisicoquímicas, índice de madurez.

## ABSTRACT

It is estimated that there are large amounts of fruit losses during the post-harvest period, which begin with inadequate harvesting, handling, storage and transportation, which reduces the economic value at the time of sale. Worldwide, the demand for healthy products has led to the use of edible coatings (RC) in order to prolong shelf life. The general objective of this research was to evaluate the application of a CR based on olluco starch and aloe vera mucilage in the preservation of pushgay fruits (*Vaccinium floribundum* H.B.K), 12 treatments were developed and a factorial design was carried out with 3 factors, which were: starch (3 %, 4 % and 5 %), aloe mucilage (20 %, 40 %, 60 % and 80 %), and storage time (0, 3, 6, 9, 12 and 15). The following were determined as response variables: physicochemical characteristics (°Brix, pH, acidity), weight loss, maturity index and color parameters ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Pushgay fruits were placed in PET trays previously perforated and dried in an oven at 25 °C for 15 min. The treatments were conditioned at room temperature (18 °C) and then evaluated. Significant differences ( $p < 0.05$ ) were obtained between the concentrations of olluco starch and aloe mucilage, especially when compared with the control sample (without coating), with C3 being the one that achieved the least reduction in the physicochemical characteristics (°Brix) and maturity index, while for the  $L^*$  parameter it presented a slight increase on day 15 indicating greater clarity, and the  $a^*$  and  $b^*$  parameters presented slight reductions. Finally, it was concluded that the C3 concentration was able to maintain the °Brix and maturity index, while C5 was able to obtain a smaller decrease in PP during the 15 days of storage, prolonging its shelf life.

**Keywords:** Pushgay, olluco starch, aloe mucilage, color parameters, physicochemical characteristics, maturity index.

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del Problema

El pushgay, planta andina, la cual dispone de diversas propiedades entre ellas alimentarias (Coba et al., 2012). A nivel de la región Cajamarca, se ha identificado el fruto de pushgay en diversas provincias como son: Chota, Bambamarca, Cajamarca, San Marcos y Celendín, sin embargo, existen indicios de que existiría especies semejantes en distintas partes del país (Tapia y Fries, 2007). Gracias a sus propiedades antioxidantes, este fruto hoy en día se ha vuelto de gran interés aprovechando los beneficios que brinda en varios campos como la alimentación, medicina y cosmética (Acosta, 2023).

Una de las gran problemáticas se atraviesa tanto a nivel local, regional, nacional e internacional es la escasez de alimentos a causa de la descomposición de los productos alimenticios, donde se estima una gran cantidad de pérdidas de frutas en la postcosecha las cuales son significativas superando el 20 %, esto debido a la presencia de microorganismos, cambios fisiológicos, volviéndolas menos comestibles, éstas pérdidas ocurre por el inadecuado manejo de recolección, manipulación, almacenamiento y el deficiente transporte, entre otros, lo que convierte reducidos períodos de almacenamiento, generando pérdidas de frutos y a su vez económicas por parte de los productores, así como también de personas que se encargan de la comercialización (Mejía, 2024).

Según FAO (2014), “Las pérdidas ocurre especialmente a lo largo de la producción, postcosecha, almacenamiento y finalmente en el transporte.”

De acuerdo a lo mencionado por Villafuerte et al. (2021) La tecnología de los RC viene siendo un método prometedor para la preservación de la calidad de los frutos, el uso de RC empezó como una alternativa para prolongar y de esa manera poder mejorar la vida útil de alimentos, es así que hoy en día se busca que los RC puedan preservar y a la vez proteger el alimento de microorganismos (bacterias, hongos).

Es así que, con el presente estudio se pretende desarrollar recubrimientos comestibles a partir de almidón de olluco y mucílago de sábila para ser aplicado en frutos de pushgay por ende incrementar su vida útil en anaquel, ya se propone disminuir las pérdidas desarrolladas durante la postcosecha y gracias a este recubrimiento se protegerá al fruto y se evitará su descomposición, así como también mejorará características organolépticas sin causar daño a la salud del consumidor, puesto que por varios estudios se ha afirmado que el mucílago de sábila tiene una gran capacidad para la formación de recubrimientos comestibles, por su capacidad antioxidante y a su vez permite aumentar la vida útil disminuyendo pérdidas, así como también el almidón es visto como una importante opción debido a su alto potencial puesto que es un material que tiene alta disponibilidad, bajo costo y a su vez permite prolongar la vida útil.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuál será el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de olluco y mucílago de sábila en la conservación de frutos de pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K)?

## **1.3. Justificación**

Para la preservación de frutas se ha dispuesto de varias tecnologías con el fin de que estas impidan el desarrollo de algunos patógenos durante el periodo de almacenamiento, así como también puedan prolongar su vida útil, me refiero a los recubrimientos comestibles para la conservación de los alimentos, como es el caso de los frutos de pushgay, fruto que crece de manera silvestre a nivel de la región Cajamarca, debido sus excelentes propiedades se visualiza a convertirse en una fruta para la exportación y esto es muy significativo puesto que sería muy rentable y una gran oportunidad para pequeños productores de nuestro Perú y especialmente a nivel de Cajamarca, en este sentido es mucha importancia la aplicación de recubrimientos comestibles puesto que esta tecnología vista desde una perspectiva ambiental podría reducir el



empleo de envases, ya que estos son biodegradables lo que lo hace amigable con el medio ambiente.

Por lo que es vital aplicar recubrimientos comestibles los cuales no solo permitirán la preservación de frutas sino también podría mejorar los ingresos económicos de muchos productores, siendo así que estos ayudan a retardar la maduración y a su vez permiten una disminución en su deterioro y las frutas puedan distribuirse con apta calidad que hoy en día tanto requieren los consumidores. Es por ello que con el presente trabajo de investigación se propone prolongar la vida útil de frutos de pushgay mediante la aplicación de recubrimientos comestibles a base de almidón de olluco alternativa interesante debido a su bajo costo y fácil procesamiento, tubérculo que lo encontramos con facilidad en la provincia de Chota y mucílago de sábila ya que el uso de este biopolímero es muy económico y accesible, de esa manera aprovecho nuestros recursos para poder conservar sus características organolépticas de dicho fruto.

## **1.4. Objetivos**

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

Evaluar la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de olluco y mucílago de sábila en la conservación de frutos de pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K.).

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

Evaluar la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de olluco y mucílago de sábila sobre las características fisicoquímicas en la conservación de frutos de pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K.).

Evaluar la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de olluco y mucílago de sábila sobre el índice de madurez en la conservación de frutos de pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K.).

Evaluar la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de olluco y mucílago de sábila sobre los parámetros de color en la conservación de frutos de pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K.).

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Trujillo et al. (2012) determinaron el efecto que tiene al aplicar almidón de yuca y papa como recubrimientos comestibles en mango, para lo cual se realizaron 2 tratamientos, T<sub>1</sub> (4 % almidón de yuca + 20 % glicerol + 5 % lecitina de soya) y T<sub>2</sub> (10 % almidón de papa + 20 % glicerol + 5 % lecitina de soya), donde se consideraron variables como color, pérdida de peso, pH, acidez, es así que los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> lograron reducir el cambio de parámetros de color, pH y pérdida de peso (PP) en comparación al tratamiento control (sin recubrimiento), no obstante, se observó que existió diferencia en los valores de las variables mencionadas entre los tratamientos, esto debido a diferencias en los porcentajes de los componentes de los tratamientos y estructuras de los almidones utilizados como ingredientes de los recubrimientos comestibles. Así mismo, los autores concluyeron que T<sub>1</sub> logró retrasar el tiempo de maduración por 12 días, en comparación con el tratamiento testigo que fue por 6 días.

Oñate (2018) evaluó el efecto que tiene al aplicar almidón de papa como recubrimiento comestible en fresa, se realizaron 2 tratamientos, T<sub>1</sub> (almidón de papa 1 %, sorbitol 2 %, ácido cítrico 0,5 %, sorbato de potasio 0,02 %), fueron sumergidas por un lapso de 5 min y el T<sub>2</sub> (almidón de papa 2 %, sorbitol 2 %, ácido cítrico 0,5 %, sorbato de potasio 0,02 %,.) sumergida por un lapso de 10 min, se consideraron variables como pérdida de peso, acidez y pH, donde se determinó que ambos tratamientos lograron reducir pH, pérdida de peso y acidez, esto debido a la diferencia del porcentaje de los componentes utilizado en ambos tratamientos. Es así que el autor concluye que el T<sub>2</sub> logró obtener una menor disminución de peso con una vida útil de 7 días al final del almacenamiento.

Jiménes (2017) evaluó el efecto del Aloe vera (Av) como recubrimiento comestible aplicada en papayas y guayabas, se desarrollaron seis tratamientos donde el factor A corresponde al porcentaje de aloe vera conformado por (30 %, 50 % y 70 %) y el factor B

conformado por la temperatura (4 °C y 10 °C), se determinó análisis fisicoquímicos (°Brix, pH, color, acidez) y organolépticos (color), encontrándose que en guayaba el T<sub>5</sub> (70 % aloe vera y temperatura de almacenamiento 4 °C) la prolongó en 8 días, mientras que en papaya el T<sub>6</sub> (70 % aloe vera y temperatura de almacenamiento 10 °C), la conservó por 10 días, dado así que a mayor porcentaje de aloe vera habrá mayor prolongación de vida útil. Es así que el autor concluye que los tratamientos T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> lograron extender el tiempo de vida útil por 8 y 10 días, así como también lograron reducir cambios en los análisis fisicoquímicos y organolépticos.

Novillo (2022) evaluó el efecto que tiene el aloe vera en la determinación de vida útil del arándano, se realizaron 3 tratamientos: T<sub>1</sub> (15 % aloe vera + 85 % agua destilada), T<sub>2</sub> (30 % aloe vera + 70 % de agua destilada) y T<sub>3</sub> (45 % aloe vera + 55 % agua destilada), se consideraron variables como pérdida de peso (PP), acidez, pH, índice de madurez (IM), se determinó que los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> lograron reducir cambios de pH, pérdida de peso, índice de madurez en comparación al tratamiento control (sin recubrimiento), sin embargo, existió diferencias en los valores de las variables indicadas en los tratamientos, debido a la diferencia de los porcentajes de insumos utilizados en los recubrimientos comestibles. Así mismo el autor concluye que el T<sub>2</sub> obtuvo el mejor resultado ya que amplió la vida útil por 14 y 8 días.

Achipiz et al. (2013) determinaron el efecto de emplear almidón de papa y Aloe vera (Av) como recubrimiento comestible en guayaba, para ello se realizaron 4 tratamientos, T<sub>1</sub> (muestra testigo) T<sub>2</sub> (2 % almidón de papa, 20 % aloe vera, 2 % glicerina, 0,1 cera de carnauba, 0,02 % tween), T<sub>3</sub> (3 % almidón de papa, 20 % aloe vera, 2 % glicerina, 0,1 cera de carnauba, 0,02 % tween), T<sub>4</sub> (4 % almidón de papa, 20 % aloe vera, 2 % glicerina, 0,1 cera de carnauba, 0,02 % tween), donde se consideraron variables como pérdida de peso y acidez, finalmente se determinó que los 4 tratamientos mostraron efectos favorables frente a las variables consideradas, esto debido a los porcentajes y la estructura de almidón utilizado en los

tratamientos para los recubrimientos comestibles. Es así que los autores concluyeron que el T<sub>4</sub> fue el más destacado puesto que incrementó en 10 días la vida útil en comparación con la muestra control.

Buelvas et al. (2023) determinaron el efecto que tiene la aplicación de Aloe vera (Av) y almidón de yuca en piña mínimamente procesada, plantearon 4 tratamientos con concentraciones T<sub>1</sub> (75 % aloe vera + 25 % almidón de yuca), T<sub>2</sub> (50 % aloe vera + 50 % almidón de yuca), T<sub>3</sub> (25 % aloe vera + 75 % almidón de yuca), T<sub>4</sub> (muestra testigo) y se evaluaron variables como color y textura, determinándose que el T<sub>2</sub> obtuvo la mejor textura y el T<sub>4</sub> la mejor luminosidad, esto debido a los porcentajes de ambos componentes utilizados para recubrimientos comestibles. Por ello los autores concluyeron que el T<sub>2</sub> puede garantizar un buen perfil de textura consiguiendo un producto mucho más firme logrando retrasar el tiempo de almacenamiento por 12 días.

Valenzuela et al. (2024) evaluaron la eficiencia del recubrimiento comestible a base de almidón de yuca y aceite esencial de canela en piñas de IV gama, realizaron 6 concentraciones constituidas por almidón al 2 % y 3 %, combinadas con 3 niveles de aceite esencial 0,10 %, 0,20 y 0,30 %, evaluaron variables como acidez, pH y pérdida de peso (PP) en un periodo de 15 días, encontrándose que el mejor tratamiento constituido por 2 % de almidón y 0,30 % de aceite esencial disminuyó la pérdida de peso, mientras que las otras variables fisicoquímicas se conservaron estables a lo largo del almacenamiento. Es así que los autores llegaron a concluir que los recubrimientos comestibles pueden ayudar a conservar algunas de la características de calidad en la piña de IV gama.

## 2.2. Bases Teórico - Científicas

### 2.2.1. Pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K)

Es una planta promisoria, la cual es oriunda de los andes, se desarrolla de forma silvestre en los páramos del norte de la sierra andina (Pérez y Valdivieso, 2007). Es cuantiosa en países como Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela sobre todo entre 1400 y 4350 msnm de los bosques húmedos montanos y páramos (Sanjinéz et al., 2006), gracias a las características geográficas, el número elevado de microclimas así como también nichos ecológicos fueron los que aportaron en su crecimiento y en su progresiva diversificación. En los andes los frutos de pushgay los encontramos de distintas formas como: herbáceas, arbustivas, epifitas y terrestres (Luteyn, 2002).

Garivia et al. (2009), mencionan que se han encontrado 3 variedades de *Vaccinium* las cuales se mencionan a continuación: *Vaccinium corymbodendrum*, *Vaccinium floribundum* y *Vaccinium meridionale*, están localizadas desde Venezuela hasta Bolivia a una elevación que abarca los 2600 a 4000 msnm, hallándose una pequeña afinidad en especies de Colombia, Ecuador y Perú, donde la más abundante y numerosa es *Vaccinium floribundum*.

A nivel de la región Cajamarca, se ha identificado el fruto de pushgay en diversas provincias como son: Chota, Bambamarca, Cajamarca, San Marcos y Celendín, sin embargo, existen indicios de que existiría especies semejantes en distintas partes del Perú (Tapia y Fries, 2007).

**2.2.1.1. Taxonomía del pushgay.** En la Tabla 1 se detalla la taxonomía del pushgay.

**Tabla 1**

*Taxonomía del pushgay.*

Descripción botánica del pushgay	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Ericales
<b>Familia</b>	Ericaceae
<b>Género</b>	<i>Vaccinium</i>
<b>Especie</b>	<i>Floribundum</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Vaccinium Floribundum</i> H.B.K

*Nota.* Brako y Zarucchi (1993) citado por Noboa (2010).

**2.2.1.2. Morfología del pushgay.** La planta de pushgay viene hacer un pequeño arbusto que mide 1,5 m de altura, conformada por abundantes ramas, sus hojas son alternas y pequeñas de 2 cm de longitud, tiene un borde aserrado, donde la nervación es pinnada. Su inflorescencia se caracteriza por presentar pequeños racimos que constan de 6 a 10 flores que miden 8 mm de largo, así mismo la corola tiene forma redondeada conformada por 4 o 5 pétalos, los cuales tienen una coloración blanca o rosada, mientras que sus frutos son esféricos llegando a medir un aproximado de 1 cm de diámetro, manifestando un color violeta o azul intenso así como también presentándose algunas veces con cobertura cerosa (Aguilar et al., 2009).

**2.2.1.3. Composición química del fruto de pushgay.** En la Tabla 2 se muestra el valor de los principales componentes químicos del pushgay.

**Tabla 2***Composición química del pushgay.*

<b>Componente</b>	<b>Cantidad (100g de fruta)</b>
<b>Análisis Proximal</b>	
Humedad	81,0 ± 2,00 g
Proteína	0,7 ± 0,02 g
Grasa	1,0 ± 0,04 g
Ceniza	0,4 ± 0,03 g
<b>Azúcares Solubles</b>	
Glucosa	2,6 ± 0,3 g
Fructosa	4,4 ± 0,4 g
<b>Ácidos orgánicos</b>	
Ác. málico	1823 ± 274 mg
Ác. cítrico	3142 ± 614 mg
<b>Minerales</b>	
Calcio	17,0 ± 2,30 mg
Hierro	0,64 ± 0,20 mg
Magnesio	10,23 ± 1,10 mg
Potasio	0,7 ± 73,00 mg
Zinc	0,13 ± 0,02 mg
Cobre	0,12 ± 0,02 mg

*Nota.* Vasco et al. (2009).



**2.2.1.4. Usos del pushgay.** El pushgay es un fruto ampliamente utilizado, así como también sus hojas y raíces vienen siendo utilizadas como calmantes para la fiebre, cólicos, dolor de hígado y riñones, reumatismo, es así que sus hojas son muy utilizadas como alimento para el ganado bovino (Guerrero, 2016). El pushgay cuenta con un enfoque medicinal, cultural y gastronómico, es así que estudios revelan que este fruto posee niveles altos de antioxidantes, entre algunos beneficios que tiene es la prevención de diabetes, reducción de enfermedades cardíacas y degenerativas (Gallardo, 2015), es consumido en fresco así como también viene siendo utilizado en la elaboración de vinos, mermeladas, jugos, jaleas, helados, harinas (Roldán, 2012).

### **2.2.2. Olluco (*Ullucus tuberosus*)**

El olluco se cultiva generalmente sobre los 2800 msnm, viene hacer el segundo tubérculo que más se cultiva, así mismo tiene una gran importancia económica, donde la papa es la única que lo supera (Chuquilín et al., 2020), su distribución es extensa ya que va desde Venezuela hasta el norte de Argentina, se acondiciona a 4000 msnm, no obstante, a la altitud de 3600 – 3800 msnm donde los lugares están relativamente protegidos de las bajas temperaturas es ahí donde se obtiene una productividad mucho mayor, también existen variedades que son bastante resistentes a heladas, sin embargo, el olluco se ha acondicionado bastante bien a menores alturas, donde hoy en día se viene cultivando a la par con el maíz y es así como la producción viene abasteciendo a los diversos mercados (Tapia y Fries, 2007).

**2.2.2.1. Taxonomía del olluco.** En la Tabla 3 se detalla la taxonomía del olluco.

**Tabla 3**

*Taxonomía del olluco.*

Descripción botánica del olluco	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Caryophyllales
<b>Familia</b>	Basellaceae
<b>Género</b>	<i>Ullucus</i>
<b>Especie</b>	<i>Tuberosus</i>
<b>Nombre Científico</b>	<i>Ullucus tuberosus</i>

*Nota.* Rentería, (2019).

**2.2.2.2. Morfología del olluco.** Es una planta perenne que alcanza los 20 a 40 cm de altura, consta de un follaje compacto y va tomando una coloración verdosa, hojas pecioladas que toman una forma acorazonada, a su vez consta de diversas formas, las cuales son muy variadas, por ejemplo: esférica, cilíndrica y ovoide. Los frutos varían en el tamaño van desde los 20 g, tienen una piel fina la cual puede ser consumida incluso sin retirarle la piel, la pulpa es muy jugosa y mucilaginosa, este tubérculo varía de color: amarillo, verde, lila rosado (Tapia y Fries, 2007).

**2.2.2.3. Composición química del olluco.** En la Tabla 4 se muestra los principales componentes químicos del olluco por cada 100 g de la parte comestible.

**Tabla 4***Composición química del olluco en g/100 g de parte comestible.*

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
Humedad	83,4 (%)
Proteínas	10,01 (%)
Cenizas	5.93 g
Fibra	2,63 (%)
Carbohidrato total	8,12 (%)
Almidón	70,50 (%)
Vitamina C	26,03 (%)
Fósforo	0,263 (%)
Calcio	0,02 (%)
Magnesio	0,107 (%)
Potasio	2,48 (%)
Sodio	0,03 (%)
Cobre	10,71 ppm
Hierro	59,42 ppm
Zinc	23,94 ppm
Magnesio	9,19 ppm

*Nota.* Bardales et al. (2019).**2.2.3. Almidón**

El almidón viene hacer un polisacárido de reserva alimentaria que predomina en las plantas, el cual lo encontramos en forma de gránulos en el interior de las células vegetales, formado por 2 tipos de moléculas como es el caso de la amilosa 30 % y amilopectina 70 %. Hoy en día el almidón de las diferentes fuentes vegetales como: papa, maíz, arroz y trigo, ha obtenido gran interés en relación con sus características estructurales y fisicoquímicas esto debido a su biodegradabilidad ya que cuenta con buenas propiedades funcionales posee un alto potencial para ser utilizado en la industria por ejemplo puede ser utilizado como: estabilizador,

adhesivo, agente espesante y gelificante, agente de retención de agua, papel, bioplásticos y biodiésel (Singh et al., 2003).

Las fuentes principales de almidones que más destacan son: tubérculos (40 - 70 % de su peso seco), leguminosas (30 - 50 % de su peso seco), granos de cereales (40 - 90 % de su peso seco), (Apaza, 2018).

**2.2.3.1. Componentes del almidón.** Fernandez (2005), el almidón está conformado por 2 tipos de polímeros que a continuación se describen:

- **Amilosa:** Viene hacer un polímero que está constituido a través de la unión  $\alpha$ -glucosa, solo aparecen enlaces 1 - 4, es por ello que su estructura es lineal, se caracteriza por ser la parte soluble, constituida en una proporción que equivale del 20 - 25 % del almidón total, sin embargo, el guisante es una excepción ya que está constituido por una proporción equivalente al 60 %, mientras que los cereales céreos presentan alrededor del 10 % de amilosa, cantidad relativamente baja.
- **Amilopectina:** Es un polímero insoluble, que está compuesto a 2 tipos de enlace por unión de  $\alpha$  glucosa mediante enlaces 1 - 4, sin embargo se encuentra ramificado a enlaces 1 - 6 que aparecen cada 20 a 25 restos de glucosa, la amilopectina está constituida en una proporción de 75 % del almidón total, y se caracteriza por ser la parte más ramificada del almidón.

**2.2.3.2. Gelatinización del almidón.** La peculiaridad que posee los almidones es que son muy solubles en agua por debajo de su temperatura de gelatinización, a medida que el almidón atraviesa el proceso de calentamiento el cual se lleva de manera gradual en agua a 55 - 70 °C es ahí donde empieza a hincharse de manera irreversible; toda esta habilidad que tiene el gránulo de almidón para hincharse y luego romperse viene hacer un proceso que tiene gran importancia tecnológica puesto que ocurren diferentes cambios en la viscosidad del almidón (Apaza, 2018).

En el desarrollo de proceso de gelatinización se producen cambios los cuales son irreversibles que ocasionan el hinchamiento y rompimiento del gránulo de almidón donde la cristalinidad se pierde, estos cambios llegan a ser influenciados por factores intrínsecos (tipo de almidón, tamaño de gránulos, entre otros) así mismo por factores extrínsecos (contenido de humedad, daño mecánico de gránulos, velocidad de calentamiento, condiciones de extracción, entre otras), es así que para la transición se necesita que el % de agua sea mayor al 30 % a una temperatura que oscile entre 60 y 75 °C, este valor va a ir dependiendo del origen del almidón (Parker y Ring, 2001).

Las propiedades térmicas son parámetros de gran importancia, puesto que llevan a cabo la determinación de energía para así lograr la gelatinización del almidón, es así que Valcárcel-Yamani et al. (2013) reportaron temperatura de gelatinización de 58,93 °C con una entalpia de gelatinización de 10,23 J/g. Pacheco et al. (2019) indicaron una temperatura de gelatinización de 52,3 °C con una entalpia de gelatinización de 12,3 J/g, Torres et al. (2011), observaron temperatura de gelatinización de 63,1 °C y una entalpia de gelatinización de 13,2 J/g. Cruz et al. (2016) reportaron temperatura de gelatinización de 62,7 °C con una entalpia de gelatinización de 18,0 J/g.

**2.2.3.3. Almidón de olluco.** Los gránulos de almidón presentes en el olluco tienen diversas formas: elipsoidales, ovales, prismáticas, cónicas (Valcárcel-Yamani et al., 2013). Se reportaron distintos tamaños de gránulos de almidón de olluco por Bellido-Valencia et al. (2017) donde encontraron gránulos de 4,48  $\mu\text{m}$  a 24,9  $\mu\text{m}$ , mientras estudios realizados por Valcárcel-Yamani et al. (2013) encontraron tamaño de gránulos de 6,45 a 32,64  $\mu\text{m}$  de longitud y 5,68 a 23,18  $\mu\text{m}$  de diámetro. Para los almidones de olluco se han reportado contenido de amilosa, Cruz et al. (2016) determinaron un contenido de 20,4 % mientras que Valcárcel-Yamani et al. (2013) el 26 %.

#### **2.2.4. *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller)**

Es una planta perenne ya que su desarrollo viene hacer a largo plazo y a su vez es xerofítica ya que se adapta en terrenos caracterizados por ser demasiada baja la disponibilidad de agua, así mismo posee tejidos los cuales son utilizados para almacenamiento de agua, es así que esta planta opta por suelos áridos muy secos (Estupiñan, 2012), también es conocida como penca sábila con origen en África, sin embargo, hoy en día está muy distribuida por todo el mundo, existe alrededor de 300 especies no obstante la que tiene más comercialización es la *barbadensis*.

Hoy en día viene siendo utilizada como elemento básico de productos para cuidado personal, sin embargo, también actúa como antioxidante, humectante, antiinflamatorio y como ingrediente esencial en alimentos funcionales, como es el caso del mucílago que viene siendo utilizado en la industria alimentaria principalmente en la preservación de alimentos ya que posee excelentes características gelificantes (Cano y Corales, 2014).

**2.2.4.1. Taxonomía del *Aloe vera*.** En la Tabla 5 se muestra la taxonomía del *Aloe vera*.

**Tabla 5***Taxonomía del Aloe vera.*

Descripción botánica del Aloe vera	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Monocotiledoneas
<b>Orden</b>	Lilifloras
<b>Familia</b>	Liliaceaes
<b>Género</b>	<i>Aloe</i>
<b>Especie</b>	<i>Aloe vera</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Aloe barbadensis</i> Miller
<b>Nombre común</b>	Sábila

*Nota.* Cavasin y Fontanini, (2017).

**2.2.4.2. Morfología del Aloe vera.** La planta de Aloe vera posee una raíz entre 4 y 10 cm de largo, está principalmente formado por un rizoma el cual puede ser dividido para que la planta llegue a esparcirse de tallo pequeño y grueso con una longitud de 30 y 40 cm, sus hojas son simples, las cuales presentan una forma triangular, muy suculentas y a su vez cuentan con una punta reducida entre 30 y 60 cm de largo, se caracterizan porque sus bordes tienen dientes afilados en forma triangular midiendo cerca de 2 mm de largo, poseen una coloración verde y blanca. Las flores miden aproximadamente entre 2,5 y 3 cm de largo, tienen un tono amarillo – limón, finalmente el fruto viene hacer una pequeña cápsula de paredes que se separan de forma natural para dar salida a las semillas, las cuales tienen forma aplanada, sin embargo, la gran desventaja que tiene es que estas semillas no pueden ser fértiles, y es así que en el caso de proliferación no se utilizan (Estupiñan, 2012).

**2.2.4.3. Composición química.** En la Tabla 6 se detallará la composición química del Aloe vera.

**Tabla 6***Compuestos químicos de la planta de Aloe vera.*

<b>Composición</b>	<b>Compuestos</b>
Antraquinonas	Ácido aloético, barbaloína, aloína, ácido cinámico, isobarbaloína.
Carbohidratos	Fructuosa, celulosa, arabinosa, manosa y galactosa.
Minerales	Sodio, potasio, calcio, cobre, magnesio, zinc y fósforo.
Vitaminas	Vitamina C, vitamina B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>6</sub> , ácido fólico y caroteno.
Enzimas	Lipasa, catalasa, oxidasa y amilasa.
Aminoácidos	Lisina, prolina, glicina, histidina, alanina, ácido glutámico y aspártico
Lípidos y compuestos orgánicos	Esteroides (colesterol, campesterol), triglicéridos, saponinas, lignina, ácido salicílico y úrico.

*Nota.* Dagne et al. (2000) citado por Domínguez et al. (2012).

**2.2.4.4. Constituyentes del Aloe vera.** Los que constituyen el Aloe vera se encuentran esencialmente en las hojas, es así que se distingue 2 componentes: un exudado de color coloración amarillo (alcibar), y un gel mucilaginoso caracterizado por ser transparente los cuales son mencionados a continuación:

**2.2.4.4.1. El alcibar.** Conocido también en ciertos casos como exudado, es un líquido de coloración amarillo el cual circula por los nervios de las hojas de aloe vera. Su principal componente es la aloína que viene hacer un compuesto muy amargo y posee una coloración amarillenta el cual está situada en la planta de aloe vera, así como también gracias a que contiene compuestos fenólicos y quinólicos posee un gran poder antibacteriano y antifúngico (Cano y Corales, 2014).



**2.2.4.4.2. El gel de aloe vera.** El gel viene hacer el parénquima de la hoja el cual cumple una función muy importante que es la reservación de agua, para obtener este gel se retira ambas capas y es ahí en la parte central donde se encuentra situado el gel, este abarca alrededor de 98,5 % de H<sub>2</sub>O y se caracteriza por ser muy rico en mucílagos (Cano y Corales, 2014).

Adicional a lo relatado anteriormente se ha investigado el gran potencial que posee como tratamiento para la preservación de la calidad postcosecha de frutas, ya que previene la pérdida de humedad y firmeza, así como, también la tasa de respiración es controlada (García *et al.*, 2019).

### **2.2.5. Recubrimientos comestibles (RC)**

Los RC se caracterizan por ser capas muy delgadas y comestibles las cuales se forman como recubrimiento sobre el alimento o también puede ser colocada lo cual significa que debe ser preformada sobre los alimentos para de esa manera amplificar la vida útil y preservar la calidad, ambos procedimientos presentan una barrera a la migración de humedad, aromas, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, entre otros (Molocho y Orbegoso, 2017).

Los RC se originan de una gran variedad de proteínas, lípidos y polisacáridos los cuales pueden combinarse o también como componente único (Andrade *et al.*, 2013), es así que hoy en día los RC están siendo considerados como una tecnología bastante prometedora y a la vez muy respetuosa y considerada con nuestro medio ambiente, ya que son biopolímeros naturales y biodegradables, los cuales se obtienen de recursos naturales, así como, también pueden ser obtenidos de subproductos de la industria agroindustrial, con la ventaja de que disminuye el empleo de la conservación tradicional como es el caso de films plásticos (Molocho y Orbegoso, 2017).

**2.2.5.1. Tipos de recubrimientos comestibles.** López (2012), las características que ofrecen los RC se fundamentan en la composición de los componentes para ser formulados, en el que se incorpora elementos que podrían ser separados o disueltos en solventes por ejemplo como agua, alcohol u otro solvente, de igual manera se puede adicionar colores, sabores, plastificantes y así como también algunos agentes antimicrobianos. Los RC están compuestos de los siguientes elementos:

**2.2.5.1.1. Lípidos.** Los lípidos vienen hacer el conjunto de moléculas orgánicas las cuales son insolubles en agua sin embargo soluble en algunos solventes orgánicos como: alcohol, éter, entre otros, presentando así excelentes propiedades de barrera frente a la humedad, así como también disminuyen la deshidratación, transpiración, influyen en el mejoramiento del brillo y aspecto de alimentos (Fernández et al., 2015). Los lípidos utilizados para RC vienen hacer los siguientes:

- Ceras: abejas, resinas, candelilla, monoglicéridos, carnauba, diglicéridos.
- Ácidos grasos: esteárico, láurico, palmítico, oleico.

**2.2.5.1.2. Polisacáridos.** Ruíz (2009), los RC generados de polisacáridos brindan excelentes propiedades de barrera frente a los gases como CO<sub>2</sub> así como también al O<sub>2</sub> y es factible adherirse tanto a frutas como a vegetales, así mismo una gran variedad de polisacáridos han sido probados para ser usados en RC. Estos incluyen:

- Alginatos
- Pectinas
- Carragenina
- Gomas
- Quitosano
- Almidón
- Mucílagos

- Celulosa

**2.2.5.1.3. Proteínas.** Ruíz (2009), los RC elaborados de proteínas presentan excelentes propiedades de barrera frente al O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, se adhieren a superficies hidrófilas (afinidad con el agua), llegan a ser muy susceptibles a la variación de pH, sin embargo logran facilitar un gran valor nutricional para el alimento, así como también cuentan con la capacidad de formar excelentes RC, las más conocidas:

- Caseínas
- Albúmina de huevo
- Zeína
- Soya
- Gluten de trigo
- Lactoalbúmina
- Suero de leche
- Gelatina
- Queratina
- Colágeno

### **2.2.5.2. Métodos de aplicación de recubrimientos comestibles.**

**2.2.5.2.1. Aplicación por inmersión.** Comúnmente frutas y hortalizas, se efectúa a través de depósitos los cuales en su interior se depositan las formulaciones las cuales van hacer las formadoras de recubrimientos, luego se realiza un escurrido, secado para que finalmente se deje que el recubrimiento se vaya formando sobre las frutas (Rodríguez, 2017).

**2.2.5.2.2. Aplicación por aspersión.** El procedimiento más usado para aplicar recubrimientos es el de aspersión, esto debido a que presenta una alta presión, es así que si se requiere la obtención de recubrimientos mucho más uniformes se debe utilizar menos cantidad de formulación que va a formar el recubrimiento (Morales, 2011).

**2.2.5.2.3. Aplicación por frotación.** Cuando se va a realizar la aplicación mediante frotación se requiere principalmente de aire comprimido el cual sea menor de 35 kPa, este será colocado esencialmente en las líneas de empaque donde éstas están conformadas por rodillos que están en constante actividad, siendo de gran importancia si queremos lograr una disociación uniforme (Rodríguez, 2017).

**2.2.5.3. Propiedades de los recubrimientos comestibles (RC).** Según Atencia (2015), los RC retardan la maduración, cambios de color, pérdida de agua, así como también disminuyen el deterioro y llegan a mejorar el aspecto de los frutos, las propiedades fundamentales más destacadas son:

- **Propiedades de barrera:** La firmeza, migración de humedad, permeabilidad al vapor de H<sub>2</sub>O y gases viene hacer su característica más resaltante de los RC. Uno de los problemas principales viene hacer la deshidratación en la parte de la superficie de las frutas lo cual repercute al mantener la calidad.
- **Propiedades mecánicas:** Dependen de gran medida de la composición y la composición de sus insumos, donde la alternativa de las sustancias empleadas se encuentra especialmente relacionadas con la función que va a desarrollar el RC, así

como también el de los alimentos así como también se tiene en cuenta que método se va a realizar o aplicar.

- **Propiedades físicas:** La coloración, solubilidad, transparencia, permeabilidad al vapor de H<sub>2</sub>O y gases como (O<sub>2</sub>, CO y etileno) los cuales son considerados como las propiedades más relevantes para los RC por ende todas aquellas propiedades que tienen relación con la resistencia mecánica.

**2.2.5.4. Importancia y ventajas de los RC.** Vásquez y Guerrero (2013), la aplicación de los RC en frutas y hortalizas a base de fuentes renovables como el caso de proteínas, polisacáridos, entre otros, vienen hacer un gran alcance para la investigación puesto que hoy en día el consumidor tiene la necesidad de consumir un alimento saludable el cuál tenga un mínimo proceso y esté libre de aditivos sintéticos.

Es por ello que la colaboración del sector científico con la industria alimentaria es de gran importancia dado que en conjunto se puede generar conocimientos para adecuada aplicación de RC (Mora et al., 2021). Así mismo de acuerdo a lo mencionado los RC poseen numerosas ventajas entre ellas:

- Se reduce la necesidad de emplear embalajes a las frutas y hortalizas.
- Conserva la calidad a lo largo del almacenamiento.
- Requieren de una tecnología bastante simple para su elaboración.
- Disminuye la pérdida de H<sub>2</sub>O.
- Reduce la contaminación ya que están compuestos por insumos biodegradables.
- Mejoran las características organolépticas dado que retienen el color, sabor y azúcares.
- Facilita el agregado de otros compuestos.

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Alcibar**

Líquido que posee un color amarillento el cual recorre por todos los nervios de las hojas del Av donde su concentración de antraquinona es relativamente elevada, conocida también como aloína.

### **2.3.2. Gel**

Viene hacer el parénquima de la hoja que es el encargado de reservar agua, para la obtención de este gel se retira ambas capas y en la parte central se sitúa el gel, el mismo que posee un 98,5 % de agua.

### **2.3.3. Gelatinización**

Proceso, el cual consiste en la absorción de agua por parte de los gránulos de almidón los cuales en el momento de desintegrarse adquieren una consistencia de gel.

### **2.3.4. Índice de madurez**

Viene hacer un proceso para conocer con bastante precisión la madurez de los frutos, así mismo se mide con un refractómetro, donde los valores se expresan en grados Brix.

### **2.3.5. Mucílagos**

Sustancia de origen vegetal, son viscosas y se encuentran en algunas partes de ciertas plantas como: raíces, hojas, semillas y tallos.

### **2.3.6. Postcosecha**

Es el manejo adecuado el cual permite la conservación de los diversos frutos, que tiene como fin determinar la calidad ya sea para consumo o comercialización.

### **2.3.7. Recubrimiento comestible**

Capa delgada, la cual es empleada como recubrimiento para los alimentos, mejora sus características organolépticas y prolonga la vida útil.

### 2.3.8. *Sedimentación*

Se define como una operación donde por efecto de la gravedad hay una separación entre sólido y líquido, donde las partículas se posan en el fondo las cuales forman un sedimento.

### 2.4. **Hipótesis**

**Ha.** La aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de olluco y mucílago de sábila tiene un efecto significativo en la conservación de frutos de pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K)

**H0.** La aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de olluco y mucílago de sábila no afecta significativamente en la conservación de frutos de pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K).

## 2.5. Operacionalización de variables

En la Tabla 7 se detalla las variables independientes y dependientes, así como también los indicadores de cada variable.

**Tabla 7**

*Variables e indicadores.*

	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>	Almidón de olluco	%
	Mucílago de sábila	%
	Tiempo de almacenamiento	días
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	Características físicoquímicas	°Brix pH (%) Acidez (%)
	Índice de madurez	Brix/Acidez
	Pérdida de peso	%
	Parámetros de color	L*, a*, b*



## CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo y nivel de investigación

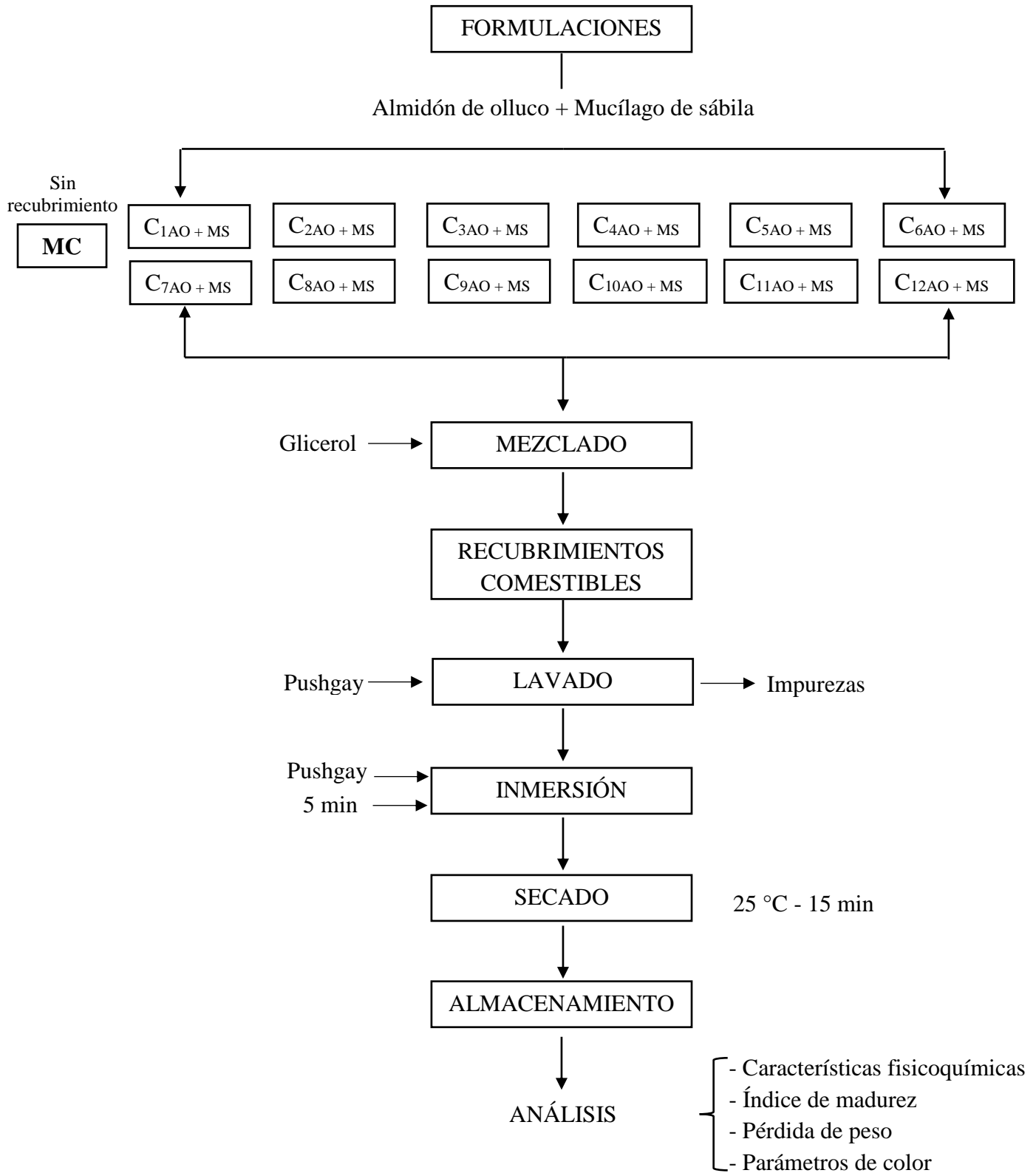
El tipo de investigación fue aplicada, puesto que se utilizó técnicas, métodos y procedimientos para la obtención de los resultados así mismo el nivel de investigación fue explicativo, porque explicó, manipuló y controló las variables independientes en relación al grado de significancia que tiene sobre las variables dependientes.

### 3.2. Diseño de investigación

Para el presente proyecto el diseño de investigación fue factorial con tres factores, donde las variables independientes fueron: porcentaje de almidón de olluco (*Ullucus tuberosus*), porcentaje de mucílago de sábila (*Aloe barbadensis Miller*) y el tiempo de almacenamiento, las variables dependientes fueron: características fisicoquímicas, índice de madurez, pérdida de peso, parámetros de color.

En la Figura 1 se detalla el esquema experimental que se desarrolló:

Los recubrimientos comestibles se elaboraron empleando almidón de olluco donde se procedió a pesar 3 g, 4 g y 5 g y aforó en vasos de precipitación con 100 ml de agua destilada y se colocó agitar por un tiempo de 30 min alcanzado la T° de 85 °C, luego se añadió el mucílago de sábila en concentraciones de 20, 40, 60 y 80 %, finalmente se adicionó 1 ml de glicerol, se sumergió los frutos de pushgay por 5 min y se colocó a secar en una estufa a 25 °C por 15 min para de esa manera fijar el recubrimiento, la evaluación fue realizada por un periodo de 15 días, este estudio estuvo conformado por doce tratamientos, donde los frutos de pushgay fueron sumergidos en las soluciones que estuvieron acondicionadas en los diferentes envases, donde se manipularon las variables independientes en relación al grado de significancia de las dependientes. La mejores concentraciones fueron elegidas donde el recubrimiento comestible al ser aplicado presentó mejores características fisicoquímicas, parámetros de color, retardó de cierta manera la madurez y prolongó el tiempo de almacenamiento.

**Figura 1***Esquema experimental de la investigación.*

Nota:

**MC (Muestra control):** 0 % de almidón de olluco + 0 % de mucílago de sábila

**C1AO + MS:** 3 % de almidón de olluco + 20 % de mucílago de sábila

**C2AO + MS:** 4 % de almidón de olluco + 20 % de mucílago de sábila

**C3AO + MS:** 5 % de almidón de olluco + 20 % de mucílago de sábila

**C4AO + MS:** 3 % de almidón de olluco + 40 % de mucílago de sábila

**C5AO + MS:** 4 % de almidón de olluco + 40 % de mucílago de sábila

**C6AO + MS:** 5 % de almidón de olluco + 40 % de mucílago de sábila

**C7AO + MS:** 3 % de almidón de olluco + 60 % de mucílago de sábila

**C8AO + MS:** 4 % de almidón de olluco + 60 % de mucílago de sábila

**C9AO + MS:** 5 % de almidón de olluco + 60 % de mucílago de sábila

**C10AO + MS:** 3 % de almidón de olluco + 80 % de mucílago de sábila

**C11AO + MS:** 4 % de almidón de olluco + 80 % de mucílago de sábila

**C12AO + MS:** 5 % de almidón de olluco + 80 % de mucílago de sábila

En la Tabla 8 se muestra cuantas concentraciones se realizó, así como también se detalló los porcentajes de almidón de olluco y el mucílago de sábila aplicados en frutos de pushgay.

**Tabla 8**

*Datos de porcentajes de almidón de olluco y mucílago de sábila.*

CONCENTRACIONES	ALMIDÓN DE OLLUCO (AO) (%)	MUCÍLAGO DE SÁBILA (MS) (%)
<b>MUESTRA CONTROL (MC)</b>	0	0
<b>C1 AO + MS</b>	3	20
<b>C2 AO + MS</b>	4	20
<b>C3 AO + MS</b>	5	20
<b>C4 AO + MS</b>	3	40
<b>C5 AO + MS</b>	4	40
<b>C6 AO + MS</b>	5	40
<b>C7 AO + MS</b>	3	60
<b>C8 AO + MS</b>	4	60
<b>C9 AO + MS</b>	5	60
<b>C10 AO + MS</b>	3	80
<b>C11 AO + MS</b>	4	80
<b>C12 AO + MS</b>	5	80

*Nota:* En esta tabla se ha considerado que “AO” = (almidón de olluco) y “MS” = (mucílago de sábila) así como también se aprecia la muestra control (MC) y los porcentajes de las 12 concentraciones a realizar donde: C<sub>1AO+MS</sub>: viene hacer la concentración número 1 de la mezcla de almidón de olluco más mucílago de sábila, C<sub>2AO+MS</sub>: concentración número 2 de la mezcla de almidón de olluco más mucílago de sábila, C<sub>3AO+MS</sub>: concentración 3, así hasta la C<sub>12AO+MS</sub>: concentración 12.

### **3.3. Métodos de investigación**

Para el presente proyecto el método que se utilizó fue deductivo - inductivo, puesto que mediante este método se verificó y analizó el fenómeno observado.

### **3.4. Población, muestra y muestreo**

#### **3.4.1. Población**

Conformada por 8 kg de frutos de pushgay, en estado maduro, recién cosechados, sanos y sin presencia de daños físicos, procedentes del centro poblado de la Púcara del distrito de Tacabamba, provincia de Chota.

Olluco, conformado por 20 kg, recién cosechados, sin daños físicos, de la variedad amarilla, procedentes de la comunidad de Condorpullana de la provincia de Chota.

Sábila, conformada 20 kg, sin lesiones o daños observables, provenientes del centro poblado el Campamento de la provincia de Chota.

#### **3.4.2. Muestra**

Se utilizaron 7 kg de frutos de pushgay en buen estado, sin presencia de daños físicos.

Se utilizaron 18 kg olluco para ser empleados en la obtención de almidón.

Se utilizaron 17 kg de sábila para la obtención de mucílago.

#### **3.4.3. Muestreo**

Se aplicó un muestreo por conveniencia ya que se recolectaron frutos de pushgay en óptimas condiciones para el proceso.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

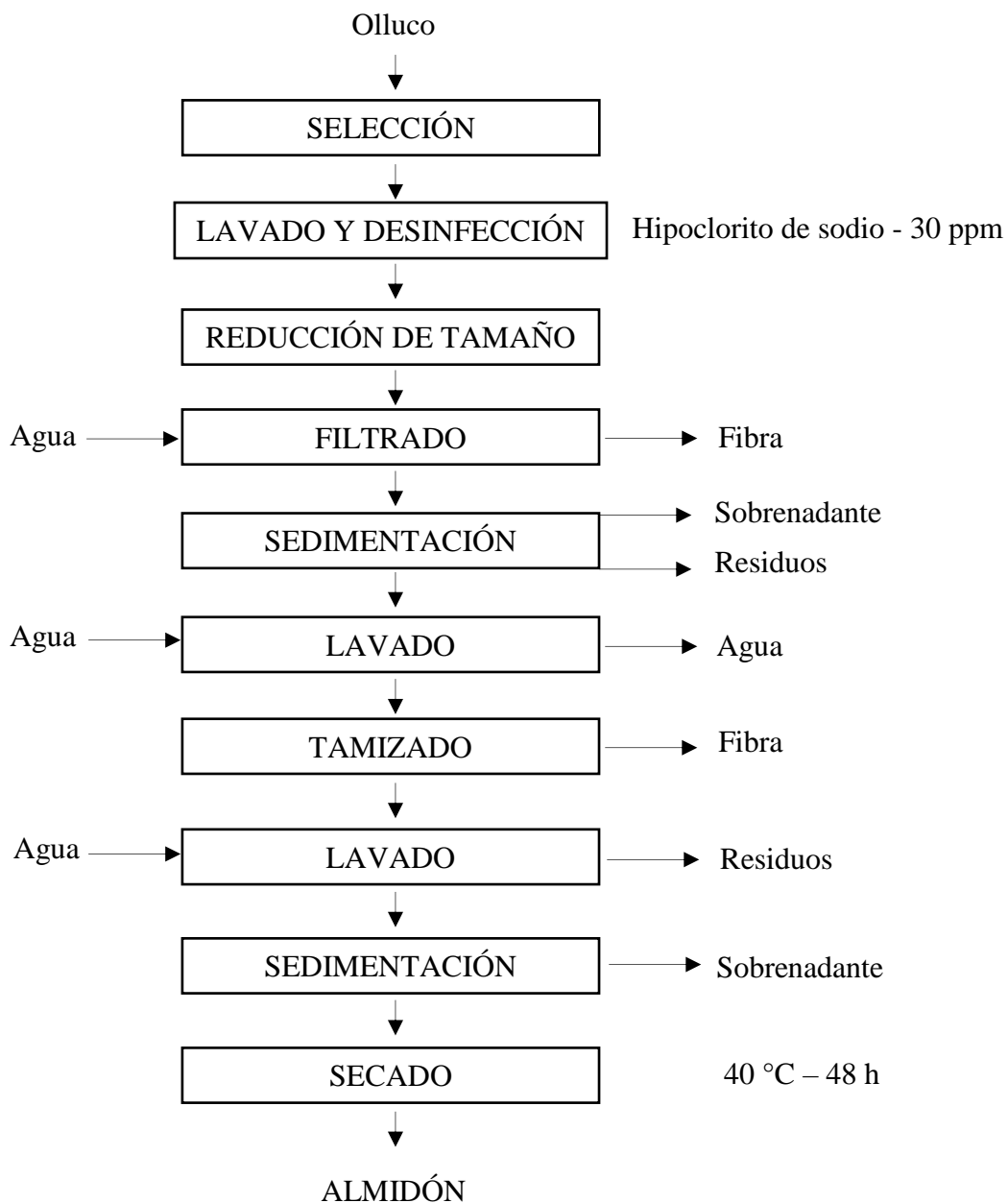
Las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la presente investigación realizada fueron:

#### **3.5.1. Proceso de obtención de almidón de olluco**

Para el procedimiento de obtención de almidón de olluco se siguió la metodología descrita por Velásquez (2019), la cual se detalló en la Figura 2.

**Figura 2**

*Flujograma para la obtención de almidón de olluco*



A continuación se detalló el paso a paso del proceso de obtención de almidón de olluco:

- **Materia prima:** El olluco se recibió con buenas características externas e internas libre de daños físicos, los cuales fueron colocados en bandejas de acero inoxidable.

- **Selección:** Una vez que se recepcionó el olluco se procedió a seleccionarlos para lo cual se retiró aquellos tubérculos que se encontraron en mal estado con signos de deterioro.
- **Lavado y desinfección:** Se procedió a lavar el olluco en agua corriente para eliminar impurezas adheridas al tubérculo, luego en una solución de hipoclorito de sodio a 30 ppm se procedió a desinfectar el olluco con la finalidad de eliminar microorganismos.
- **Reducción de tamaño:** En esta operación se disminuyó el tamaño del olluco con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable para facilitar el proceso.
- **Filtrado:** Se filtró a través de un colador donde se fue añadiendo agua destilada y se fue exprimiendo lo máximo posible pasando el almidón para que así de esa manera poder separar la fibra.
- **Sedimentación:** El líquido que se obtuvo en la operación anterior se dejó en reposo hasta la sedimentación, luego el agua residual fue removida junto con algunos residuos.
- **Lavado:** Se lavó con agua destilada y de esa manera poder remover y diluir el almidón.
- **Tamizado:** Se tamizó la suspensión de almidón en un tamiz, para así poder eliminar restos de fibras y posteriormente se dejó sedimentar.
- **Lavado:** Se lavó nuevamente, este proceso se fue repitiendo dos veces hasta la eliminación completa de residuos extraños y fibras.
- **Sedimentación:** Se dejó sedimentar nuevamente para así eliminar el sobrenadante.
- **Secado:** Se dejó secar en una estufa una temperatura de 40 °C por un tiempo de 48h, para su posterior uso.

### 3.5.2. *Proceso de obtención de mucílago de sábila*

El proceso para la obtención de mucílago de sábila se detalló en la Figura 3, así como también en la Figura 4 se muestra la recepción y extracción del mucílago.

**Figura 3**

*Flujograma para la extracción del mucílago de sábila*



A continuación se detalló el paso a paso del proceso de extracción de mucílago de sábila:

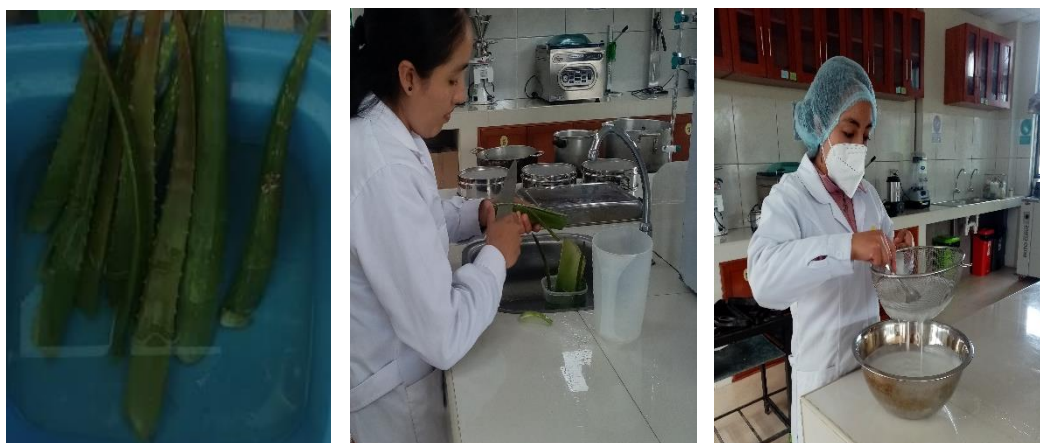
- **Recepción:** Se recibió en buenas condiciones, libre de daños físicos y fue colocada en bandejas de acero inoxidable.
- **Separación del yodo:** Las hojas de sábila fueron cortadas por la mitad y sumergidas en un envase con agua para la eliminación de yodo (líquido amarillento), por un tiempo de 4 h.



- **Lavado:** Una vez que se recepcionó la sábila, se realizó el lavado para retirar impurezas o materias extrañas adheridas a las hojas, luego en una solución de hipoclorito de sodio a 30 ppm se colocó la sábila con la finalidad de eliminar microorganismos.
- **Extracción:** Una vez realizada la operación anterior se realizó un corte para la extracción del gel, se retiró cuidadosamente y fue colocada en una bandeja.
- **Pulpeado:** Se cortó en pequeños cubos y se efectuó el pulpeado de la sábila por un tiempo de tres minutos en una licuadora industrial.
- **Tamizado:** Finalmente se tamizó en un colador con el fin de uniformizar el gel de la sábila y fue depositado en un envase para su posterior uso.

#### Figura 4

*Extracción de mucílago de sábila*



(1)

(2)

(3)

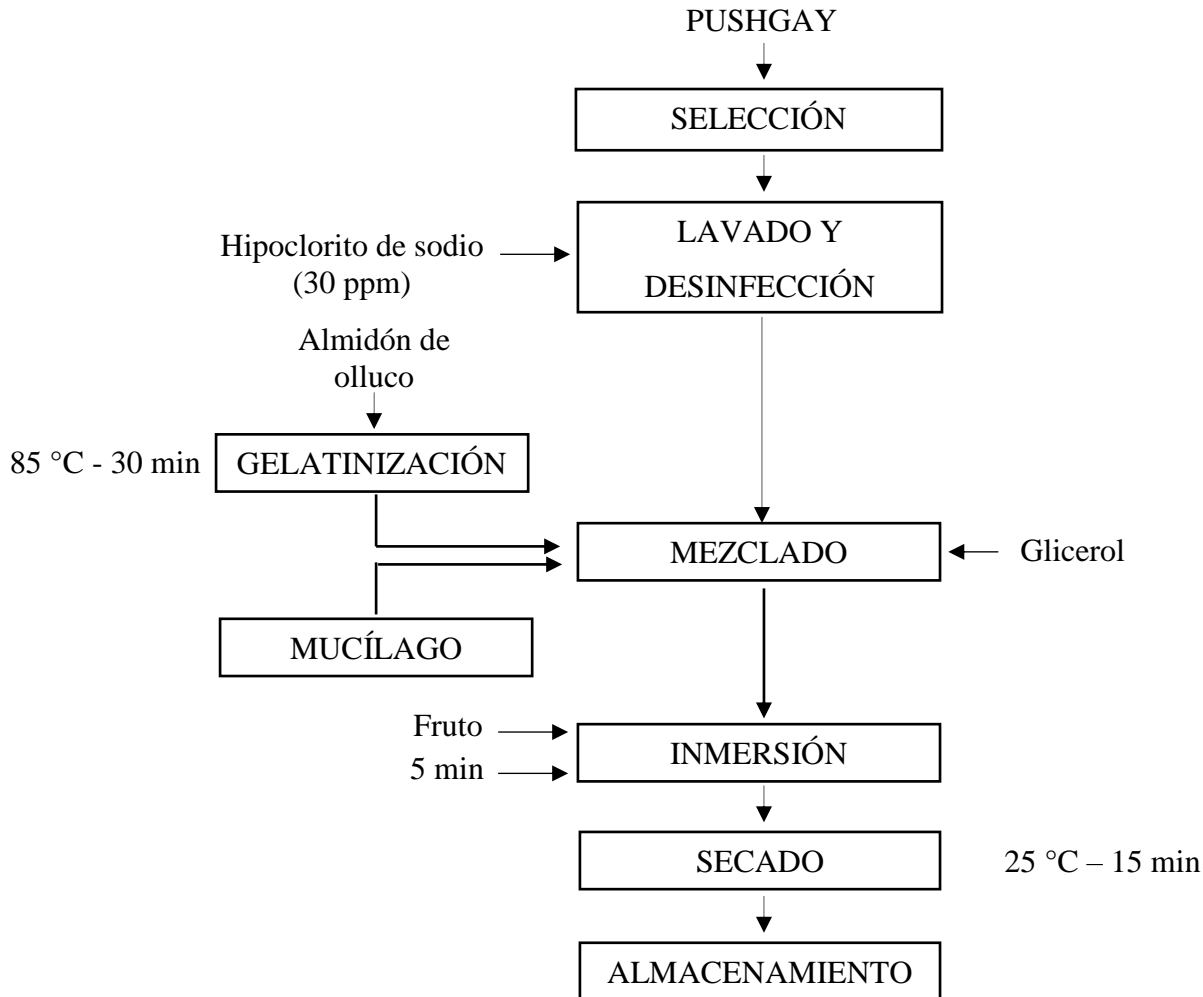
*Nota.* En la Figura 4 se visualiza las hojas de penca sábila separación de yodo (1), extracción (2) y finalmente el tamizado para la obtención de mucílago de sábila (3).

#### 3.5.3. *Proceso de aplicación de recubrimientos comestibles*

En la Figura 5 se aprecia el flujograma para la aplicación de los recubrimientos comestibles, así como también en la Figura 6 se visualiza imágenes del proceso.

**Figura 5**

*Flujograma del procedimiento de aplicación del recubrimiento comestible a los frutos de pushgay.*



A continuación se detalla el paso a paso del procedimiento de cómo fue aplicado el recubrimiento comestible a los frutos de pushgay:

- **Materia Prima:** Los frutos de pushgay se recibieron frescos y a la vez contaron con buenas características tanto externas como internas, libre de daños físicos así como también libre de microorganismos, los cuales fueron recibidos en bandejas de acero inoxidable.
- **Selección:** En la selección se retiraron los frutos magullados y los que presentaron signos de deterioro para no contaminar a la materia prima.

- **Lavado y desinfección:** Esta operación se realizó con el fin de eliminar materias extrañas adheridas al fruto para lo cual se lavó en agua corriente, luego se fue desinfectando con una solución de hipoclorito de sodio a 30 ppm por un tiempo de dos minutos.
- **Gelatinización:** Se realizó la gelatinización a una temperatura de 85 °C por un tiempo de 30 min.
- **Mezclado:** En esta operación se realizó el mezclado, las concentraciones de almidón gelatinizado con cada una de las concentraciones de mucílago, y se añadió 1 ml de glicerol, cada mezcla fue depositada en un recipiente diferente.
- **Inmersión:** Se sumergió los frutos de pushgay en cada una de las concentraciones por 5 min.
- **Secado:** Se realizó el secado de los frutos en una estufa a una temperatura de 25 °C por un tiempo de 15 min.
- **Almacenamiento:** Una vez retirados los envases de la estufa fueron almacenados a temperatura ambiente para la realización de su respectivo análisis.

## Figura 6

*Proceso para la aplicación de los recubrimientos comestibles.*



*Nota.* En la Figura 6 se aprecia el recepcionamiento y selección de los frutos de pushgaya (1), seguido de la gelatinización del almidón (2), mezclado de los componentes y adición de glicerol (3), inmersión de los frutos de pushgaya en las diferentes formulaciones (4), secado de los frutos (5), y finalmente el almacenamiento para los análisis (6)

### 3.5.4. *Determinación de las características fisicoquímicas*

- **Brix:** Para la determinación de °Brix se realizó mediante el método de Arosena y Chavez (2018), para ello se agregó el zumo del fruto de pushgaya en un refractómetro, para la realización de lecturas y así determinar su valor.

**Figura 7**

*Determinación de °Brix en pushgay*



(1)



(2)

*Nota.* En la Figura 7 se observa la extracción del zumo (1), como también la medición de los °Brix, mediante el uso de un refractómetro digital (2).

- **pH:** Para determinar el pH se realizó mediante el método potenciométrico detallado por Casaubon-Garcín (2018), para lo cual en primer lugar se calibró el equipo a un pH 7, seguido se realizó la limpieza con agua destilada. Luego el fruto de pushgay se trituró y filtró a través de papel filtro, se extrajo el zumo y el electrodo se insertó en la muestra para llevar la respectiva medida.

**Figura 8**

*Determinación de pH en frutos de pushgay*



*Nota.* En la Figura 8 se muestra la determinación de pH utilizando un potenciómetro previamente calibrado.

- **Acidez:** La acidez se determinó a partir de la metodología mencionada por INIA (2003), se tomó la muestra y se fue homogenizando con agua destilada (1:10), se colocó tres gotas de fenolftaleína y seguido fue titulado con una solución de NaOH al 0,1N, de esa manera se determinó el cambio de coloración que se produce (rosado leve), el % de acidez se calculó de acuerdo al ácido que predomina en el pushgay (ácido cítrico: 0,064) lo cual fue expresado en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V \times N \times \text{meq}}{P} \times 100$$

**V:** Volumen de hidróxido de sodio usado en la titulación.

**N:** Normalidad del hidróxido de sodio.

**Meq:** Peso equivalente en mayor proporción de la muestra (ácido predominante).

**P:** Peso o volumen de la muestra.

### Figura 9

*Determinación de la acidez titulable*



(1)



(2)

*Nota.* En la Figura 9 se muestra la adición de las 3 gotas de fenolftaleína (1), para luego realizar la acidez titulable coloración rosado leve (2).

- **Pérdida de peso (PP):** Se utilizó el método explicado por Guevara (2017), para ello se realizó el peso de los frutos de pushgay con recubrimiento (peso inicial) en una balanza analítica, este procedimiento se fue realizando cada tres días hasta el día 15 donde fue el peso final, para la determinación de PP se realizó mediante el método de gravimetría, donde se empleó la siguiente fórmula:

$$PP (\%): \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

**Pi:** Peso inicial del fruto de pushgay con recubrimiento.

**Pf:** Peso final del fruto de pushgay con recubrimiento.

### 3.5.5. *Determinación del índice de madurez*

Para la determinación del índice de madurez se determinó mediante la relación entre Brix/acidez (ICONTEC, 1999).

### 3.5.6. *Determinación del tiempo de almacenamiento*

Para la determinación del tiempo de almacenamiento se utilizó como indicador a los días. Donde se determinó los días que se mantienen en buenas condiciones el fruto de pushgay con las diversas concentraciones de recubrimientos.

## Figura 10

*Almacenamiento de frutos de pushgay*



*Nota.* En la Figura 10 se aprecia el almacenamiento de los frutos de pushgay.

### 3.5.7. Determinación de los parámetros de color

Para la determinación de parámetros de color ( $L^*$  = (luminosidad – oscuridad),  $a^*$  = verde (-) y rojo (+),  $b^*$  = azul (-) y amarillo (+)) de frutos de pushgay se determinó con una medición de la superficie de frutos. Los parámetros se determinaron con el uso de un colorímetro, modelo: PCE – CSM 8 el cual fue anticipadamente calibrado (CIE, 2004).

#### **Figura 11**

*Determinación de los parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ )*



*Nota.* En la Figura 11 se aprecia el análisis de determinación de parámetros de color

### 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para la presente investigación se utilizó el análisis de varianza (Anova) y en el caso de que se encuentre efecto significativo ( $p < 0,05$ ) se realizó una comparación de medias de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Para el proceso de resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos, índice de madurez, pérdida de peso y parámetros de color, estos se registraron en gráficos y tablas en Microsoft Excel, permitiendo la organización de los datos, el Software estadístico que se empleó para la presente investigación fue MINITAB 19, el cual facilitó para la interpretación.

### 3.7. Aspectos éticos

Se respetó todos los aspectos y normas éticas contemplados en la Universidad Nacional Autónoma de Chota.



## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Descripción de Resultados

#### *4.1.1. Evaluación de Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre las Características Fisicoquímicas en la Conservación de Frutos de Pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K).*

- **°Brix**

En la Tabla 9 se observa los resultados que se obtuvieron de los °Brix, donde se muestra un incremento durante el tiempo de almacenamiento, sin embargo el tratamiento con 5 % de almidón de olluco (AO) con 20 % de mucílago de sábila (MS), (C<sub>3</sub>) logró preservar mejor dicha característica, con un leve incremento de 14,33 % a 14,8 % a lo largo del almacenamiento, estos valores fueron bajos en comparación a la muestra control, lo cual indica el efecto de la aplicación del tratamiento en la conservación del fruto de pushgay, así mismo una < concentración de mucílago de sábila y > concentración de almidón disminuyen procesos metabólicos del pushgay, consiguiendo retardar el proceso de respiración y por ende la senescencia del fruto, por lo que el ANOVA evidenció efecto significativo de la concentración de almidón, mucílago de sábila y el tiempo de almacenamiento, así como en sus interacciones con los °Brix en sus diferentes concentraciones con un valor de (p<0,05).

**Tabla 9**

*Resultados de la evaluación de concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre el °Brix en pushgay con recubrimiento.*

Tiempo de almacena miento (días)	Concentración de almidón											
	3%				4%				5%			
	Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucilago (%)				Concentración de mucilago (%)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
0	14,33±0,00 ab,A	14,33±0,0 0 abc,A	14,33±0,0 0 bc,A	14,33±0,0 0 abc,A	14,33±0,0 0 b,A	14,33±0,0 0 a,A	14,33±0,0 0 c,A	14,33±0,0 0 ab,A	14,33±0,0 0 a,A	14,33±0,0 0 a,A	14,33±0,0 0 ab,A	14,33±0,0 0 b,A
3	12,22±0,07 b,A	12,75±0,8 7 c,A	13,03±0,3 8 c,A	13,53±0,7 1 c,A	11,97±0,2 8 c,A	12,9±0,09 a,A	12,65±0,2 6 c,A	12,03±0,3 8 b,A	13,12±1,4 1 a,A	14,21±0,2 4 a,A	13,62±0,8 3 b,A	14,12±1,5 3 b,A
6	14,43±0,71 ab,A	13,67±0,6 6 bc,A	15,37±0,2 7 abc,A	14,03±0,3 3 bc,A	14,5±0,09 b,A	14,2±1,08 a,A	16,42±0,9 7 b,A	13,83±1,4 6 ab,A	12,97±0,0 5 a,A	14,36±0,7 9 a,A	15,23±2,4 0 ab,A	15,1±1,88 ab,A
9	15,78±1,67 a,A	15,08±0,1 7 ab,A	16,12±0,8 7 ab,A	16,28±0,9 7 a,A	13,58±0,2 5 b,B	14,32±1,5 8 a,B	18,00±0,0 9 b,A	16,23±0,5 2 a,AB	14,17±0,9 4 a,B	14,48±0,2 1 a,B	16,1±0,38 ab,AB	17,53±0,2 4 ab,A
12	16,83±0,33 a,A	16,51±0,7 3 a,A	16,91±0,6 8 ab,A	16,07±0,4 2 ab,A	16,47±0,3 8 a,B	15,55±0,3 6 a,B	21,45±0,3 5 a,A	16,8±1,04 a,B	15,11±0,6 8 a,B	15,18±0,9 7 a,AB	18,18±1,0 1 a,AB	18,35±0,1 2 a,A
15	14,98±0,07 ab,B	15,48±0,2 6 ab,AB	17,65±1,0 6 a,A	15,25±0,1 7 abc,B	14,7±0,66 b,B	15,07±0,2 4 a,AB	17,5±0,33 b,A	15,8±1,13 a,AB	14,8±0,47 a,C	15,33±0,2 8 a,BC	16,97±0,1 9 ab,A	16,28±0,2 1 ab,AB

*Nota.* Diferentes letras minúsculas línea vertical evidencian efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el °Brix a diferentes concentraciones de almidón (incluido la muestra control) y para cada porcentaje de mucílago y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas línea horizontal evidencian efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el °Brix a diferentes tiempos de almacenamiento para cada concentración de almidón (incluido la muestra control) y mucílago. Los datos son presentados en promedio  $\pm$  desviación estándar con 3 repeticiones para cada tratamiento.

- **pH**

En la Tabla 10 se muestra los resultados sobre el pH, donde se observa un ligero aumento de los valores entre los diferentes tratamientos, es así que en el día 0 inició con un valor de 2,87 % y al finalizar los 15 días de almacenamiento presentó un valor de 2,95 %, siendo la concentración C<sub>1</sub> (3 % de almidón - 20 % de sábila) la que presentó un pH mayor en comparación a otras concentraciones durante los 15 días, mientras que la concentración C<sub>12</sub> (5 % de almidón y 80 % de mucílago) tuvo valores cercanos al pH inicial, no obstante la muestra control fue la que manifestó valores altos en relación a todas las concentraciones, lo cual indica que los recubrimientos disminuyeron procesos metabólicos presentes en el pushgay conservando el pH inicial, esto debido a la existencia de ácidos orgánicos.

**Tabla 10**

*Resultados de la evaluación de concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre el pH en pushgay con recubrimiento.*

Tiempo de almacenamiento (días)	Concentración de almidón											
	3%				4%				5%			
	Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
0	2,87±0,00 b,A	2,87±0,00 a,A	2,87±0,00 a,A	2,87±0,0 0 a,A	2,87±0,00 bc,A	2,87±0,0 0 a,A	2,87±0,00 a,A	2,87±0,00 b,A	2,87±0,00 ab,A	2,87±0,0 0 a,A	2,87±0,00 b,A	2,87±0,00 b,A
3	2,94±0,01 ab,A	2,95±0,03 a,A	2,93±0,12 a,A	2,96±0,0 8 a,A	2,96±0,02 a,A	3,03±0,0 6 a,A	2,98±0,00 5 a,A	2,89±0,03 3 ab,A	2,95±0,09 ab,A	3,04±0,0 5 a,A	2,95±0,01 a,A	2,98±0,03 a,A
6	3,00±0,06 ab,A	2,98±0,12 a,A	2,96±0,08 a,A	2,96±0,0 1 a,A	2,91±0,00 abc,A	2,98±0,1 2 a,A	2,98±0,03 8 a,A	3,01±0,01 a,A	3,03±0,00 a,A	2,95±0,1 1 a,A	2,88±0,02 b,A	3,02±0,02 a,A
9	2,91±0,06 ab,A	2,91±0,03 a,A	2,92±0,07 a,A	2,86±0,0 1 a,A	2,86±0,00 c,A	2,86±0,0 0 a,A	2,89±0,11 8 a,A	2,84±0,04 b,A	2,82±0,00 b,A	2,85±0,0 8 a,A	2,77±0,01 c,A	2,88±0,00 b,A
12	3,02±0,01 a,A	2,95±0,02 a,AB	2,90±0,01 a,BC	2,86±0,0 3 a,C	2,91±0,03 abc,AB	2,92±0,0 1 a,A	2,87±0,01 a,AB	2,83±0,02 b,B	2,93±0,35 ab,A	2,90±0,0 2 a,A	2,90±0,00 ab,A	2,86±0,04 b,A
15	2,95±0,01 ab,A	2,91±0,02 a,A	2,86±0,05 a,A	2,87±0,0 6 a,A	2,92±0,01 ab,A	2,87±0,0 3 a,A	2,88±0,01 a,A	2,89±0,04 ab,A	2,87±0,00 ab,A	2,87±0,0 2 a,A	2,85±0,03 b,A	2,85±0,02 b,A

*Nota.* Diferentes letras minúsculas línea vertical evidencian efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el pH a diferentes concentraciones de almidón (incluido la muestra control) y para cada porcentaje de mucílago y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas línea horizontal evidencian efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el pH a diferentes tiempos de almacenamiento para cada concentración de almidón (incluido la muestra control) y mucílago. Los datos son presentados en promedio  $\pm$  desviación estándar con 3 repeticiones para cada tratamiento.

- **Acidez Titulable**

En la Tabla 11 se presenta resultados de la acidez a diferentes concentraciones y tiempos de almacenamiento, donde se observa que en las diferentes concentraciones, los valores de acidez presentan una mínima diferencia durante los 15 días de almacenamiento, en el día 6 la concentración C<sub>2</sub> conformada por (4 % de almidón - 20 % de sábila) presentó un ligero aumento de acidez en comparación con la concentración C<sub>11</sub> (4 % de almidón - 80 % de sábila), en la cual se observa que los valores se mantuvieron esto debido a que los ácidos se degradan durante el proceso de maduración.

**Tabla 11**

*Resultados de la evaluación de la concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre la acidez en pushgay con recubrimiento.*

Tiempo de almacenamiento (días)	Concentración de almidón											
	3%				4%				5%			
	Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucilago (%)				Concentración de mucilago (%)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
0	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 ab,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 f,A
3	0,15±0 b,B	0,16±0,01 b,B	0,19±0,00 a,A	0,18±0,00 9 a,A	0,15±0 c,B	0,17±0,01 a,A	0,17±0,00 bc,AB	0,19±0 a,A	0,17±0 a,A	0,18±0,02 a,A	0,18±0,02 a,A	0,19±0,01 e,A
6	0,19±0,01 a,A	0,19±0,01 a,A	0,19±0,02 a,A	0,18±0,01 a,A	0,22±0,03 a,A	0,17±0,00 a,C	0,18±0,00 ab,BC	0,19±0,00 a,B	0,19±0,01 a,A	0,18±0,01 a,A	0,19±0,01 a,A	0,18±0 d,A
9	0,18±0 a,D	0,19±0,01 a,B	0,18±0,00 a,C	0,19±0 a,A	0,17±0,01 bc,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,18±0,01 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 c,A
12	0,18±0 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,01 a,A	0,19±0 a,A	0,18±0,01 ab,AB	0,18±0,00 a,AB	0,17±0,01 c,B	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,01 a,A	0,19±0,01 a,A	0,20±0 a,A
15	0,18±0,01 a,A	0,18±0,01 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0 a,A	0,18±0,01 ab,A	0,18±0,00 a,A	0,19±0 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 a,A	0,18±0,01 a,A	0,19±0,00 a,A	0,19±0,00 b,A

*Nota.* Diferentes letras minúsculas línea vertical evidencian efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre la acidez a diferentes concentraciones de almidón (incluido la muestra control) y para cada porcentaje de mucílago y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas línea horizontal evidencian efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre la acidez a diferentes tiempos de almacenamiento para cada concentración de almidón (incluido la muestra control) y mucílago. Los datos son presentados en promedio  $\pm$  desviación estándar con 3 repeticiones para cada tratamiento.

- **Pérdida de Peso**

En la Tabla 12 se presenta resultados referentes a la pérdida de peso del pushgay, donde se evidenció variaciones de peso en el transcurso de los 15 días de almacenamiento, es así que la concentración C<sub>11</sub> (4 % de almidón - 80 % de mucílago) presentó mayor pérdida de peso, mientras que la concentración C<sub>5</sub> (4 % de almidón - 40 % de mucílago) resultó más eficiente puesto que conservó de mejor manera el peso de los frutos y sus características durante los 15 días de almacenamiento, por otro lado hasta el día 9 se registró una menor disminución de peso de los frutos con recubrimientos mientras que la mayor pérdida de peso se evidenció a partir del día 12, estos valores llegaron a ser estadísticamente similares entre sí, esto se debe a la maduración y pérdida de H<sub>2</sub>O de los frutos.

**Tabla 12**

*Resultados de la evaluación de concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso en pushgay con recubrimiento.*

Tiempo de almacenamiento (días)	Concentración de almidón											
	3%				4%				5%			
	Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
0	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 d,A	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 d,A	0±0 e,A	0±0 d,A
3	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 d,A	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 c,A	0±0 d,A	0±0 e,A	0±0 d,A
6	0,83±1,18 bc,A	0±0 c,A	1,09±1,54 c,A	1,75±2,48 bc,A	0,91±1,29 c,A	0±0 d,A	2,38±0 c,A	1,77±0,07 bc,A	0,93±1,31 c,A	1,82±0,09 c,A	2,11±0,03 d,A	0±0 d,A
9	2,53±1,14 bc,A	1,90±0,03 bc,A	3,29±1,50 c,A	3,52±2,46 bc,A	2,76±1,24 bc,A	1,85±0,09 c,A	3,57±1,68 c,A	3,54±0,13 b,A	2,73±1,38 bc,A	1,82±0,09 c,A	4,21±0,06 c,A	2,02±0,03 c,A
12	5,92±1,06 b,B	5,71±0,08 b,B	12,08±1,3 7 b,A	10,60±2,37 b,AB	5,56±0,15 b,C	5,56±0,29 b,C	13,09±1,6 8 b,B	26,52±1,5 1 a,A	6,34±1,52 b,B	5,46±0,28 b,B	12,63±0,1 9 b,A	10,10±0,1 4 b,A
15	20,37±2,8 9 a,A	17,13±2,4 6 a,A	20,87±1,2 3 a,A	21,21±4,74 a,A	16,64±2,18 a,BC	15,73±0,4 9 a,C	21,43±0 a,B	28,34±1,0 6 a,A	14,43±0,5 5 a,B	16,39±0,8 4 a,B	23,16±0,3 4 a,A	22,22±0,3 2 a,A

*Nota.* Diferentes letras minúsculas línea vertical evidencian efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre la pérdida de peso a diferentes concentraciones de almidón (incluido la muestra control) y para cada porcentaje de mucílago y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas línea horizontal evidencian efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre la pérdida de peso a diferentes tiempos de almacenamiento para cada concentración de almidón (incluido la muestra control) y mucílago. Los datos son presentados en promedio  $\pm$  desviación estándar con 3 repeticiones para cada tratamiento.



**4.1.2. Evaluación de la Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre el Índice de Madurez en la Conservación de Frutos de Pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K).**

- **Índice de madurez**

En la Tabla 13 se registran los resultados concernientes al índice de madurez, donde se observa valores altos, al presentar una baja acidez los frutos de pushgay hace que el índice de madurez del mismo sea un poco más elevado, dado es el caso de la muestra control donde se incrementó sus valores, así como también en el día 12 la concentración C<sub>8</sub> (4 % almidón - 60 % mucílago) presentó un valor de 129,03; siendo el más alto durante los 15 días de almacenamiento. En el caso de la concentración C<sub>3</sub> (5 % almidón - 20 % mucílago), logró mantener de cierta manera el índice de madurez presentando un valor en día 15 de 79,77 en comparación a las otras concentraciones.

**Tabla 13**

Resultados de la evaluación de concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre el índice de madurez en pushgay con recubrimiento.

Tiempo de almacenamiento (días)	Concentración de almidón											
	3%				4%				5%			
	Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
0	70,65±0,0 0 b,A	70,65±0,0 0 b,A	70,65±0,0 0 a,A	70,65±0,0 0 a,A	70,65±0,0 0 bc,A	70,65±0,0 0 a,A	70,65±0,0 b,A	70,65±0,0 0 ab,A	70,65±0,0 0 b,A	70,65±0,0 0 a,A	70,65±0,0 0 a,A	70,65±0,0 0 a,A
3	81,81±0,4 7 a,A	78,79±8,3 1 a,B	67,13±0,8 9 a,C	74,63±0,1 8 a,BC	80,13±1,8 9 a,A	73,89±4,5 6 a,B	75,06±1,56 b,B	62,67±1,9 6 b,B	78,93±8,4 9 a,A	78,56±5,1 8 a,A	75,54±10, 83 a,A	75,10±5,7 5 a,A
6	72,91±6,8 9 b,A	71,16±1,2 0 b,A	80,62±8,7 1 a,A	76,50±0,7 2 a,A	67,29±0,5 1 c,C	84,21±4,9 3 a,A	92,68±10,3 9 b,A	74,48±6,6 6 ab,B	69,11±2,4 7 b,A	79,38±8,3 0 a,A	78,84±16, 06 a,A	82,30±10, 02 a,A
9	88,08±9,3 3 b,A	80,40±3,4 6 b,A	91,08±6,4 8 a,A	84,81±5,0 3 a,A	77,89±6,8 6 bc,A	75,35±7,1 2 a,A	94,82±18,3 3 b,A	85,49±1,3 7 a,A	79,98±1,2 4 ab,A	78,036±0, 13 a,A	86,77±3,4 4 a,A	92,37±2,7 1 a,A
12	89,67±1,7 6 b,A	89,03±5,3 8 ab,A	86,18±0,8 3 a,A	83,68±2,2 1 a,A	90,87±2,4 6 b,AB	87,86±3,5 1 a,B	129,03±27, 46 a,A	88,45±4,0 6 a,B	77,85±2,3 1 b,A	81,00±7,7 5 a,A	97,95±0,6 8 a,A	91,51±0,5 9 a,A
15	82,72±3,7 4 b,A	84,42±1,3 6 ab,A	92,93±4,1 1 a,A	79,43±0,8 6 a,A	81,08±0,4 1 bc,A	83,09±0,0 8 a,A	91,15±6,59 b,A	85,19±7,4 8 a,A	79,77±3,8 4 ab,A	84,63±2,6 6 a,A	89,36±0,4 3 a,A	85,76±0,2 5 a,A

Nota. Diferentes letras minúsculas línea vertical evidencian efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el índice de madurez a diferentes concentraciones de almidón (incluido la muestra control) y para cada porcentaje de mucílago y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas línea horizontal evidencian efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el índice de madurez a diferentes tiempos de almacenamiento para cada concentración de almidón (incluido la muestra control) y mucílago. Los datos son presentados en promedio  $\pm$  desviación estándar con 3 repeticiones para cada tratamiento.

**4.1.3. Evaluación de Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre el Color en la Conservación de Frutos de Pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K).**

- **Luminosidad (L\*)**

En la Tabla 14 se presentan los datos concernientes al atributo de luminosidad (L\*) del Pushgay con recubrimiento comestible, donde se aprecia que los valores fueron variables, mostrándose un incremento de 17,7 (valor inicial) a valores superiores a 20 en el día 15 de almacenamiento, es decir estas muestras presentaron mayor claridad al incrementarse el tiempo de almacenamiento, a excepción de la concentración C<sub>1</sub> (3 % de almidón con 20 % de mucílago) que mostró una leve reducción para el día 15 (16,86) a comparación del valor inicial que fue de 17,7, lo que indica que estas muestras presentaron un color más oscuro, mientras que las concentración C<sub>12</sub> (5 % almidón y 80 % de mucílago), en el día 15 mostró aumento su valor indicado mayor claridad o luminosidad.

De acuerdo al ANOVA se reportan diferencias significativas en función al tiempo, específicamente los valores del día 9 y día 15 son diferentes a los valores de los otros días y en función a la concentración se reportó que a 3 % de almidón con 40 y 60 % de mucílago se diferencian estadísticamente de las otras concentraciones.

**Tabla 14**

*Evaluación de la concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre parámetros de color (L\*) en pushgay con recubrimiento.*

Tiempo de almacenamiento (días)	Concentración de almidón											
	3%				4%				5%			
	Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
0	17,7±0,00 a,A	17,7±0,00 ab,A	17,7±0,00 ab,A	17,7±0,00 a,A	17,7±0,00 ab,A	17,7±0,00 a,A	17,7±0,00 ab,A	17,7±0,00 a,A	17,7±0,00 a,A	17,7±0,00 a,A	17,7±0,00 a,A	17,7±0,00 ab,A
3	10,35±2,2 5 a,A	16,55±2,60 b,A	17,56±2,7 9 ab,A	17,19±1,1 4 a,A	11,69±0,0 8 b,A	18,35±0,6 9 a,A	15,3±0,83 bc,A	17,16±3,0 9 a,A	17,47±4,0 1 a,A	18,58±0,1 7 a,A	18,56±1,2 9 a,A	16,85±0,2 9 ab,A
6	11,49±3,0 9 a,A	17,63±1,15 ab,A	13,54±3,3 9 ab,A	15,58±1,7 7 a,A	14,38±2,9 9 ab,A	17,37±2,0 7 a,A	13,18±0,7 7 c,A	17,73±3,3 6 a,A	16,53±3,3 1 a,A	16,72±5,1 8 a,A	12,15±0,9 3 a,A	14,49±1,2 7 b,A
9	15,54±1,3 5 a,AB	16,33±0,19 b,A	11,08±0,2 3 b,B	16,31±1,7 5 a,A	18,21±2,0 5 ab,A	16,79±2,4 5 a,A	15,63±0,6 8 bc,A	17,42±3,9 5 a,A	19,59±4,1 7 a,A	12,13±1,0 6 a,A	16,75±0,5 6 a,A	15±1,92 b,A
12	15,55±4,9 4 a,A	21,58±0,13 a,A	17,75±1,6 0 ab,A	18,18±3,8 1 a,A	17,15±0,3 2 ab,A	21,62±1,4 2 a,A	19,41±1,8 1 ab,A	19,10±2,5 7 a,A	18,01±0,1 0 a,A	20,29±0,2 9 a,A	17,04±6,7 5 a,A	15,89±3,0 1 ab,A
15	16,86±1,3 3 a,B	20,52±0,75 ab,AB	20,93±2,1 6 a,AB	22,93±0,8 2 a,A	21,05±0,6 1 a,A	18,88±3,6 8 a,A	21,28±1,2 5 a,A	22,47±0,9 9 a,A	20,86±1,2 3 a,A	20,41±2,1 0 a,A	21,49±0,1 1 a,A	23,15±2,5 2 a,A

*Nota.* Diferentes letras minúsculas línea vertical indican efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el parámetro de color (L\*) a diferentes concentraciones de almidón (incluido la muestra control) y para cada porcentaje de mucílago y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas línea horizontal indican efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el parámetro de color (L\*) a diferentes tiempos de almacenamiento para cada concentración de almidón (incluido la muestra control) y mucílago. Los datos son presentados en promedio  $\pm$  desviación estándar con 3 repeticiones para cada tratamiento.

- **Atributo de color a\***

En la Tabla 15 se presentan los datos referentes al atributo a\* del Pushgay con recubrimiento comestible, donde se aprecia que los valores fueron variables, mostrándose un incremento de 0,21 (valor inicial) a valores superiores a 0,27 en el día 15 de almacenamiento, a excepción de la concentración C<sub>10</sub> con 3 % de almidón con 80 % de mucílago que mostró una leve reducción para el día 15 (0,16) a comparación del valor inicial que fue de 0,21.

De acuerdo al ANOVA no se reportan diferencias significativas en función al tiempo de almacenamiento y tampoco en función a la concentración de almidón y mucílago, ya que presentaron valores cercanos desde el día 1 al día 15 de almacenamiento. Pero si fueron significativos al comparar la muestra control con las muestras con recubrimiento comestible.

**Tabla 15**

*Evaluación de la concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre parámetros de color (a\*) en pushgay con recubrimiento.*

Tiempo de almacenamiento (días)	Concentración de almidón											
	3%				4%				5%			
	Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
0	0,21±0,00 a,A	0,21±0,00 a,A	0,21±0,00 a,A	0,21±0,00 a,A	0,21±0,00 a,A	0,21±0,00 a,A	0,21±0,00 a,A	0,21±0,00 a,A	0,21±0,00 a,A	0,21±0,00 a,A	0,21±0,00 a,A	0,21±0,00 a,A
3	0,39±0,08 a,A	0,19±0,11 a,A	0,30±0,16 a,A	0,40±0,13 a,A	1,05±0,83 a,A	0,86±0,85 a,A	0,27±0,10 a,A	0,38±0,19 a,A	0,69±0,04 a,A	1,03±1,33 a,A	0,27±0,26 a,A	0,24±0,23 a,A
6	0,75±0,67 a,A	0,41±0,08 a,A	0,52±0,46 a,A	1,13±1,07 a,A	1,61±1,44 a,A	0,28±0,28 a,A	0,72±0,05 a,A	0,56±0,33 a,A	0,49±0,47 a,A	1,16±0,29 a,A	0,93±0,12 a,A	0,42±0,21 a,A
9	0,47±0,42 a,A	0,35±0,22 a,A	0,39±0,26 a,A	0,23±0,05 a,A	0,29±0,07 a,A	0,41±0,29 a,A	1,39±1,32 a,A	1,18±0,35 a,A	0,96±0,24 a,A	0,97±0,73 a,A	0,99±0,30 a,A	0,85±0,62 a,A
12	0,45±0,09 a,A	0,2±0,13 a,A	2,05±2,09 a,A	0,31±0,01 a,A	0,45±0,21 a,A	0,61±0,39 a,A	1,01±0,06 a,A	0,53±0,01 a,A	3,14±2,99 a,A	0,57±0,02 a,A	1,08±0,36 a,A	1,53±1,04 a,A
15	0,84±0,57 a,A	0,41±0,02 a,A	0,26±0,03 a,A	0,16±0,05 a,A	0,93±0,31 a,A	0,85±0,65 a,A	0,46±0,38 a,A	0,39±0,40 a,A	1,13±0,52 a,A	0,27±0,09 a,A	0,48±0,35 a,A	0,39±0,32 a,A

*Nota.* Diferentes letras minúsculas línea vertical indican efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el parámetro de color (a\*) a diferentes concentraciones de almidón (incluido la muestra control) y para cada porcentaje de mucílago y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas línea horizontal indican efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el parámetro de color (a\*) a diferentes tiempos de almacenamiento para cada concentración de almidón (incluido la muestra control) y mucílago. Los datos son presentados en promedio  $\pm$  desviación estándar con 3 repeticiones para cada tratamiento.

- **Atributo de color b\***

En la Tabla 16 se presentan los datos referentes al atributo b\* del Pushgay con recubrimiento comestible, donde se aprecia que los valores fueron variables, mostrándose una mayor reducción de -1,21 (valor inicial) a valores de -2,38 en el día 15 de almacenamiento, es así que la concentración C<sub>10</sub> con 3 % de almidón con 80 % de mucílago que mostró una leve reducción para el día 15 (-2,38). De acuerdo al ANOVA se reportan diferencias significativas en función al tiempo de almacenamiento, así como también a la concentración de almidón y mucílago.

**Tabla 16**

*Evaluación de la concentración de almidón de olluco, mucílago de sábila y tiempo de almacenamiento sobre parámetros de color (b\*) en pushgay con recubrimiento.*

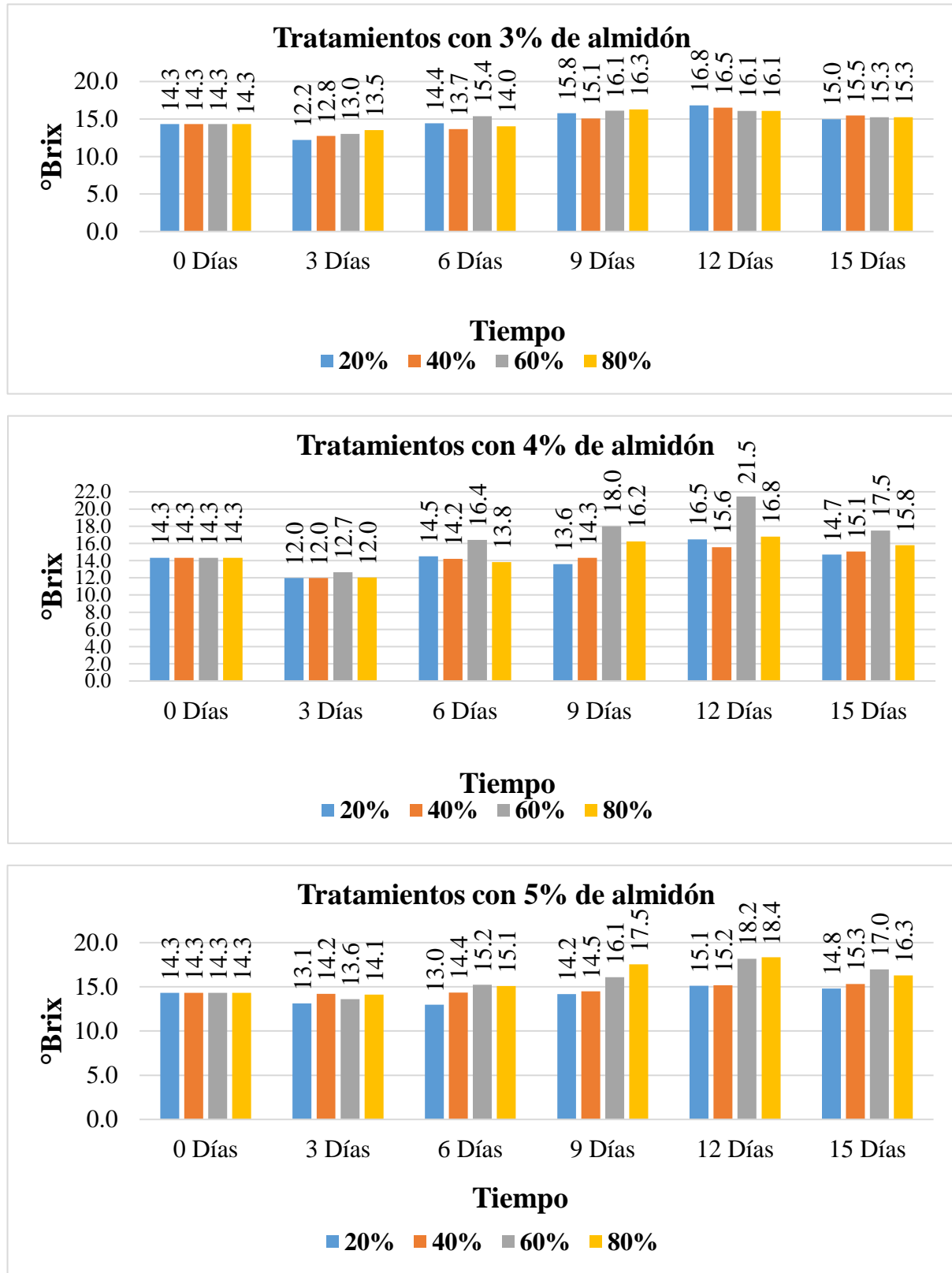
Tiempo de almacenamiento (días)	Concentración de almidón											
	3%				4%				5%			
	Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)				Concentración de mucílago (%)			
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
<b>0</b>	-1,21±0,00 a,A	-1,21±0,00 ab,A	-1,21±0,00 ab,A	-1,21±0,00 a,A	-1,21±0,00 a,A	-1,21±0,00 a,A	-1,21±0,00 ab,A	-1,21±0,00 a,A	-1,21±0,00 ab,A	-1,21±0,00 a,A	-1,21±0,00 a,A	-1,21±0,00 a,A
<b>3</b>	-1,19±0,03 a,A	-2,42±0,50 b,A	-1,84±0,26 b,A	-1,46±0,31 a,A	-1,83±0,07 a,A	-1,32±0,63 a,A	-1,97±0,01 bc,A	-1,73±0,39 a,A	-1,69±0,25 ab,A	-1,44±0,31 a,A	-1,65±0,05 a,A	-1,69±0,29 a,A
<b>6</b>	-0,92±0,62 a,A	-1,43±0,57 ab,AB	-3,49±0,42 c,B	-1,78±0,46 a,AB	-1,27±0,01 a,A	-1,49±0,72 a,A	-2,29±0,03 c,A	-1,32±0,08 a,A	-1±0,24 ab,A	-1,21±0,77 a,A	-1,97±1,16 a,A	-1,60±0,73 a,A
<b>9</b>	-1,26±0,69 a,A	-1,09±0,23 a,A	-1,91±0,07 b,A	-1,25±0,17 a,A	-1,52±0,05 a,A	-1,46±0,25 a,A	-1,13±0,39 ab,A	-0,62±0,67 a,A	-0,19±0,09 a,A	-0,83±0,55 a,AB	-1,06±0,02 a,AB	-2,00±0,37 a,B
<b>12</b>	-1,21±0,28 a,A	-0,80±0,21 a,A	-0,59±0,14 a,A	-2,20±0,91 a,A	-0,94±0,21 a,A	-0,96±0,31 a,A	-0,49±0,46 a,A	-0,67±0,62 a,A	-0,59±0,59 ab,A	-1,00±0,17 a,A	-0,59±0,27 a,A	-0,57±0,31 a,A
<b>15</b>	-2,04±0,70 a,A	-1,40±0,04 ab,A	-1,37±0,53 ab,A	-2,38±0,07 a,A	-1,97±0,17 a,C	-1,29±0,03 a,AB	-1,19±0,04 ab,A	-1,84±0,24 a,BC	-2,23±0,88 b,A	-1,05±0,24 a,A	-1,24±0,44 a,A	-1,79±0,13 a,A

*Nota.* Diferentes letras minúsculas línea vertical indican efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el parámetro de color (b\*) a diferentes concentraciones de almidón (incluido la muestra control) y para cada porcentaje de mucílago y tiempo de almacenamiento. Diferentes letras mayúsculas línea horizontal indican efecto significativo ( $p < 0,05$ ) entre el parámetro de color (b\*) a diferentes tiempos de almacenamiento para cada concentración de almidón (incluido la muestra control) y mucílago. Los datos son presentados en promedio  $\pm$  desviación estándar con 3 repeticiones para cada tratamiento.



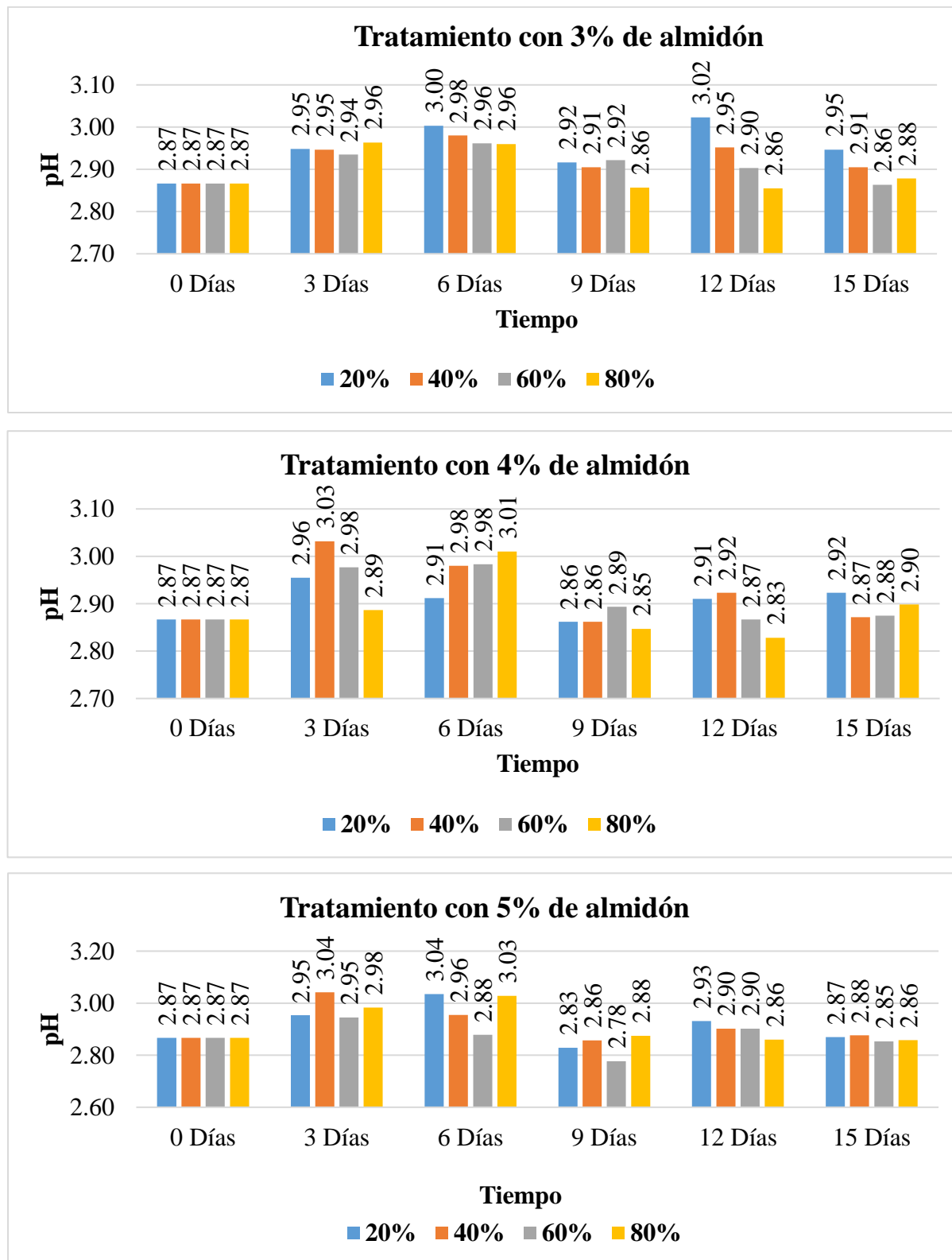
**Figura 12**

Representación de los °Brix de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento.



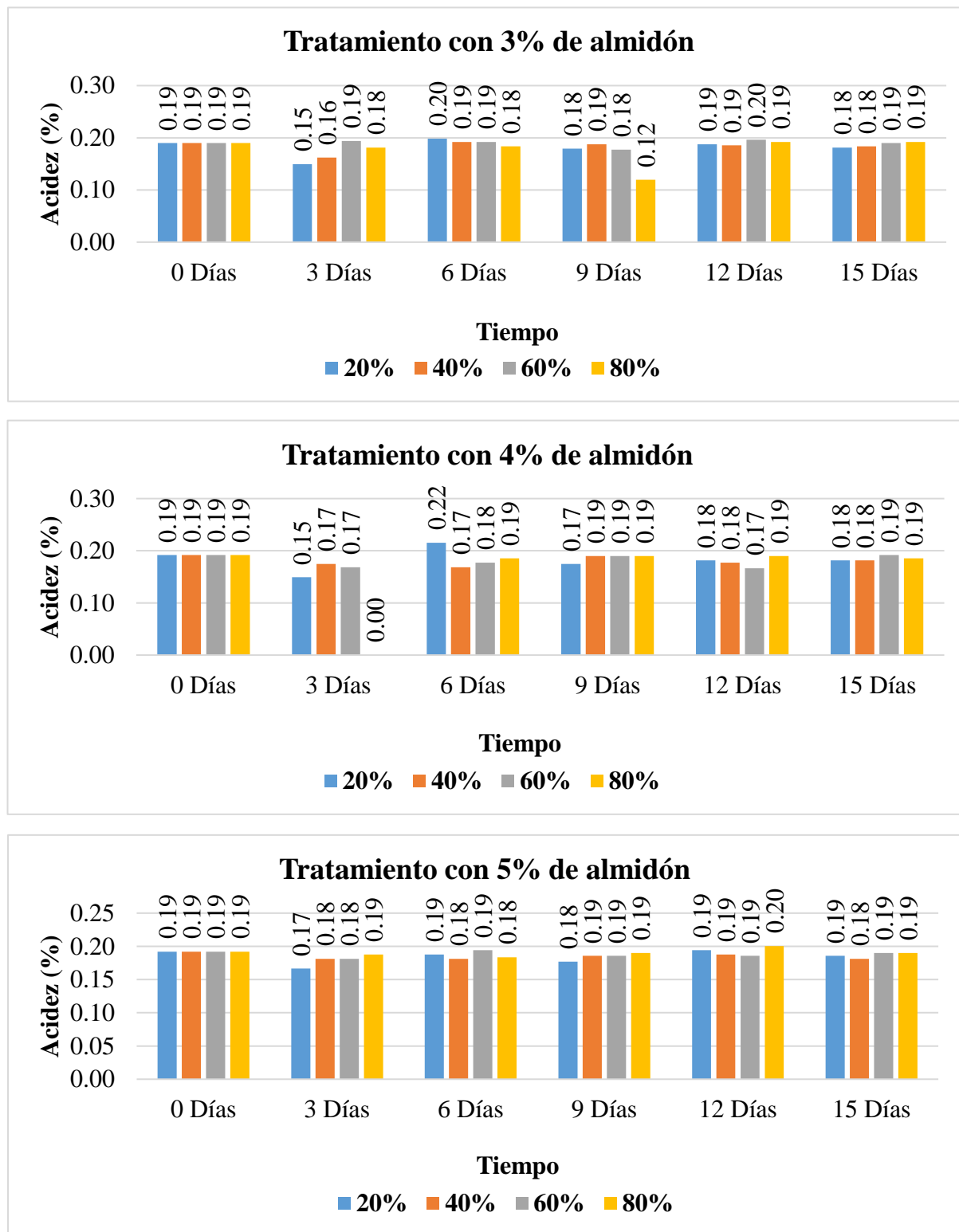
**Figura 13**

Representación del pH de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento.



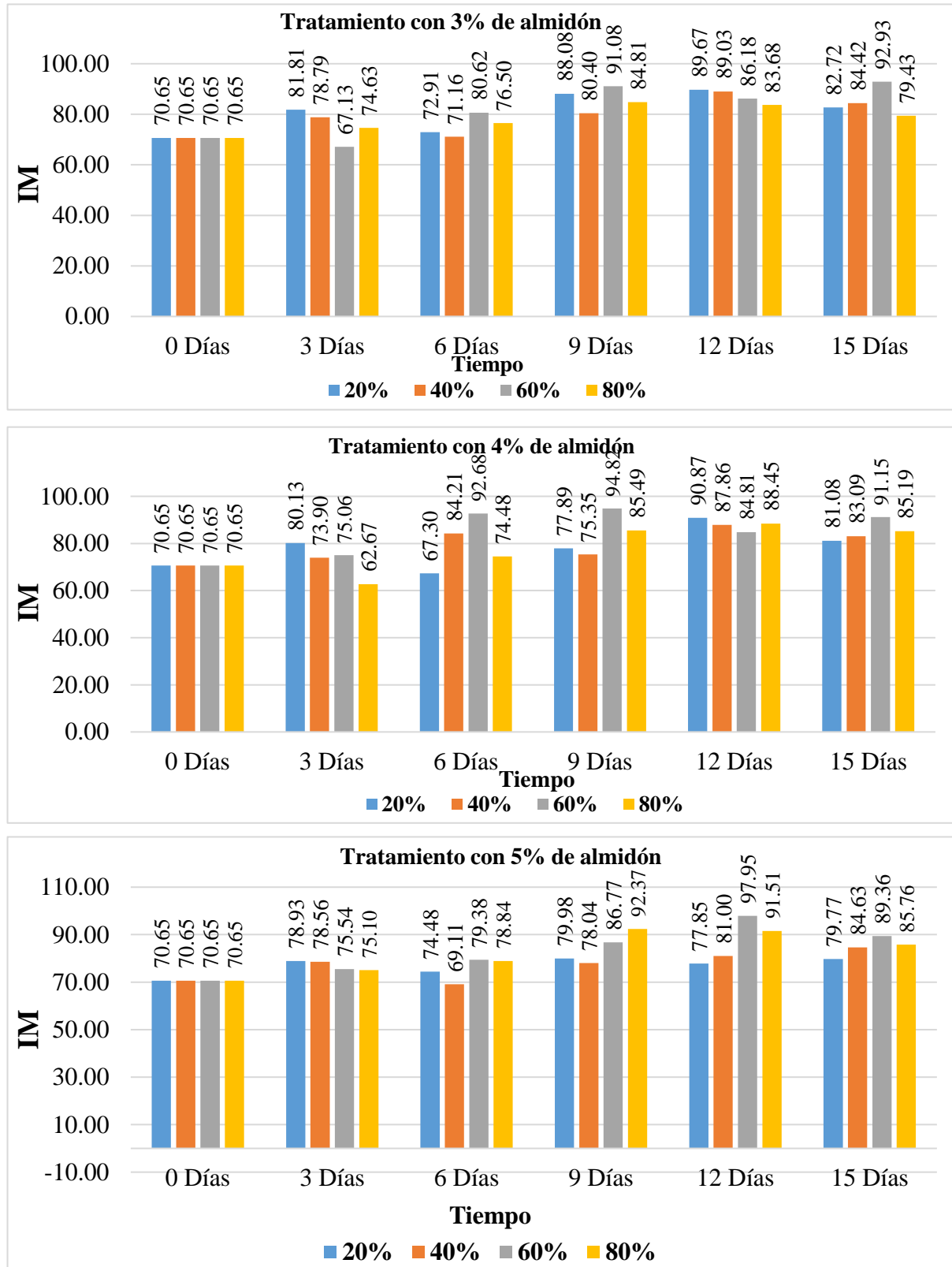
**Figura 14**

Representación de la acidez de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento.



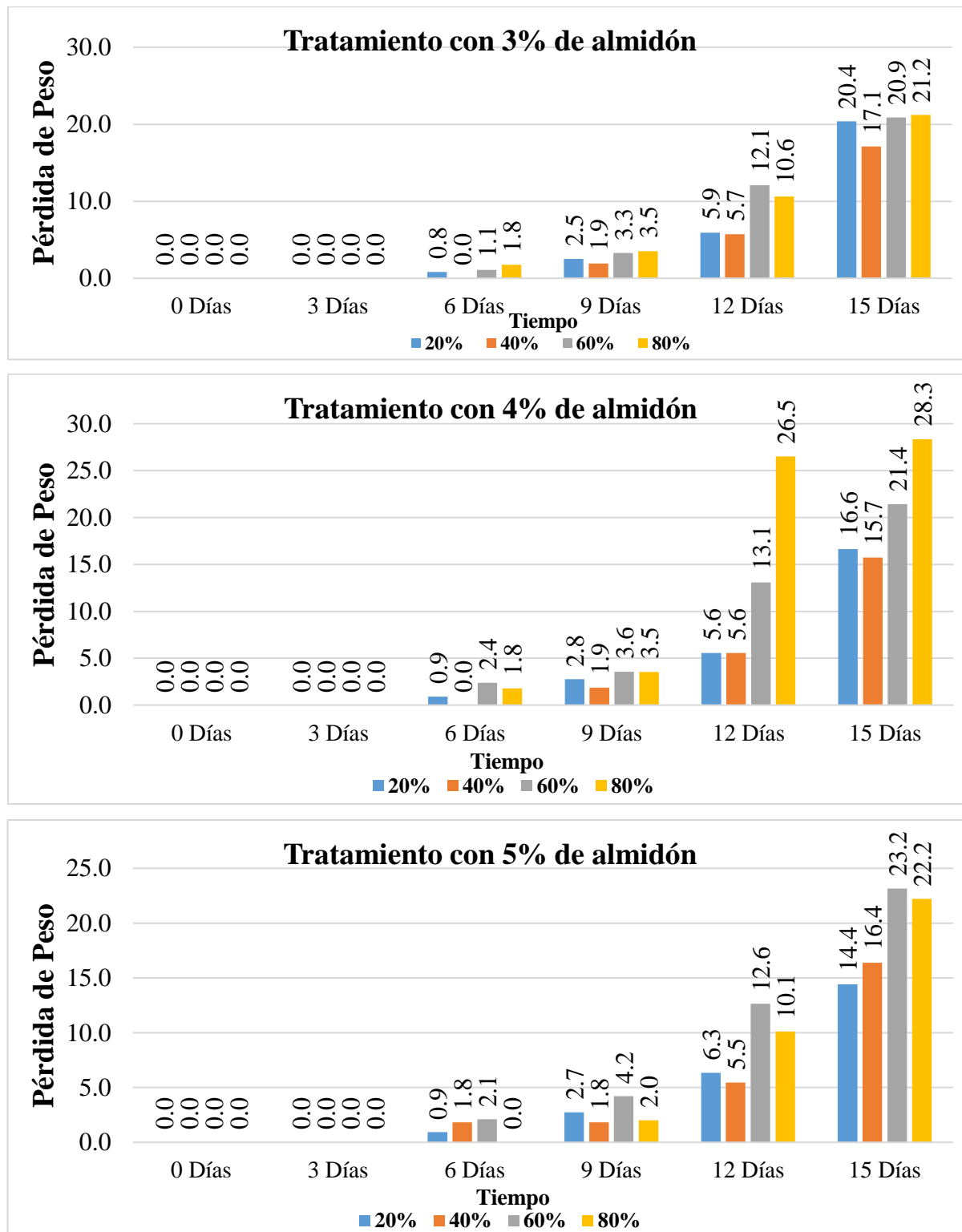
**Figura 15**

Representación de Índice de Madurez (IM) de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento.



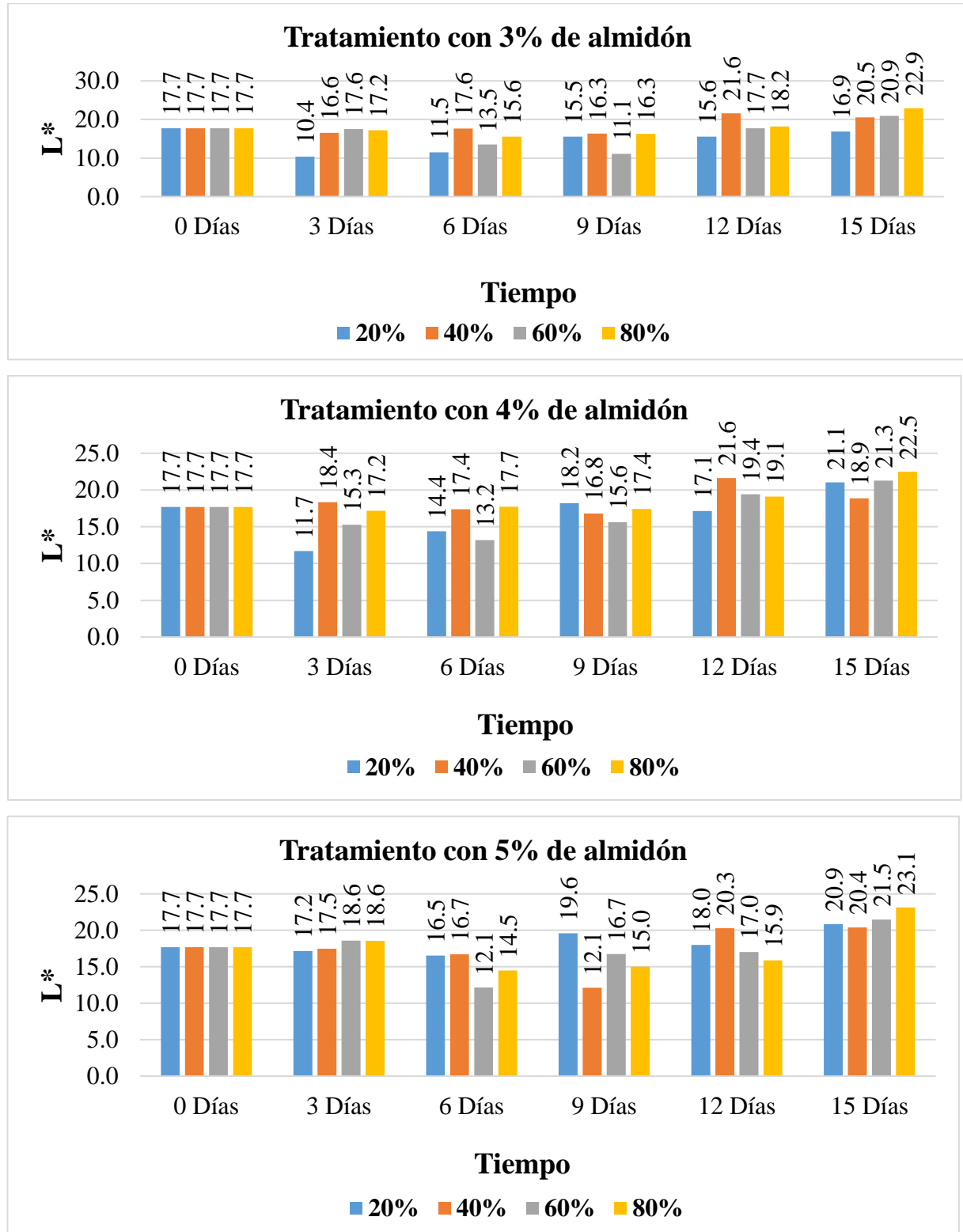
**Figura 16**

Representación de la pérdida de peso de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento.



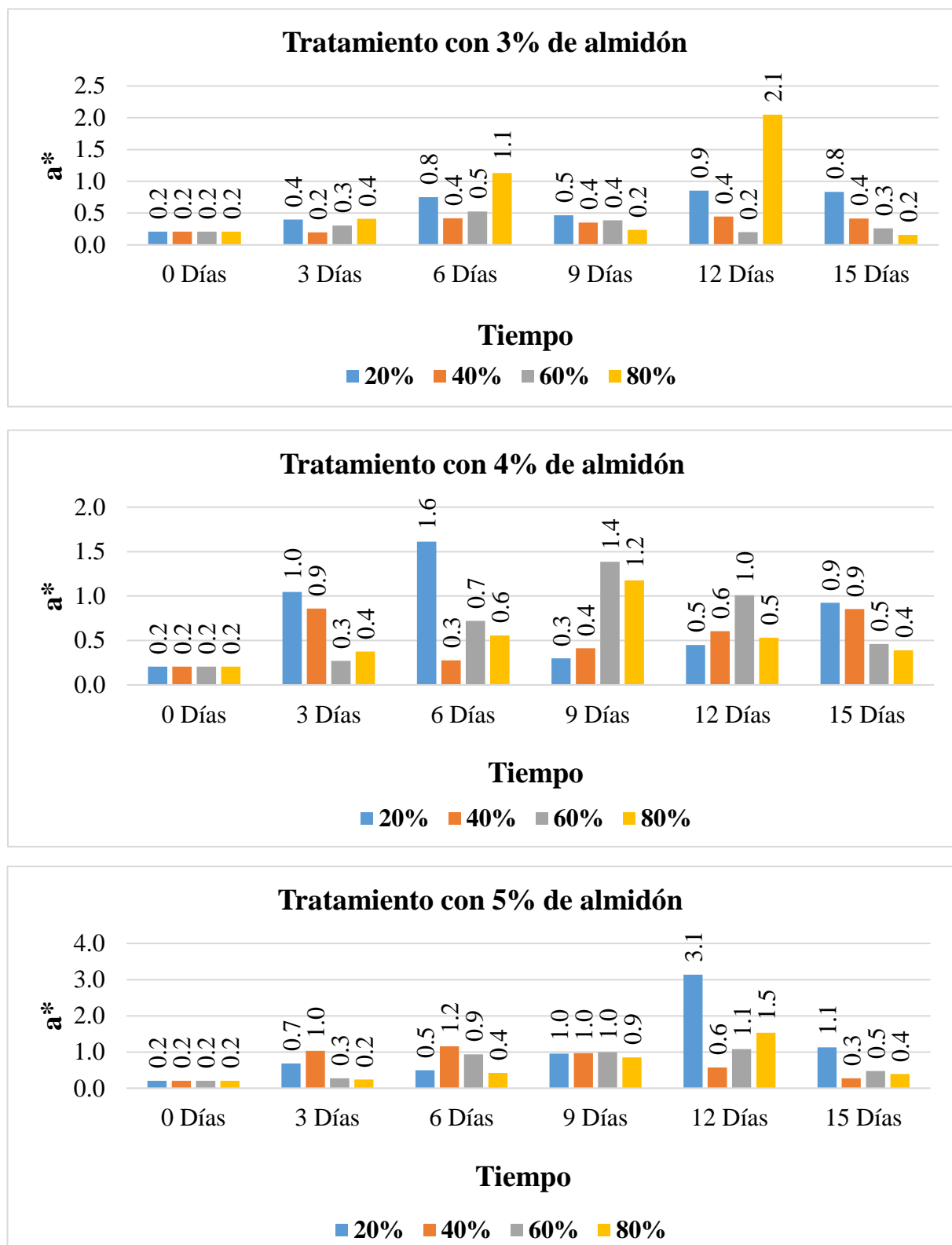
**Figura 17**

Representación del parámetro  $L^*$  de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento.



**Figura 18**

Representación del parámetro  $a^*$  de manera gráfica en relación a las concentraciones de almidón de olluco (3 %, 4 %, 5 %), concentraciones de mucílago de sábila (20 %, 40 %, 60 %, 80 %) durante los 15 días de almacenamiento.



## 4.2. Contrastación de Hipótesis

Después de realizar el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey a los resultados de las características fisicoquímicas, se obtuvo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las concentraciones de almidón de olluco y mucílago de sábila, y sobre todo al comparar con la muestra control (sin recubrimiento). En consecuencia, queda comprobada la hipótesis alternativa que menciona que la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de olluco y mucílago de sábila tiene un efecto significativo en la conservación de frutos de pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K.).

## 4.3. Discusión de Resultados

### 4.3.1. Evaluación de Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre las Características Fisicoquímicas en la Conservación de Frutos de Pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K.).

- **°Brix**

Los resultados de los °Brix mostrados en la Tabla 9, evidenciaron un incremento en sus valores de 14,33 % a 17,65 % a lo largo del tiempo de almacenamiento, donde la menor variación lo tuvo la concentración con 5 % de almidón de olluco y 20 % de mucílago de sábila (C<sub>3</sub>) que presentó un leve incremento de 14,33 % a 14,8 %. Estos valores fueron bajos en comparación a la muestra control, lo cual indica que el recubrimiento comestible a base de almidón de olluco y mucílago de sábila influyen de manera positiva en la conservación de los °Brix del fruto de pushgay, así mismo, se observó que a < concentración de mucílago de sábila y > concentración de almidón se consigue preservar mejor el fruto, esto debido posiblemente a que el almidón debido a su elevada cantidad de amilosa y amilopectina estos proporcionan mejores características mecánicas, conservando por más tiempo el contenido de azúcares de los frutos (Paredes et al., 2024).



Así mismo, estos cambios son similares a los reportados por Alvarado (2022) quien, al evaluar el efecto de un recubrimiento comestible sobre las características fisicoquímicas del arándano por 8 días de almacenamiento, evidenció diferencias significativas entre el tratamiento control y tratamientos con recubrimiento, observándose un ligero incremento de 13,67 % a 15,93 % °Brix en todos los tratamientos. Además, las muestras con recubrimiento presentaron la misma evolución que las muestras control, similar a lo que se observó en nuestro estudio. Asimismo, Alvarado (2022) al aplicar un recubrimiento comestible a base de sábila y goma arábica en frambuesas, adquirió diferencias significativas entre los valores de °Brix para cada tratamiento, donde se incrementó en un promedio de 16,26 % a 18,12 % °Brix.

En una investigación similar Ahmad (2024) al evaluar el efecto de recubrimiento de aloe vera, gel y almidón en la vida útil y organoléptica de las fresas, evidenciaron que los °Brix de las muestras con recubrimiento presentaron algunas variaciones mínimas (5,50, 5,43, 5,35 y 5,33 %), mientras que las muestras control tuvieron una mayor variación en los diferentes tiempos de almacenamiento (6,20 % °Brix). Este incremento se atribuye a la pérdida de humedad en las frutas durante su almacenamiento así como también a la aceleración de la maduración, las variaciones de los °Brix se debe a que al no tener recubrimiento el proceso de maduración se acelera.

- **pH**

Los resultados presentados en la Tabla 10 mostraron un leve incremento de pH de 2,87 a 3,04 % en los diferentes tratamientos al incrementarse los días de almacenamiento, donde la muestra control fue la que manifestó valores altos en relación a todas las concentraciones, seguido por la concentración C<sub>1</sub> con 3 % de almidón - 20 % de sábila, mientras que la concentración C<sub>10</sub> tuvo valores cercanos al pH inicial, lo cual indica que los recubrimientos disminuyeron procesos metabólicos presentes en el pushgay conservando valores cercanos al pH inicial, ya que estos recubrimientos sirven como barreras las cuales reducen la difusión de

gases (vapor de agua ,O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>,) de esa manera se evitan las alteraciones en el pH y por ende permite prolongar la vida útil del fruto (Amaiz et al., 2018).

Dichos cambios coinciden con los señalados por Molocho & Orbegoso (2017) quienes al evaluar el efecto de un recubrimiento a base de sábila y aceite esencial de canela en tomate, reportaron un aumento de (4,22 a 4,70 %) a lo largo del almacenamiento; este incremento se debe a que los ácidos orgánicos de reserva se transforman a azúcares que son utilizados para la respiración, lo cual ocasiona disminución del % de acidez del medio y por ende el pH aumenta, mientras que en una investigación realizada por Alvarado (2022) menciona que al aplicar un recubrimiento comestible a base de sábila y goma arábiga en frambuesas se evidenciaron valores de pH que oscilaron entre 4,05 % y 4,31 %, es así que los valores hasta el cuarto día disminuyeron de 4,46 a 4,00; sin embargo, al quinto día se incrementaron, evidenciándose cambios similares a los reportados en nuestro estudio.

Por su parte Rashad & El-Deen (2021) observaron que mientras el tiempo de almacenamiento (días) aumentar, los valores de pH se incrementaban, es así que se registraron mayores valores en la muestra de control al final del tiempo de almacenamiento, que registró 3,99 %. Se puede mencionar que el aumento de los valores de pH puede estar relacionado con el proceso de maduración y el proceso de respiración de frutos que corresponde a las reacciones de oxidación de ácidos orgánicos y carbohidratos que se convierten en agua y CO<sub>2</sub>, los cuales producen energía química durante el almacenamiento.

- **Acidez Titulable.**

Los resultados del % de acidez mostrados en la Tabla 11, revelan que en las diferentes concentraciones, los valores de acidez presentan una mínima diferencia durante los 15 días de almacenamiento, en el día 6 la concentración C<sub>2</sub> conformada por (4 % de almidón - 20 % de sábila) presentó un ligero aumento de acidez en comparación con la concentración C<sub>11</sub> (4 % de almidón - 80 % de sábila) y en todos los tratamiento se evidenció un leve descenso de la acidez

de 19,0 a 18,0 %, esto debido posiblemente a un ligero incremento de la intensidad respiratoria o consecuentemente un mayor consumo de ácidos orgánicos, es decir la fruta maduró levemente, sin embargo mantuvo la acidez muy cercana a los frutos frescos (Dussan et al., 2014).

Resultados similares fueron percibidos por Molocho y Orbegoso (2017) quienes al evaluar el efecto de un recubrimiento de sábila y aceite esencial de canela en tomates registraron que el tratamiento control presentó un valor inicial de 0,640 % y luego descendió hasta día 8 (0,384 %), sin embargo siguió subiendo constantemente hasta el día 12 (0,435 %), pero en todas las muestras los valores fueron menores al valor inicial, es así que la acidez tiende a disminuir cuando los frutos empiezan a madurar, esto debido a la actividad metabólica que experimentan los frutos durante la maduración, ya que en este periodo existe una intensa actividad enzimática la cual provoca cambios metabólicos que se acoplan, dando origen a la transformación de ácidos orgánicos de reserva en azúcares, que serán consumidos durante la respiración celular, es así que los ácidos orgánicos se encuentran en desplazamiento en los tejidos vegetales tras la recolección y disminuyen en la fase de senescencia.

Estudios realizados por Alvarado (2022) menciona que al aplicar un recubrimiento comestible a base de sábila y goma arábiga en frambuesas también reportó diferencias significativas, donde los primeros 2 días la acidez se mantuvo, pero luego descendió en todos los tratamientos. Asimismo, Cieza (2020) observó una decreciente relación del % de acidez para todos los tratamientos, siendo el tratamiento control el que presentó mayor disminución durante el período almacenamiento de 3,9 %, 1,8 % y los tratamientos con recubrimiento de goma de tara y gel de sábila de 3,6 a 2,8 % aproximadamente, esta disminución se debe al proceso de maduración y por ende reacciones metabólicas en la fruta.

Rashad & El-Deen (2021) observaron que a medida que aumentaba el tiempo de almacenamiento la acidez se reducía, las muestras recubiertas presentaron similar % de acidez titulable después de 30 días de almacenamiento (2,27 y 2,30 %), esta retención de acidez

titulable se debe al efecto protector del recubrimiento que actúa como una barrera al O<sub>2</sub> de la atmósfera circundante y reducción de la respiración, favoreciendo a la vida poscosecha de los frutos, mientras que Ahmad (2024) al aplicar recubrimientos comestibles de aloe vera, gel y almidón en la vida útil y organoléptica de las fresas, evidenció ligera disminución de la acidez titulable de 1,28 % a 0,84 %, a comparación con los frutos sin recubrimiento (0,72 %). Todos estos cambios reportados por los autores son similares a los obtenidos en este estudio.

- **Pérdida de Peso**

En cuanto a los resultados de la pérdida de peso del pushgay mostrados en la Tabla 12, se evidenció variaciones de peso en el transcurso de los 15 días de almacenamiento, es así que la concentración C<sub>11</sub> (4 % de almidón - 80 % de mucílago) presentó mayor pérdida de peso, mientras que la concentración C<sub>5</sub> (4 % de almidón - 40 % de mucílago) resultó más eficiente, puesto que conservó de mejor manera el peso de los frutos y sus características durante los 15 días de almacenamiento; por otro lado hasta el día 9 se registró una buena conservación de los frutos con recubrimientos. La menor pérdida de peso en los frutos recubiertos se debe principalmente a que los recubrimientos reducen la permeabilidad al vapor de agua y el intercambio gaseoso entre el fruto y su entorno, ya que la cubierta externa bloquea poros de la epidermis logrando reducción en pérdida de agua de los tejidos retardando la aparición de síntomas por marchitamiento (Zambrano et al., 2017).

Cambios idénticos reportó Molocho & Orbegoso (2017) cuando aplicó un recubrimiento de Aloe vera, glicerol y aceite esencial de canela en tomates durante 12 días, donde la pérdida de peso en las muestras con recubrimiento fue de 10,38 %, y en las muestras control fue de 17,963 %, los vegetales frescos pierden agua por evaporación en el aire que los rodea, lo que impulsa la pérdida de agua es la concentración entre el vapor de agua en el interior de los espacios intercelulares del fruto y el vapor de agua del entorno en el que se encuentra. La pérdida de agua causa disminución del peso y esto a medida que va avanzando va

disminuyendo la apariencia y elasticidad del fruto volviéndose mucho más blando (Molocho & Orbegoso, 2017). Asimismo en estudios realizados por Ancco (2022) al evaluar el efecto de un recubrimiento comestible sobre características fisicoquímicas del arándano por 8 días de almacenamiento, evidenció una mayor pérdida de peso (20,35 %) en la muestra testigo a diferencia de las muestras tratadas (10,86 – 15,68 %).

A eso se le suma lo reportado por Cieza (2020) donde al aplicar un recubrimiento de goma de tara y gel de sábila en cubos de mango, obtuvo que los tratamientos con recubrimiento presentaron menos pérdida de peso 28 %, 27 %, 26 % a diferencia del tratamiento control presentó un 45 %. La causa principal de la pérdida de peso de la fruta es la migración de agua de la fruta al medio ambiente durante el almacenamiento, por medio de evaporación del agua, el cual se activa por el aumento de presión del vapor de agua y al aplicar un recubrimiento se forma una barrera a la difusión de agua entre el fruto y el medio ambiente evitando su transferencia (Rashad y El-Deen, 2021).

#### ***4.3.2. Evaluación de la Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre el Índice de Madurez en la Conservación de Frutos de Pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K).***

En la Tabla 13 se presentaron los resultados concernientes al índice de madurez, donde se observó valores altos, al presentar una baja acidez los frutos de pushgay hace que el índice de madurez del mismo sea un poco más elevado, dado es el caso de la muestra control donde se incrementó sus valores, así como también en el día 12 la concentración C<sub>8</sub> con 4 % almidón y 60 % mucílago presentó un valor de 129,03, siendo el más alto durante los 15 días de almacenamiento, en el caso de la concentración C<sub>3</sub> de 5 % almidón y 20 % mucílago, logró mantener el índice de madurez presentando un valor en el día 15 de 79,77 en comparación a las otras concentraciones. Esto indica que a mayor concentración de almidón y menor concentración de mucílago hay una mejor conservación del índice de madurez esto se debe al

contenido de amilosa y amilopectina existente en el almidón los cuales actúan como barrera protectora retardando las reacciones metabólicas en frutos y en consecuencia el proceso de maduración también se hace más lento, conservando una firmeza adecuada (Dussan et al., 2014).

Estos valores son similares a los reportados por Rashad y El-Deen (2021) quienes, al aplicar una película comestible y recubrimiento a base de gel de Aloe vera en los frutos de aguaymanto, donde se evidenciaron efecto significativo entre la muestra control y muestras con recubrimiento, el mayor índice de madurez para la muestra de control al final de los 30 días de almacenamiento fue 12, en comparación con las muestras con recubrimiento que registraron un valor cercano a 10, demostrando que los recubrimientos comestibles logran reducir pérdida de firmeza, pérdida de humedad, desarrollo de la madurez, retrasa el índice de pardeamiento y crecimiento de microorganismos en frutos de aguaymanto.

#### ***4.3.3. Evaluación de Aplicación de un Recubrimiento Comestible a Base de Almidón de Olluco y Mucílago de Sábila Sobre el Color en la Conservación de Frutos de Pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K).***

Los resultados del atributo de luminosidad ( $L^*$ ) evidenciados en la Tabla 14 muestran que  $L^*$  fue variable, mostrándose un incremento de su valor a lo largo del tiempo de almacenamiento en todos los tratamientos a excepción de la concentración  $C_1$  con 3% de almidón con 20% de mucílago que mostró una reducción en los valores de  $L^*$  lo que representa un color más oscuro, mientras que la concentración  $C_{12}$  (5 % almidón y 80 % de mucílago), en el día 15 mostró aumento su valor indicado mayor claridad o luminosidad.

De acuerdo al ANOVA se reportan diferencias significativas tanto para el factor concentración, así como también de acuerdo al tiempo de almacenamiento. Los cambios en  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  se debe probablemente a la degradación de la clorofila y por la síntesis de otros pigmentos: antocianinas y carotenoides presentes en la fruta (González et al., 2021). Sin

embargo mayores valores de  $L^*$  y menores de  $a^*$  en las muestras, podría ser debido al efecto del recubrimiento en el control del pardeamiento enzimático y reducción de las concentraciones de  $O_2$  (Ghidelli, 2012). Asimismo, Cano y Corales (2014) reportaron una reducción del parámetro  $L^*$  durante el almacenamiento de fresas con recubrimiento comestible, con valores de luminosidad (37,56 y 35, 23) con una reducción de 2,33 entre el día 1 y el día 10 de almacenamiento y valores de 38,57 y 32,63 con reducción de 5,93 puntos para la muestra control, la pérdida de  $L^*$  manifiesta oscurecimiento del fruto esto debido a la pérdida de humedad y el pardeamiento oxidativo que presentan las frutas durante el almacenamiento.

Por otro lado, Rashad y El-Deen (2021) al aplicar un recubrimiento comestible en frutos de aguaymanto, no observaron efecto significativo en todos los tratamientos tras 30 días de almacenamiento, sin embargo, si encontraron diferencias al compararlo con el tratamiento control, lo cual demostró que el recubrimiento pudo retardar el cambio de color durante el almacenamiento. González et al. (2021) también registró que la luminosidad en frutos de guayaba con recubrimiento comestible presentó efecto estadísticamente significativo a los 9 días de almacenamiento, tendiendo a un color levemente oscuro con valores de 68. A esto se le suma, los resultados obtenidos por Esteban et al. (2011) quien al estudiar los efectos de los recubrimientos comestibles sobre los atributos de color ( $L^*$ ) de frutos de tomate, observó un efecto significativo de los recubrimientos comestibles y el tiempo de almacenamiento sobre los valores de  $L^*$ , donde existió diferencias sobre todo de la muestra control, el  $L^*$  disminuyó durante el almacenamiento, alcanzando valores bajos en el día 28.

A esto se le suma El-Baz et al. (2021) al evaluar el color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) de cubos de mango tratados con ácido ascórbico, goma arábica y lactato de calcio durante el almacenamiento, obtuvieron que los valores  $L^*$  de las muestras tratadas y control tienden a disminuir durante el tiempo de almacenamiento lo que fue más notorio en la muestra de control. Los valores iniciales de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  de la muestra control fueron  $40,14 \pm 0,02$ ;  $-8,67 \pm 0,1$  y

25,18  $\pm$  0,1, respectivamente. Los valores L\* y b\* aumentaron en las muestras tratadas en comparación con la muestra de control, mientras que el valor a\* disminuyó, éstas variaciones pueden deberse a la capa de recubrimiento, mientras que los frutos recubiertos conservaron valores más altos de L\*, a\* y b\* a los 7 y 14 días, éste cambio en los atributos de color, podría atribuirse a la inhibición del proceso de maduración y senescencia del fruto, mientras que Esteban et al. (2011) evidenciaron diferencias estadísticas en el día 9 de almacenamiento en tomates con recubrimiento, con un valor mínimo de 4, interpretándose como levemente rojizo. A medida que el valor del parámetro (a\*) es positivo, tiende a rojo, por lo contrario, si es negativo tiene coloración verde.

Además, González et al. (2021), para el atributo b\* en guayabas almacenadas con recubrimiento comestible encontraron diferencias estadísticamente significativas, tomando valores de 25, los cuales fueron interpretados como una coloración amarilla oscura y en la muestra control valores que variaron entre 36 y 42, interpretándose de esa manera como coloración amarilla clara, deduciendo que a mayor contenido de recubrimiento, menor es el valor de b\*, cambio que es favorecido por degradación de clorofila y por síntesis de otros pigmentos como: (antocianinas y carotenoides).



## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Se evaluó la aplicación del recubrimiento comestible a base de almidón de olluco y mucílago de sábila sobre las características fisicoquímicas, índice de madurez y parámetros de color, donde resultó como mejor concentración C<sub>3</sub> conformada por (5 % almidón de olluco – 20 % mucílago de sábila), logrando reducir en menor proporción los °Brix, para pH C<sub>10</sub> (5 % almidón de olluco – 80 % mucílago de sábila), acidez C<sub>11</sub> (4 % almidón de olluco - 80 % mucílago de sábila), pérdida de peso C<sub>5</sub> (4 % almidón de olluco - 40 % mucílago de sábila). Mientras que para el índice de madurez, resaltó como mejor concentración C<sub>3</sub> conformada por (5 % almidón de olluco - 20 % mucílago de sábila), logrando retardar el IM en los frutos de pushgay durante su almacenamiento, finalmente en parámetros de color, el tratamiento más destacado en el atributo L\* fue C<sub>11</sub> (5 % almidón de olluco - 80 % mucílago de sábila), donde en el día 15 presentó una leve reducción en comparación a otras concentraciones, en los atributos a\* y b \* fue C<sub>10</sub> (3 % almidón de olluco - 80 % mucílago de sábila), donde de igual manera presentaron leves reducciones que otras concentraciones con recubrimiento.

## 5.2. Recomendaciones

Se recomienda trabajar con la concentración de 5 % de almidón de olluco y 20 % de mucílago de sábila ya que se logró evidenciar la conservación de sus características fisicoquímicas del pushgay, lo cual también sería de gran interés considerar ésta concentración para ser aplicada en otros frutos con características similares al pushgay.

Se recomienda la elaboración de recubrimientos comestibles con altas cantidades de almidón, puesto que este tiene un alto potencial, lo que significa que es una buena alternativa para la conservación de los frutos.

Se recomienda realizar diferentes investigaciones de extracción de almidón de las diversas especies vegetales para posteriormente ser utilizados en la elaboración de recubrimientos comestibles, así como también el uso del Aloe vera ya que es muy rica en mucílagos presentando propiedades de barrera lo cual la hace importante para la industria alimentaria.

Se recomienda realizar investigaciones sobre la extracción de los antioxidantes presentes en el fruto de pushgay para la determinación de antocianinas, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, entre otros.

Se recomienda almacenar los tratamientos recubiertos a diferentes temperaturas con el fin de observar su comportamiento sobre características fisicoquímicas, pérdida de peso, índice de madurez y parámetros de color.

## CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achipiz, S. M., Castillo, A. E., Mosquera, S. A., Hoyos, J. L., & Navia, D. P. (2013). Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración de la guayaba (*Psidium guajava*). *Bio.Agro* vol.11. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612013000300011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000300011)
- Acosta España, J. A. (2023). *Evaluación del medio de cultivo para el establecimiento in vitro de células madre y suspensiones celulares de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth.) a partir de frutos inmaduros*. Sangolquí - Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Aguilar Mena, Z., Hidalgo, P., & Ulloa Ulloa, C. (2009). *Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador. Proyecto de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Alpacas en los Páramos de Zuleta, PPA-EcoCiencia*. Quito - Ecuador. Obtenido de [https://www.missouribotanicalgarden.org/Portals/0/staff/PDFs/ulloa/Imbabura\\_Zuleta.pdf](https://www.missouribotanicalgarden.org/Portals/0/staff/PDFs/ulloa/Imbabura_Zuleta.pdf)
- Ahmad, B. (2024). Aloe veragel and Starch Coatings on Organoleptic and Shelf Life of Strawberry Fruits (*Fragaria x ananassa*Duch.). *Journal of Natural Science Review*, 2, 465-475. doi:<https://kujnsr.com/JNSR/article/view/145/173>
- Alvarado, D. (2022). Recubrimiento comestible a base de sábila (*Aloe vera*) y goma arábiga para incrementar la vida útil de las frambuesas (*Rubus idaeus*). *Trabajo de titulación*. Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVARADO%20ATARIGUANA%20DASY%20VANESSA.pdf>
- Amaiz, S., Colivet, J., & Cañizares, A. (2018). Efecto del recubrimiento comestible a base de almidón de yuca sobre los parámetros químicos y sensoriales de cascos de guayaba. *Revista Cumbres*, 5(1), 137-154.
- Ancco, S. (2022). Efecto de recubrimientos comestibles a base de mucílago extraído de penca de tuna con quitosano en la conservación de arándanos (*Vaccinium corymbosum*). *Tesis*. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay, Perú. Obtenido de [https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1177/T\\_811.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1177/T_811.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Andrade Ch, J., Acosta A, D., Bucheli J, M., & Luna C, G. C. (2013). Elaboración y evaluación de un recubrimiento comestible para la conservación postcosecha del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav. Sendt). *CIENCIAS AGRÍCOLAS*, 30(2): 60 - 72. Obtenido de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1675/2071>
- Apaza Morocco, B. D. (2018). *Extracción y caracterización del almidón de oca (Oxalis tuberosa) de la variedad K'ellu kamusa*. Juliaca - Perú: Universidad Peruana Unión. Obtenido de [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1640/Bety\\_Apaza\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1640/Bety_Apaza_Tesis_Licenciatura_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arosena Chao, M. A., & Chavez Cerna, R. H. (2018). *Evaluación del extracto del fruto de mullak'a (Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl.) sobre las características de calidad de la carne molida de alpaca (Vicugna pacos) en refrigeración*. Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/9393>
- Atencia Jara, S. E. (2015). *Aplicación de Aloe vera como recubrimiento comestible en arándano (Vaccinium corymbosum L.)*. Huaraz - Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1695>
- Bardales Jorge, A. F., D' Agostino, A., & Lizarmen Ruiz, G. (2019). *Plan de negocio sobre el desarrollo y comercialización de un snack a base de Olluco "Ullucus tuberosus" deshidratado, con proyección a revalorizar el cultivo de Olluco "Ullucus tuberosus" en el Perú*. . Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648689/BardalesJ\\_A.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648689/BardalesJ_A.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Bellido-Valencia, O., Huanca-Zúñiga, P. K., & Medina-Marroquín, L. A. (2017). Determination of the morphology of the starch granules and the optimum internal cooking temperature of four andean crops: oca(*Oxalis tuberosa* Molina), olluco(*Ullucus tuberosus* Loz), izaño(*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) and arracacha (*Arracacha xantho*. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 21(2): 33-42. doi:10.1515/aucft-2017-0013

- Brako, L., & Zarucchi, J. L. (1993). *Catalogue of the Flowering Plant and Gymnosperms of Peru*. USA: Editorial Assistant DianaGUnter. 45 v. Obtenido de <https://www.biodiversitylibrary.org/page/62031145>
- Buelvas Caro, S. D., Polo Corrales, L., & Hernández Ramos, E. J. (2023). Análisis de perfil de textura, parámetros colorimétricos y microbiológicos en piña mínimamente procesada con recubrimientos comestibles. *Ingeniería*, 28(1). doi:<https://doi.org/10.14483/23448393.18337>
- Cano Salinas, A. J., & Corales Chauca, F. E. (2014). *Efecto de recubrimientos comestibles a base de gel de mucílago de penca sábila (Aloe Barbadensis miller) en la vida útil de la fresa (Fragaria ananassa)*. Nuevo Chimbote - Perú: Universidad Nacional del Santa. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/1956>
- Cano, A., & Corales, F. (2014). Efecto de recubrimientos comestibles a base de gel de mucílago de penca de sábila (Aloe Barbadensis miller) en la vida útil de la fresa (Fragaria ananassa). *Tesis para optar el título profesional*. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote. Obtenido de <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/1956/27279.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Casaubon-Garcín, P., Lamshing-Salinas, P., Isoard-Acosta, F., Casaubon Lemen-Meyer, S., Delgado-Franco, D., & Pérez-Lizaur, A. B. (2018). pH de los alimentos: ¿una herramienta para el manejo de los pacientes con reflujo gastroesofágico? *Mexicana de pediatría*, 85(3), 89-94. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2018/sp183c.pdf>
- Cavasin, L., & Fontanini, J. (2017). *Estudio de Prefactibilidad de Elaboración de Yogur con Extracto de Aloe Vera*. Argentina. Obtenido de <https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/547/1/Cavasin.pdf>
- Chuquilín Goicochea, R. C., Martínez Laurente, M. C., & Rodrigo Chumbes, J. T. (2020). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (Oxalis tuberosa Molina) y olluco (Ullucus tuberosus Caldas): Una revisión. *Puriq*, 2(3), 247–263. doi:<https://doi.org/10.37073/puriq.2.3.100>
- CIE. (2004). *CIE 15*. Technical report: Colorimetry. 3raedition. Obtenido de <http://cie.co.at/publications/colorimetry-3rd-edition>
- Cieza, S. (2020). Efecto de un recubrimiento comestible a base de goma detara (caesalpinia spinosa) y gel de sábila (aloe barbadensis miller), sobre las características fisicoquímicos

- y microbiológicas en cubos de mango (*mangifera indica* l) CV. Kent Almacenados enrefrigerió. *Tesis para optar el título profesional*. Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52629/Cieza\\_HS-SD.pdf?sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52629/Cieza_HS-SD.pdf?sequence=1)
- Coba Santamaría, P., Coronel, D., Verdugo, K., Paredes, M. F., Yugsi, E., & Huachi, L. (2012). Estudio Etnobotánico del mortiño (*Vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional. *La Granja*, 16(2), 5 -13. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047400002>
- Cruz, G., Ribotta, P. D., Ferrero, C., & Iturriaga, L. B. (2016). Physicochemical and rheological characterization of andean tuber starches: Potato (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigenum*), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas). *Starch – Stärke*, 68(11-12). doi:10.1002/estrella.201600103
- Dagne, E., Bisrat, D., Viljoen, A., & Van Wyk, B. E. (2000). Chemistry of aloe species. *Current Organic Chemistry*, 4(10):1055 -1078. doi:10.2174/1385272003375932
- Domínguez Fernández, R. N., Arzate Vásquez, I., Chanona Pérez, J. J., Welti Chanes, J. S., Alvarado Gonzáles, J. S., Calderón Domínguez, G., . . . Gutiérrez López, G. F. (2012). El gel de Aloe vera: Estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Mexicana de Ingeniería Química*, Vol. 11, N°.23-43. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v11n1/v11n1a3.pdf>
- Dussan, S., Torres, C., & Reyes, P. (2014). Efecto del recubrimiento comestible sobre los atributos físico-químicos de mango `Tommy Atkins´ mínimamente procesado y refrigerado. *Acta Agronómica*, 63(3), 1-18. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169931322004>
- El-Baz, A., Toliba, A., & El-Shorbagy, G. (2021). EFFECT OF EDIBLE COATING ON THE SHELF-LIFE AND QUALITY OF KEITT MANGO PULP FRUITS DURING COLD STORAGE. *Zagazig J. Agric. Res*, 48(6), 1389-1399. doi:[https://zjar.journals.ekb.eg/article\\_224601\\_2a564efd6e74ff8f91382c5764f20401.pdf](https://zjar.journals.ekb.eg/article_224601_2a564efd6e74ff8f91382c5764f20401.pdf)
- Esteban, J., Villa, J., Cruz, M., & Rodriguez, C. (2011). Effect of Edible Coatings, Storage Time and Maturity Stage on Overall Quality of Tomato Fruits. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6(1), 162-171.

- doi:[https://www.researchgate.net/publication/232307686\\_Effect\\_of\\_Edible\\_Coatings\\_Storage\\_Time\\_and\\_Maturity\\_Stage\\_on\\_Overall\\_Quality\\_of\\_Tomato\\_Fruits](https://www.researchgate.net/publication/232307686_Effect_of_Edible_Coatings_Storage_Time_and_Maturity_Stage_on_Overall_Quality_of_Tomato_Fruits)
- Estupiñan Iglesias, C. A. (2012). *Estudio comparativo del contenido de ácido ascórbico del mucílago de Aloe vera (Aloe barbadensis Miller), entre diferentes cultivos del departamento de Risaralda, Colombia. Por cromatografía Líquida de alta eficiencia (CLAE)*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira. Obtenido de [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/21801/64467\\_64990.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/21801/64467_64990.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- FAO. (2014). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3942s/i3942s.pdf>
- Fernandez Sevilla, J. M. (2005). *Estructura y función de hidratos de carbono: azúcares, almidón, glucógeno, celulosa*. Obtenido de <https://ferrusca.files.wordpress.com/2013/04/tema5-hidratoscarbono.pdf>
- Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereyra, A., & Falcón Rodríguez, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol.24 no.3. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542015000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008)
- Gallardo de la Puente, C. (2015). *Mortiño. La perla de los andes*. Quito - Ecuador. Obtenido de [https://archive.org/details/mortino-perla-andes\\_20170621/page/n3/mode/2up](https://archive.org/details/mortino-perla-andes_20170621/page/n3/mode/2up)
- García Figueroa, A., Ayala Aponte, A., & Sánchez Tamayo, M. I. (2019). Efecto de recubrimientos comestibles de Aloe vera y alginato de sodio sobre la calidad poscosecha de fresa. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2). doi:<https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1320>
- Garivia Montoya, C., Ochoa Ospina, C., Sánchez Mesa, N., Medina Cano, C., Lobo Arias, M., Galeano García, P., . . . Rojano, B. (2009). Antioxidant activity and inhibition of lipid peroxidation of mortiño fruits extracts (*Vaccinium meridionale* SW). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8 (6), 519 - 528p. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/287628738\\_Antioxidant\\_activity\\_and\\_inhibition\\_of\\_lipid\\_peroxidation\\_of\\_mortino\\_fruits\\_extract\\_Vaccinium\\_meridionale\\_SW](https://www.researchgate.net/publication/287628738_Antioxidant_activity_and_inhibition_of_lipid_peroxidation_of_mortino_fruits_extract_Vaccinium_meridionale_SW)
- Ghidelli, C. (2012). EFECTO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES Y ENVASADO EN ATMOSFERAS MODIFICADAS EN EL CONTROL DEL PARDEAMIENTO EN

- CAQUI 'ROJO BRILLANTE'. *Tesis de Master*. Universidad Politecnica de Valencia, Valencia. Obtenido de [https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14465/TesinaMaster\\_ChristianGhidelli.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14465/TesinaMaster_ChristianGhidelli.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- González, 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. *Inf. tecnol.*, 32(3). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000300069>
- González, C., Pulido, V., Pantoja, D., & Portilla, F. (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), 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000300069>
- Guerrero Castillo, C. A. (2016). *Estudio de estabilidad de refresco de mortiño (Vaccinium floribundum) [Tesis de pregrado]*. Quito - Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial. Obtenido de [https://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/14342/66005\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/14342/66005_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Guevara Cruzado, M. E. (2017). *Efecto del estado de madurez, temperatura y tiempo de almacenamiento en la calidad fisicoquímica del fruto de pushgay (Vaccinium floribundum H.B.K.)*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1692>
- ICONTEC, I. C. (1999). *Norma Técnica Colombiana NTC (4580) – Frutas frescas. Uchuva. Especificaciones*. Bogota: ICONTEC, 15 p. Obtenido de <https://kontii.files.wordpress.com/2012/10/ntc-4580.pdf>
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). (2003). Guía práctica de análisis fisico-químico de frutas y hortalizas. *INIA LAS BRUJAS*, 7-8. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/348/1/18429250309130222.pdf>
- Jimenes Trujillo, A. M. (2017). *Recubrimiento comestible a base de Aloe vera (Aloe barbadensis miller) para papaya (Carica papaya) y guayaba (Psidium guajava) como alimento de IV gama [Trabajo de grado]*. Ibarra - Ecuador: Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6455>



- López Chipantazi, J. M. (2012). *Aplicación de recubrimientos comestibles en carambola (Averrhoa carambola L.)*. Quito - Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial. Obtenido de [https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5018/1/51574\\_1.pdf](https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5018/1/51574_1.pdf)
- Luteyn, J. L. (2002). Diversity, adaptation, and endemism in neotropical Ericaceae: biogeographical patterns in the Vaccinieae. *The Botanical Review*, 68, 55–87 p. doi:[https://doi.org/10.1663/0006-8101\(2002\)068\[0055:DAAEIN\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0006-8101(2002)068[0055:DAAEIN]2.0.CO;2)
- Molocho Flores, L. V., & Orbegoso Moreno, L. C. (2017). *Evaluación del efecto de un recubrimiento a base de sábila (Aloe vera) y aceite esencial de canela (Cinnamomum verum) en el tiempo de vida útil del tomate (Lycopersicum esculentum Mill) roma*. Lambayeque - Perú. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/3943>
- Molocho, L., & Orbegoso, L. (2017). Evaluación del efecto de un recubrimiento a base de sábila (Aloe vera) aceite esencial de canela (Cinnamomum verum) en el tiempo de vida útil del tomate (Lycopersicum esculentum Mill) roma. *Tesis para optar el título profesional*. Universidad Señor de Sipán, Pimentel. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/3943/Informe%20de%20Tesis%20-%20Molocho%20L.%20y%20Orbegoso%20L..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mora Palma, R. M., Feregrino Pérez, A. A., & Contretas Padilla, M. (2021). Recubrimientos comestibles para extender la vida de anaquel de productos hortofrutícolas. *Centro Académico de Innovación y Desarrollo de Productos. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro*. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/644/856>
- Morales Reyes, M. A. (2011). *Generalidades y aplicación de películas y recubrimientos comestibles en la cadena hortofrutícola*. Buenavista, Saltillo Coahuila - México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/474/61786s.pdf?sequence=1>
- Noboa Silva, V. F. (2010). *Efecto de seis tipos de sustratos y tres dosis de ácido naftalenacético en la propagación vegetativa de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth) [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo 105 p.]*. Riobamba - Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/713/1/33T0067.pdf>

- Novillo Cruz, E. C. (2022). *Evaluación del efecto del aloe vera a diferentes concentraciones en arándano (Vaccinium corymbosum) conservados a dos temperaturas*. Sangolquí - Ecuador: Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/35904/1/IASA%20I-TT-0035.pdf>
- Oñate Zúñiga, L. E. (2018). *Desarrollo de un recubrimiento comestible para fresa (Fragaria x ananassa Duchesne) en base a almidón de papa china (Colocasia esculenta Schott) de la variedad blanca*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28391>
- Pacheco, M. T., Moreno, F. J., Moreno, R., Villamiel, M., & Hernandez-Hernandez, O. (2019). Morphological, technological and nutritional properties of flours and starches from mashua (*Tropaeolum tuberosum*) and melloco (*Ullucus tuberosus*) cultivated in Ecuador. *Food Chemistry*, 301:1-8. doi:10.1016/j.foodchem.2019.125268
- Paredes, A., Caiza, J., & Arboleda, L. (2024). El almidón, su uso y efecto como recubrimiento comestible en la conservación de frutas . *Revista multidisciplinar*, 8(2), 144 – 160. doi:<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v8i2.3001>
- Parker, R., & Ring, S. G. (2001). Aspectos de la química física del almidón. *Revista de ciencia de los cereales*, Volumen 34 , N°1 (1-17). doi:<https://doi.org/10.1006/jcrs.2000.0402>
- Pérez Flores, S. J., & Valdivieso Noguera, C. D. (2007). *Colección y caracterización morfológica in situ del mortiño (Vaccinium floribundum Kunt) en la sierra norte del Ecuador. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agropecuario, Escuela Politécnica del Ejército]*. Sangolquí. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/2585/T-ESPE-IASA%20I-003248.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rashad, M., & El-Deen, 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*, 11(e1574), 1-6. doi:<http://dx.doi.org/10.15414/jmbfs.1574>
- Renteria Sernaque, F. (2019). *Elaboración y caracterización de cerveza ale artesanal a base de maracuyá y almidón de olluco* . Piura - Perú: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2416/IAIA-REN-SER-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rodríguez Rodríguez, N. (2017). *Efecto del quitosano como revestimiento comestible en yacón (Smallanthus sonchifollus) minimamente procesado para aumentar su vida útil*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1720>
- Roldán Rodríguez, S. F. (2012). *Caracterización molecular, funcional y estudio del comportamiento post cosecha del mortiño (Vaccinium floribundum Kunth) de la comunidad de Quinticusig del Cantón de Sigchos de la provincia de Cotopaxi [Tesis de pregrado]*. Quito - Ecuador: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5738/1/CD-4672.pdf>
- Ruíz Hernández, F. (2009). *Aplicación de películas comestibles a base de quitosano y mucílago de nopal en fresa (Fragaria ananassa) almacenada en refrigeración*. México. Obtenido de <http://repositorio.udlap.mx/xmlui/handle/123456789/8347>
- Sanjinéz Asturizaga, A., Ollgaard, B., & Balslev, H. (2006). Frutos comestibles. Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés. *Department of Biological Sciences, University of Aarhus, Building , 329 - 246*. Obtenido de <https://docplayer.es/20748056-Frutos-comestibles-adriana-sanjines-asturizaga-1-2-benjamin-ollgaard-2-henrik-balslev-2.html>
- Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Sodhi, N. S., & Gill, B. S. (2003). Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chemistry*, 81: 219 - 231. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814602004168>
- Tapia, M. E., & Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO y ANPE. Lima - Perú. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ai185s/ai185s.pdf>
- Thompson, A. K. (2003). *Tratamientos poscosecha. En: Frutas y verduras*. Ames, Iowa.
- Torres, F. G., Troncoso, O. P., & Díaz, D. A. (2011). Morphological and thermal characterization of native starches from Andean crops. *Starch-starke*, 63(6):381-389. doi:<https://doi.org/10.1002/star.201000155>
- Trujillo N, Y., Pérez G, J., & Durán O, D. (2012). Empleo de recubrimientos comestibles con base en almidón de papa y yuca en la conservación del mango cv. Zapote. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 10(1). Obtenido de <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/alimen/article/view/1555/1659>
- Valcárcel-Yamani, B., Rondán-Sanabria, G. G., & Finardi-Filho, F. (2013). The physical, chemical and functional characterization of starches from Andean tubers: oca (Oxalis

- tuberosa Molina), olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas) and mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 49(3) . doi:<https://doi.org/10.1590/S1984-82502013000300007>
- Vasco, C., Riihinen, K., Ruales, J., & Afaf Kamal, E. (2009). Chemical composition and phenolic compound profile of mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). *J. Agric. Food Chem*, 57(18). doi:10.1021/jf9013586
- Vásquez Briones, M. D., & Guerrero Beltran, J. Á. (2013). Recubrimientos de frutas con biopelículas. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(2), 5 -14. Obtenido de [https://www.academia.edu/34339497/Recubrimientos\\_de\\_frutas\\_con\\_biopel%C3%A9culas](https://www.academia.edu/34339497/Recubrimientos_de_frutas_con_biopel%C3%A9culas)
- Velásquez Barreto, F. F. (2019). *Obtención y aplicación de almidones modificados por esterificación (osa) a partir de almidones nativos provenientes de tubérculos andinos*. Lima - Perú. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4250/velasquez-barreto-frank-fluker.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zambrano, J., Valera, A., Maffei, M., Materano, W., Quintero, I., & Graterol, K. (2017). EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE FORMULADO CON MUCÍLAGO DEL CACTUS (*Opuntia elatior* Mill.) SOBRE LA CALIDAD DE FRUTOS DE PIÑA. *Bioagro*, 29(2), 129-136. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85751092007>

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

**Anexo 1.** Análisis de varianza (ANOVA) por porcentaje de almidón - tiempo y porcentaje de sábila para los °Brix, pH, acidez, índice de madurez, pérdida de peso, L\* a\* b\*, de frutos de pushgay recubierto con diferentes concentraciones.

°Brix					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Almidón de olluco 3% - sábila 20%	5	24.300	4.8600	8.50	0.011
Error	6	3.429	0.5715		
<b>Total</b>	11	27.729			

pH					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Almidón de olluco 3% - sábila 20%	5	0.031967	0.006393	5.18	0.035
Error	6	0.007400	0.001233		
<b>Total</b>	11	0.039367			

Acidez					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Almidón de olluco 3% - sábila 20%	5	0.002975	0.000595	14.28	0.003
Error	6	0.000250	0.000042		
<b>Total</b>	11	0.003225			

Índice de madurez					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Almidón de olluco 3% - sábila 20%	5	176578	35315.6	45.39	0.000
Error	6	4669	778.1		
<b>Total</b>	11	181247			

<b>Pérdida de peso</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Almidón de olluco</b> <b>3% - sábila 20%</b>	5	621.07	124.214	61.40	0.000
<b>Error</b>	6	12.14	2.023		
<b>Total</b>	11	633.21			

<b>Variable L*</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Almidón de olluco</b> <b>3% - sábila 20%</b>	5	88.39	17.678	2.49	0.149
<b>Error</b>	6	42.56	7.093		
<b>Total</b>	11	130.95			

<b>Variable a*</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Almidón de olluco</b> <b>3% - sábila 20%</b>	5	0.5439	0.1088	0.68	0.657
<b>Error</b>	6	0.9643	0.1607		
<b>Total</b>	11	1.5082			

<b>Variable b*</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Almidón de olluco</b> <b>3% - sábila 20%</b>	5	1.463	0.2925	1.24	0.395
<b>Error</b>	6	1.416	0.2360		
<b>Total</b>	11	2.878			

**Anexo 2.** Análisis de varianza (ANOVA) por tiempo de almacenamiento - porcentaje de sábila y almidón para los °Brix, pH, acidez, índice de madurez, pérdida de peso, L\* a\* b\* de frutos de pushgay recubierto con diferentes concentraciones.

<b>°Brix</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>3 días - 4% almidón</b>	3	1.2602	0.42008	5.70	0.063
<b>Error</b>	4	0.2951	0.07376		
<b>Total</b>	7	1.5553			

<b>pH</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>3 días - 4% almidón</b>	3	0.022950	0.007650	5.28	0.071
<b>Error</b>	4	0.005800	0.001450		
<b>Total</b>	7	0.028750			

<b>Acidez</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>3 días - 4% almidón</b>	3	0.001750	0.000583	11.67	0.019
<b>Error</b>	4	0.000200	0.000050		
<b>Total</b>	7	0.001950			

<b>Índice de madurez</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>3 días - 4% almidón</b>	3	151482	50494	36.47	0.002
<b>Error</b>	4	5539	1385		
<b>Total</b>	7	157020			

<b>Variable L*</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>3 días - 4% almidón</b>	3	50.73	16.909	5.93	0.059
<b>Error</b>	4	11.41	2.852		
<b>Total</b>	7	62.13			

<b>Variable a*</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>3 días - 4% almidón</b>	3	0.8464	0.2821	0.78	0.565
<b>Error</b>	4	1.4521	0.3630		
<b>Total</b>	7	2.2986			

<b>Variable b*</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>3 días - 4% almidón</b>	3	0.4765	0.1588	0.63	0.633
<b>Error</b>	4	1.0083	0.2521		
<b>Total</b>	7	1.4848			

**Anexo 3.** Análisis de varianza (ANOVA) de almidón a diferentes porcentajes de sábila y tiempo para los °Brix, pH, acidez, índice de madurez, pérdida de peso, L\* a\* b\* de frutos de pushgay recubierto con diferentes concentraciones.

<b>°Brix</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Sábila 40% , tiempo 3</b>	2	2.5617	1.2808	4.58	0.123
<b>Error</b>	3	0.8398	0.2799		
<b>Total</b>	5	3.4015			

<b>pH</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Sábila 40% , tiempo 3</b>	2	0.011433	0.005717	2.42	0.237
<b>Error</b>	3	0.007100	0.002367		
<b>Total</b>	5	0.018533			



<b>Acidez</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Sábila 40% , tiempo 3</b>	2	0.000533	0.000267	2.00	0.281
<b>Error</b>	3	0.000400	0.000133		
<b>Total</b>	5	0.000933			

<b>Índice de madurez</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Sábila 40%, tiempo 3</b>	2	19609	9805	2.00	0.281
<b>Error</b>	3	14712	4904		
<b>Total</b>	5	34322			

<b>Variable L*</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Sábila 40% , tiempo 3</b>	2	4.973	2.486	1.02	0.458
<b>Error</b>	3	7.280	2.427		
<b>Total</b>	5	12.253			

<b>Variable a*</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Sábila 40% , tiempo 3</b>	2	0.7789	0.3894	0.47	0.666
<b>Error</b>	3	2.4984	0.8328		
<b>Total</b>	5	3.2773			

<b>Variable b*</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Sábila 40% , tiempo 3</b>	2	1.4786	0.7393	2.98	0.194
<b>Error</b>	3	0.7449	0.2483		
<b>Total</b>	5	2.2235			

**Anexo 3.** Datos para análisis ( $^{\circ}$ Brix, pH, acidez, índice de madurez, % pérdida de peso, L\* a\* b\*) en los días (0, 3, 6, 9, 12, 15).

• *Datos del día 0*

DÍA	C. AO	C. MS	Brix	pH	Ac.	I.M	PP	L*	a*	b*
DÍA 0	3	20	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	3	40	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	3	60	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	3	80	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	3	20	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	3	40	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	3	60	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	3	80	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	4	20	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	4	40	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	4	60	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	4	80	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	4	20	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	4	40	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	4	60	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	4	80	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	5	20	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	5	40	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	5	60	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	5	80	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	5	20	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	5	40	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	5	60	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21
DÍA 0	5	80	14.33	2.87	0.19	74.65	0.00	17.70	0.21	-1.21

- *Datos del día 3*

<b>DÍA</b>	<b>C. AO</b>	<b>C. MS</b>	<b>Brix</b>	<b>pH</b>	<b>Ac.</b>	<b>LM</b>	<b>PP</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
DÍA 3	3	20	12.17	2.95	0.15	81.47	0.00	8.76	0.34	-1.18
DÍA 3	3	40	12.13	2.92	0.17	72.92	0.00	14.71	0.12	-2.78
DÍA 3	3	60	13.30	3.02	0.20	67.76	0.00	19.53	0.19	-1.66
DÍA 3	3	80	14.03	3.02	0.19	74.75	0.00	16.38	0.31	-1.68
DÍA 3	3	20	12.27	2.94	0.15	82.14	0.00	11.94	0.45	-1.22
DÍA 3	3	40	13.37	2.97	0.16	84.67	0.00	18.39	0.27	-2.07
DÍA 3	3	60	12.77	2.85	0.19	66.49	0.00	15.58	0.42	-2.02
DÍA 3	3	80	13.03	2.91	0.17	74.50	0.00	18.00	0.50	-1.24
DÍA 3	4	20	11.77	2.97	0.15	78.79	0.00	11.13	0.46	-1.35
DÍA 3	4	40	12.97	3.08	0.18	70.68	0.00	18.84	0.26	-1.76
DÍA 3	4	60	12.47	2.97	0.17	74.92	0.00	14.71	0.34	-1.98
DÍA 3	4	80	12.30	2.91	0.19	64.06	0.00	19.36	0.51	-1.45
DÍA 3	4	20	12.17	2.94	0.15	81.47	0.00	12.26	1.63	-2.31
DÍA 3	4	40	12.83	2.99	0.17	77.12	0.00	17.86	1.46	-0.87
DÍA 3	4	60	12.83	2.98	0.17	75.20	0.00	15.89	0.20	-1.96
DÍA 3	4	80	11.77	2.86	0.19	61.28	0.00	14.98	0.24	-2.01
DÍA 3	5	20	14.13	3.02	0.17	84.94	0.00	20.31	0.71	-1.87
DÍA 3	5	40	14.03	3.01	0.17	82.23	0.00	18.47	1.97	-1.22
DÍA 3	5	60	14.20	2.95	0.17	83.20	0.00	17.65	0.09	-1.69
DÍA 3	5	80	15.20	2.96	0.19	79.17	0.00	17.05	0.40	-1.48
DÍA 3	5	20	12.13	2.88	0.17	72.92	0.00	14.64	0.66	-1.52
DÍA 3	5	40	14.38	3.07	0.19	74.90	0.00	18.71	0.09	-1.66
DÍA 3	5	60	13.03	2.94	0.19	67.88	0.00	19.48	0.46	-1.61
DÍA 3	5	80	13.03	3.00	0.18	71.04	0.00	16.64	0.07	-1.90

- *Datos del día 6*

DÍA	C. AO	C. MS	°Brix	pH	Ac.	LM	P.P	L*	a*	b*
DÍA 6	3	20	14.93	2.96	0.19	77.78	0.00	13.68	0.28	-1.35
DÍA 6	3	40	14.13	3.06	0.20	72.01	0.00	16.82	0.47	-1.83
DÍA 6	3	60	15.57	2.90	0.21	74.46	2.17	15.94	0.20	-3.79
DÍA 6	3	80	14.27	2.95	0.19	75.99	0.00	16.83	0.38	-1.45
DÍA 6	3	20	13.93	3.05	0.20	68.03	1.67	9.31	1.22	-0.48
DÍA 6	3	40	13.20	2.90	0.19	70.31	0.00	18.44	0.36	-1.03
DÍA 6	3	60	15.18	3.02	0.17	86.78	0.00	11.15	0.85	-3.19
DÍA 6	3	80	13.80	2.97	0.18	77.01	3.51	14.33	1.88	-2.10
DÍA 6	4	20	14.57	2.91	0.22	66.94	0.00	17.91	2.63	-1.28
DÍA 6	4	40	14.97	2.90	0.17	87.70	0.00	15.91	0.47	-0.99
DÍA 6	4	60	17.10	3.01	0.18	95.42	2.38	13.73	0.68	-2.31
DÍA 6	4	80	14.87	3.02	0.19	79.19	1.82	15.36	0.79	-1.38
DÍA 6	4	20	14.43	2.91	0.21	67.66	1.82	10.85	0.60	-1.26
DÍA 6	4	40	13.43	3.06	0.17	80.73	0.00	18.83	0.08	-2.00
DÍA 6	4	60	15.73	2.96	0.17	89.94	2.38	12.64	0.76	-2.27
DÍA 6	4	80	12.80	3.00	0.18	69.77	1.72	20.11	0.32	-1.26
DÍA 6	5	20	12.93	3.03	0.19	67.36	1.85	18.87	0.83	-1.17
DÍA 6	5	40	14.91	3.03	0.17	85.25	1.75	13.06	0.95	-1.76
DÍA 6	5	60	16.93	2.86	0.19	90.20	2.08	12.81	1.03	-2.79
DÍA 6	5	80	16.40	3.04	0.18	89.39	0.00	15.38	0.27	-2.12
DÍA 6	5	20	13.00	3.04	0.18	70.86	0.00	14.19	0.16	-0.83
DÍA 6	5	40	13.80	2.88	0.19	73.51	1.89	20.38	1.37	-0.66
DÍA 6	5	60	13.53	2.89	0.20	67.49	2.13	11.49	0.84	-1.15
DÍA 6	5	80	13.80	3.01	0.18	75.22	0.00	13.59	0.57	-1.09

- *Datos del día 9*

<b>DÍA</b>	<b>C. AO</b>	<b>C. MS</b>	<b>Brix</b>	<b>pH</b>	<b>Ac.</b>	<b>LM</b>	<b>PP</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
DÍA 9	3	20	16.97	2.88	0.18	94.68	1.72	14.58	0.77	-0.78
DIA 9	3	40	15.20	2.88	0.18	82.85	1.89	16.19	0.51	-0.92
DÍA 9	3	60	16.73	2.97	0.17	95.66	4.35	10.92	0.57	-1.96
DÍA 9	3	80	16.97	2.85	0.17	96.99	1.79	15.07	0.20	-1.37
DÍA 9	3	20	14.60	2.96	0.18	81.47	3.33	16.49	0.17	-1.75
DÍA 9	3	40	14.97	2.93	0.19	77.95	1.92	16.46	0.19	-1.25
DÍA 9	3	60	15.50	2.87	0.18	86.50	2.22	11.25	0.20	-1.86
DÍA 9	3	80	15.60	2.86	0.06	243.75	5.26	17.54	0.27	-1.13
DÍA 9	4	20	13.40	2.86	0.18	73.04	1.89	19.66	0.35	-1.56
DÍA 9	4	40	15.43	2.86	0.19	80.38	1.79	15.06	0.62	-1.63
DÍA 9	4	60	18.07	2.98	0.19	96.24	2.38	16.11	2.32	-0.85
DÍA 9	4	80	15.87	2.88	0.19	84.52	3.64	14.63	1.42	-0.14
DÍA 9	4	20	13.77	2.86	0.17	82.73	3.64	16.75	0.25	-1.50
DÍA 9	4	40	13.20	2.86	0.19	70.31	1.92	18.52	0.20	-1.28
DÍA 9	4	60	17.93	2.81	0.19	93.40	4.76	15.15	0.45	-1.40
DÍA 9	4	80	16.60	2.81	0.19	86.46	3.45	20.21	0.93	-1.09
DÍA 9	5	20	14.83	2.83	0.18	80.85	3.70	22.54	1.13	-0.13
DÍA 9	5	40	14.33	2.80	0.18	78.12	1.75	12.88	0.46	-1.22
DÍA 9	5	60	15.83	2.77	0.19	84.34	4.17	16.35	1.21	-1.05
DÍA 9	5	80	17.37	2.88	0.19	90.45	2.00	13.64	0.42	-1.74
DÍA 9	5	20	13.50	2.83	0.17	79.10	1.75	16.64	0.79	-0.26
DÍA 9	5	40	14.63	2.91	0.19	77.95	1.89	11.39	1.48	-0.44
DÍA 9	5	60	16.37	2.78	0.18	89.21	4.26	17.14	0.78	-1.07
DÍA 9	5	80	17.70	2.87	0.19	94.28	2.04	16.36	1.29	-2.27

- *Datos del día 12*

<b>DÍA</b>	<b>C. AO</b>	<b>C. MS</b>	<b>Brix</b>	<b>pH</b>	<b>Ac.</b>	<b>LM</b>	<b>PP</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
DÍA 12	3	20	16.60	3.03	0.19	88.42	5.17	12.06	0.38	-1.40
DÍA 12	3	40	16.00	2.94	0.19	85.23	5.66	21.68	0.11	-0.96
DÍA 12	3	60	16.43	2.89	0.19	85.59	13.04	18.88	0.57	-0.69
DÍA 12	3	80	16.37	2.88	0.19	85.24	8.93	15.48	0.31	-1.56
DÍA 12	3	20	17.07	3.02	0.19	90.91	6.67	19.04	0.51	-1.01
DÍA 12	3	40	17.03	2.96	0.18	92.84	5.77	21.49	0.29	-0.66
DÍA 12	3	60	17.40	2.91	0.20	86.77	11.11	16.61	3.53	-0.49
DÍA 12	3	80	15.77	2.83	0.19	82.12	12.28	20.87	0.30	-2.85
DÍA 12	4	20	16.20	2.93	0.17	92.61	5.66	16.92	0.60	-0.80
DÍA 12	4	40	15.80	2.93	0.17	90.34	5.36	20.62	0.33	-1.18
DÍA 12	4	60	21.20	2.86	0.17	124.22	11.90	18.14	1.05	-0.17
DÍA 12	4	80	17.53	2.85	0.19	91.32	25.45	17.28	0.54	-1.11
DÍA 12	4	20	16.73	2.89	0.19	89.13	5.45	17.37	0.30	-1.09
DÍA 12	4	40	15.30	2.91	0.18	85.38	5.77	22.63	0.88	-0.73
DÍA 12	4	60	21.70	2.87	0.16	133.84	14.29	20.69	0.97	-0.82
DÍA 12	4	80	16.07	2.81	0.19	85.58	27.59	20.92	0.52	-0.23
DÍA 12	5	20	15.60	2.96	0.20	79.48	7.41	18.08	5.26	-0.17
DÍA 12	5	40	14.50	2.89	0.19	75.52	5.26	20.50	0.58	-1.12
DÍA 12	5	60	17.47	2.90	0.18	97.47	12.50	21.82	1.33	-0.40
DÍA 12	5	80	18.43	2.89	0.20	91.92	10.00	18.03	2.26	-0.35
DÍA 12	5	20	14.63	2.91	0.19	76.22	5.26	17.94	1.02	-1.01
DÍA 12	5	40	15.87	2.91	0.18	86.48	5.66	20.09	0.56	-0.88
DÍA 12	5	60	18.90	2.90	0.19	98.44	12.77	12.26	0.83	-0.78
DÍA 12	5	80	18.27	2.83	0.20	91.09	10.20	13.77	0.80	-0.79

- *Datos del día 15*

<b>DÍA</b>	<b>C. AO</b>	<b>C. MS</b>	<b>Brix</b>	<b>pH</b>	<b>Ac.</b>	<b>LM</b>	<b>PP</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
DÍA 15	3	20	14.93	2.95	0.17	85.37	22.41	15.92	1.24	-1.55
DÍA 15	3	40	15.67	2.91	0.19	83.45	18.87	19.99	0.40	-1.38
DÍA 15	3	60	18.40	2.83	0.19	95.83	21.74	19.40	0.24	-1.74
DÍA 15	3	80	15.37	2.92	0.19	80.03	17.86	23.51	0.12	-2.33
DÍA 15	3	20	15.03	2.94	0.19	80.08	18.33	17.80	0.43	-2.54
DÍA 15	3	40	15.30	2.90	0.18	85.38	15.38	21.04	0.43	-1.43
DÍA 15	3	60	16.90	2.90	0.19	90.02	20.00	22.46	0.29	-1.00
DÍA 15	3	80	15.13	2.84	0.19	78.82	24.56	22.35	0.19	-2.43
DÍA 15	4	20	15.17	2.92	0.19	80.79	15.09	21.48	1.15	-2.09
DÍA 15	4	40	14.90	2.89	0.18	83.15	16.07	21.48	0.39	-1.27
DÍA 15	4	60	17.73	2.88	0.19	92.36	21.43	22.16	0.19	-1.22
DÍA 15	4	80	16.60	2.92	0.18	90.48	29.09	21.77	0.10	-2.02
DÍA 15	4	20	14.23	2.93	0.17	81.36	18.18	20.62	0.70	-1.85
DÍA 15	4	40	15.23	2.85	0.18	83.03	15.38	16.28	1.31	-1.31
DÍA 15	4	60	17.27	2.87	0.19	89.93	21.43	20.39	0.73	-1.16
DÍA 15	4	80	15.00	2.87	0.19	79.90	27.59	23.17	0.67	-1.68
DÍA 15	5	20	15.13	2.87	0.18	82.49	14.81	21.73	0.76	-2.85
DÍA 15	5	40	15.13	2.89	0.17	86.51	15.79	21.89	0.33	-1.22
DÍA 15	5	60	16.83	2.83	0.19	89.67	22.92	21.41	0.23	-1.55
DÍA 15	5	80	16.43	2.84	0.19	85.59	22.00	24.93	0.62	-1.70
DÍA 15	5	20	14.47	2.87	0.19	77.06	14.04	19.99	1.50	-1.60
DÍA 15	5	40	15.53	2.86	0.19	82.74	16.98	18.92	0.21	-0.88
DÍA 15	5	60	17.10	2.87	0.19	89.06	23.40	21.56	0.72	-0.93
DÍA 15	5	80	16.13	2.87	0.19	85.94	22.45	21.36	0.16	-1.89