

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

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

**CALIDAD Y VIDA ÚTIL DE ARÁNDANO (*Vaccinium  
myrtillus*) CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE  
MUCÍLAGO DE CAFÉ (*Coffea arabica*)**

**Autora: Bach. Elita Mercedes Marín Reyna**

**Asesor: Ms. Ralph Stein Rivera Botonares**

**Coasesor: Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva**

**Registro: (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2022**

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



## ANEXO 3-H

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

#### 1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Marín Reyna Elita Mercedes  
DNI N°: 73027534  
Correo electrónico: 031011a111@untrm.edu.pe  
Facultad: Ingeniería y Ciencias Agrarias  
Escuela Profesional: Ingeniería Agroindustrial

#### Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
DNI N°: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Facultad: \_\_\_\_\_  
Escuela Profesional: \_\_\_\_\_

#### 2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

CAUDAL Y VIDA ÚTIL DE ARÁNDANO (Vaccinium myrtillus) CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE MUCÍLAGO DE CAFÉ (Coffea arabica)

#### 3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Rivera Betancour Ralva Stein  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 732732260  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-8670-9970>) (<https://orcid.org/0000-0002-1493-5509>)

#### Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: Augustina Silva Erick Aldo  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 32904998  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-0900-0900>) (<https://orcid.org/0000-0002-9226-9896>)

#### 4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

[https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/acta\\_ford.html](https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/acta_ford.html)

2.00.00 INGENIERÍA, TECNOLOGÍA, 2.11.00 OTRAS INGENIERÍAS/OTRAS TECNOLOGÍAS,  
2.11.01 ALIMENTOS Y BEBIDAS

#### 5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

#### 6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas 15 / Junio / 2023

  
Firma del autor 1

  
Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

  
Firma del Asesor 2

## **DEDICATORIA**

### **A Dios:**

Por su infinita misericordia y estar siempre a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

### **A mi madre:**

Aida Reyna, por su inconmensurable amor, por velar y estar siempre presente en todo momento, confiando en cada reto que la vida me presenta sin dudar en lo importante y la capacidad que tengo para lograr metas.

### **A mis Hermanos:**

Sayda Rocío, Luis Alberto, por hacer mis días más llevaderos y fáciles con su cariño y apoyo incondicional.

### **A mis Sobrinos:**

Karina, Eduardo, Antonny Manuel y Mayra Nicolle; por inyectarme de felicidad y ganas de seguir; por ser mi motor motivo.

### **A la memoria de:**

Ángel Jesús, Juanita de Dios por todo lo que en su paso por mi vida me enseñaron.

**Los amo con la vida.**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por la vida, salud, conocimientos para terminar mi carrera profesional y por ser mi guía infinita.

Al Proyecto CEINCAFÉ (Creación e Implementación del Centro de Investigación e Innovación Tecnológica en Café de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas), por el apoyo económico, para el desarrollo de éste proyecto de tesis.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, a través de sus docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por la formación académica necesaria para el desarrollo de mi formación académica.

A mis asesores, Ms. Ralph Stein Rivera Botonares y Ms. Erick Aldo Auquiñivin Silva por ser parte de este proyecto de investigación.

**Gracias infinitas.**

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana  
**Rector**

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres  
**Vicerrector Académico**

Dra. María Nelly Luján Espinoza  
**Vicerrectora de Investigación**

Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva  
**Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL


### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ( )/Profesional externo (X), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada COUIDAD Y VIDA ÚTIL DE ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*) CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE MUCÍLAGO DE CAFÉ (*Coffea arabica*); del egresado Elita Mercedes Marín Reyna de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 25 de Agosto de 2022

  
Firma y nombre completo del Asesor  
Ing. Ms. Ralph Stein Rivera Botonares



## VISTO BUENO DEL COASESOR DE TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (  )/Profesional externo (  ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada CALIDAD Y VIDA ÚTIL DE ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*) CON RECLUBRIMIENTO COMESTIBLE DE MUCÍLAGO DE CAFÉ (*Coffea arabica*); del egresado Elita Mercedes Marín Reyna de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 01 de Setiembre de 2022

Firma y nombre completo del Asesor  
Erick Aldo Aquivián Silva

## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



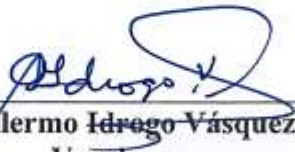
---

**Ing. Ms. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jeri**  
**Presidente**



---

**Ing. Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernández**  
**Secretario**



---

**Ing. Guillermo Idrogo Vázquez**  
**Vocal**



# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

CALIDAD Y VIDA ÚTIL DE ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*) con  
RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE MUILAGO DE CAFÉ (*Coffea arabica*)

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) Elita Mercedes Marín Reyna  
de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial  
con correo electrónico institucional 031011a111@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 23 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) y igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 08 de septiembre del 2022

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-5

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 06 de septiembre del año 2022, siendo las 11:00 horas, el aspirante: Elita Mercedes Marin Reyna, asesorado por Ralph Stein Rivera Botaneros defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia ( ) la Tesis titulada: Calidad y vida útil de arándano (Vaccinium myrtillus) con recubrimiento comestible de mucílago de café (Coffea arabica), para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: PhD Armstrong Barncid Fernandez Jeri

Secretario: Ing. Ms. Roberth Javier Guzalegui Fernandez

Vocal: Ing. Guillermo Idrogo Vozquez

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

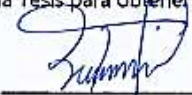
Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X) por Unanimidad (X)/Mayoría ( ) Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:10 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

## ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vi
VISTO BUENO DEL COASESOR DE TESIS.....	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	x
ÍNDICE GENERAL .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	20
2.1. Materiales .....	20
2.1.1. Obtención del mucílago de café .....	20
2.1.2. Obtención del recubrimiento comestible .....	20
2.1.3. Obtención de muestras de Arándano .....	20
2.2. Métodos, técnicas y procedimientos .....	20
2.2.1. Diseño del experimento.....	20
2.2.2. Determinación del pH.....	21
2.2.3. Porcentaje de solidos solubles totales (°Brix).....	21

2.2.4. Pérdida de peso.....	21
2.2.5. Acidez titulable .....	21
2.2.6. Determinación de humedad .....	22
2.2.7. Determinación de fibra .....	22
2.2.8. Determinación de cenizas .....	23
2.2.9. Evaluación microbiológica .....	23
2.2.10. Evaluación sensorial.....	23
2.3. Primera Etapa: caracterización de la materia prima.....	24
2.4. Segunda Etapa: obtención y aplicación del recubrimiento comestible.....	24
2.5. Tercera Etapa: evaluación del producto final.....	24
2.6. Análisis Microbiológico .....	25
2.7. Análisis de datos.....	25
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
3.1 Caracterización de la materia prima.....	26
3.2 Obtención y aplicación del “recubrimiento comestible” .....	26
3.3 Evaluación del producto final .....	27
3.3.1 <i>Porcentaje de Acidez</i> .....	27
3.3.2 <i>Contenido de Sólidos Solubles Totales</i> .....	28
3.3.3 <i>Interacción de concentración * temperatura</i> .....	28
3.3.4 <i>pH</i> .....	29
3.3.5 <i>Porcentaje de pérdida de peso</i> .....	29
3.3.6 <i>Análisis sensorial</i> .....	30
3.3.7 <i>Análisis estadístico para la aceptabilidad de arándano con recubrimiento con la prueba no paramétrica de Friedman.</i> .....	30
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>36</b>

<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Combinación de las variables independientes .....	21
Tabla 2. Análisis fisicoquímico para el mucílago en polvo y arándano .....	26
Tabla 3. Formulación de los tres recubrimientos comestibles.....	26
Tabla 4. Caracterización fisicoquímica de los tres recubrimientos comestibles .....	27
Tabla 5. Comparación de medias para acidez titulable .....	40
Tabla 6. Comparación de medias para °Brix .....	40
Tabla 7. Comparación de medias para acidez.....	40
Tabla 8. Prueba de Friedman para apariencia.....	41
Tabla 9. Prueba de Friedman para Color .....	41
Tabla 10. Prueba de Friedman para textura .....	41
Tabla 11. Prueba de Friedman para aroma .....	42
Tabla 12. Conteo de microorganismos en arándanos con recubrimiento óptimo y sin recubrimiento.....	42



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Acidez titulable en los diferentes tratamientos.....	27
Figura 2. Efecto de la temperatura en el contenido de sólidos solubles de las bayas recubiertas de arándanos.....	28
Figura 3. Interacción de la concentración y la temperatura sobre el contenido de sólidos solubles en frutos de arándano recubiertas. ....	28
Figura 4. Variación de pH en las bayas de arándano recubiertas. ....	29
Figura 5. Porcentaje de pérdida de peso en las bayas recubiertas de arándano en las diferentes temperaturas de almacenamiento. ....	29
Figura 6. Prueba no paramétrica de Friedman para apariencia.....	30
Figura 7. Prueba de Friedman para Color.....	31
Figura 8. Prueba no paramétrica de Friedman para Aroma.....	31
Figura 9. Proceso de recolección materia prima.....	43
Figura 10. Obtención de mucílago.....	43
Figura 11. Obtención de mucílago en polvo.....	43
Figura 12. Caracterización fisicoquímica de la materia prima.....	44
Figura 13. Formulación y elaboración de los recubrimientos comestibles de mucílago de café.....	44
Figura 14. Prueba de las diferentes formulaciones efectuadas.....	44
Figura 15. Aplicación de los tres recubrimientos comestibles en los diferentes tratamientos.....	45
Figura 16. Caracterización fisicoquímica del producto final: bayas de arándano recubiertas.....	45

## RESUMEN

Esta investigación evaluó el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible (RC) formulado con mucílago de café en la calidad y vida útil de arándano. Este trabajo experimental se desarrolló bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial de dos variables independientes en tres niveles (diseño factorial 3Ax3B), Factor A: porcentaje de mucilago de café (%) [5, 6, 7]; Factor B: temperatura de almacenamiento (°C) [20±2, 4,-1], se determinó al mejor tratamiento a través de variables dependientes: Propiedades fisicoquímicas del arándano (acidez, textura, pH y °Brix), Características organolépticas (sabor, color, olor, textura), Carga microbiana (mohos, levaduras y coliformes totales), Tiempo de vida útil y Pérdida de peso. En conclusión, la concentración del mucílago y el plastificante en el recubrimiento permitió resultados beneficiosos lo cual se puede considerar como una alternativa para en el aumento de la vida en anaquel de las bayas de arándano.

***Palabras clave:*** Arándano, concentración de mucílago, temperatura de almacenamientos, recubrimiento comestible.

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of application of an edible coating (RC) formulated with coffee mucilage on the quality and shelf life of cranberry. This experimental work was developed under a Completely Randomized Design (DCA) with a factorial arrangement of two independent variables at three levels (factorial design 3Ax3B), Factor A: percentage of coffee chamber (%) [5, 6, 7]; Factor B: storage temperature (°C) [20 -2, 4,-1], was determined to best treat through dependent variables: Physicochemical properties of cranberry (acidity, texture, pH and °Brix), Organoleptic characteristics (taste, color, smell, texture), Microbial load (mouss, yeasts and total coliforms), Lifespan and Weight Loss. In conclusion the concentration of mucilage and plasticizer in the coating allowed beneficial results which can be taken positively in increasing life in cranberry berry shelf.

**Keywords:** blueberry; mucilage concentration; storage temperature; edible coating

## I. INTRODUCCIÓN

El arándano (*Vaccinium myrtillus*) es considerada como la cuarta fruta de interés económico a nivel mundial, debido a su contenido de antioxidantes y por ser resistente a diversas condiciones agroclimáticas (Faria et al., 2005). Un ejemplo de esa diversidad climática es la región Amazonas, también por el tipo de suelo que le confiere características favorables para el cultivo de diferentes berries “frutos nativos” (Parodi & Benavides, 2021), que puede llegar a un área de producción de 7 mil hectáreas, convirtiéndose en una gran oportunidad de negocio (Sierra y Selva Exportadora, 2016).

La Food and Drug Administración (FDA) describe el valor nutricional del arándano por su contenido bajo en sodio, rico en fibra, refrescante, tónicos, astringentes, diuréticos y en vitamina C; asimismo, el ácido hipúrico, lo que le confiere en un fruto aceptable desde la parte nutricional (Carpio, 2019). Muchos los estudios se han centrado en analizar los beneficios de que puede portar el consumo de frutos del bosque, por el pigmento color oscuro brillante (producto del contenido de antocianinas) (Arteaga & Arteaga, 2016), ya que influye en el metabolismo celular y disminuye la acción de radicales libres asociados al envejecimiento, enfermedades cardíacas, cáncer, Alzheimer, aumentan el HDL colesterol conocido como 'colesterol bueno' (Alarcón y Castro, 2021). Asimismo, está asociado a una reducción de ocurrir afecciones cardiovasculares (Santa-Cruz, 2018).

Durante la producción y su procesamiento, se genera gran cantidad de subproductos, por ejemplo: el 39,4 % corresponde a pulpa de café, el 21,6 % es mucílago y el 10,4 % es exocarpio) (Pinto et al., 2013). Estos subproductos, no son aprovechados, de lo contrario son vertidos en lugares no adecuados, generando contaminación de agua y suelo: aproximadamente (Pinto et al., 2013). Aproximadamente 82.000 toneladas de mucílago de café se vierten anualmente en quebradas, ríos o lagunas (Pinto et al., 2013; Dadi et al., 2018). Este resulta ser un problema ya que el contenido orgánico en los efluentes agota el contenido de oxígeno hasta el nivel de 0,25 mg/L (Dadi et al., 2018). La carga orgánica y la presencia de nutrientes suponen un gran riesgo de eutrofización y las variaciones en el tiempo de remojo del grano de café, la fermentación de la pulpa y la ausencia de instalaciones de tratamiento apropiadas son los principales factores que afectaron a los parámetros contaminantes del agua (Dadi et al., 2018). Así pues, las masas de agua y los ecosistemas situados aguas abajo de las plantas tradicionales de beneficiado húmedo del café corren un riesgo alarmante de alteración ecológica, y también puede haber graves consecuencias para la salud de los residentes cercanos (Gonzalez-Rios et al., 2007;

Hamdouche et al., 2016; Dadi et al., 2018). Este hecho ha llevado a los investigadores busquen soluciones y técnicas más ecoeficientes con el medio ambiente utilizando estas materias para transformarlos en un nuevo subproducto, como los recubrimientos comestibles que se están utilizando en frutas y hortalizas que evita la proliferación de agentes patógenos y agentes externos, y extender la vida útil (Vázquez-Briones; 2013; Fernández et al., 2017; Aguilar-Duran, 2020).

Los revestimientos comestibles son una tecnología respetuosa con el medio ambiente que se aplica a muchos productos para controlar la transferencia de humedad, el intercambio de gases o los procesos de oxidación (Dhall, 2013). Los recubrimientos comestibles pueden proporcionar una capa protectora adicional al producto y también pueden dar el mismo efecto que el almacenamiento en atmósfera modificada en la modificación de la composición de los gases internos (Dhall, 2013; Al-Tayyar et al., 2020). Una de las principales ventajas del uso de películas y recubrimientos comestibles es que se pueden incorporar varios ingredientes activos a la matriz polimérica y consumirlos con el alimento, mejorando así la seguridad o incluso los atributos nutricionales y sensoriales (Aguirre-Vargas, 2015; Fernández et al., 2017). Los recubrimientos basados en carbohidratos, proteínas y lípidos son altamente efectivos en el uso de frutas y verduras (Riva et al., 2020; Al-Tayyar et al., 2020).

El uso de películas sobre los alimentos es ventajoso, ya que se pueden consumir junto con el producto (Aguirre-Vargas, 2015). Aunque el éxito de los recubrimientos comestibles para productos frescos depende totalmente del control de la composición interna de los gases (Dhall, 2013; Al-Tayyar et al., 2020). Los criterios de calidad de las frutas y verduras recubiertas con películas comestibles deben determinarse cuidadosamente y los parámetros de calidad deben controlarse durante todo el periodo de almacenamiento (Dhall, 2013). Es necesario controlar el cambio de color, la pérdida de firmeza, la fermentación del etanol, el índice de descomposición y la pérdida de peso de las frutas recubiertas con películas comestibles (Dhall, 2013; Aguirre-Vargas, 2015)

De lo descrito anteriormente, el uso de los recubrimientos, es una alternativa para mejorar la calidad de los productos o del alimento obtenido ya que su aplicación resultaría mínimamente alterada. Por tanto, esta investigación busca determinar la calidad y vida útil de arándano (*Vaccinium myrtillus*) con recubrimiento comestible de mucílago de café (*Coffea arabica*).

## **II. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1. Materiales**

#### **2.1.1. Obtención del mucílago de café**

Se utilizaron granos de café maduros despulpados del distrito de Lonya Chico Provincia de Luya en la Región de Amazonas. Para la obtención del mucílago en polvo se adaptó la metodología descrita por González (2011).

#### **2.1.2. Obtención del recubrimiento comestible**

El recubrimiento comestible fue elaborado a partir de mucílago obtenido en el laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, adecuando la metodología descrita por González (2011), con la cual nos permite establecer los porcentajes de almidón y glicerina que se usaron.

#### **2.1.3. Obtención de muestras de Arándano**

Se usó frutos de arándano fresco proveniente de la provincia de Cajamarca. Inicialmente fueron obtenidos de los campos de siembra.

### **2.2. Métodos, técnicas y procedimientos**

#### **2.2.1. Diseño del experimento**

Este trabajo experimental fue conducido bajo un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de tres variables independientes en tres niveles (diseño factorial 3Ax3B), donde:

- Factor A: porcentaje de mucilago de café (%) [5, 6, 7];
- Factor B: temperatura de almacenamiento (°C) [20±2, 4,-1]
- Con 9 tratamientos y tres repeticiones, un total de 27 unidades experimentales.

El diseño experimental se presenta en la siguiente tabla:



Tabla 1. Combinación de las variables independientes

Variable	Nivel	Variable	Nivel	Tratamiento
Concentración de mucílago	A1	Temperatura de Almacenamiento	B1	T1
			B2	T2
			B3	T3
	A2		B1	T4
			B2	T5
			B3	T6
	A3		B1	T7
			B2	T8
			B3	T9

### 2.2.2. Determinación del pH

El líquido de las frutas fue obtenido mediante trituración en mortero seguidamente se hizo la medición con un potenciómetro digital. (AOAC: Official Methods of Analysis, 2005)

### 2.2.3. Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix)

El porcentaje de sólidos solubles fue determinado empleando un refractómetro manual ATC con temperatura compensada, en el zumo extraído (AOAC: Official Methods of Analysis, 2005)

### 2.2.4. Pérdida de peso

La reducción de humedad en las bayas de arándanos se determinó mediante el método de gravimetría, el peso fue expresado en gramos. Las pérdidas de peso se calcularon en % con respecto al peso inicial de los frutos antes de la conservación que se considerará el 100%, calculando este parámetro mediante la siguiente ecuación:

$$Pérdidadepeso = \frac{pesoinicial - pesofinal}{pesodelafruta} * 100$$

### 2.2.5. Acidez titulable

Se calculó utilizando el método de “titulación” M, mientras que la “acidez” fue calculado como en “ácido cítrico” por ser un ácido predominante (AOAC: Official Methods of Analysis, 2005).

Un total de 1 mL de extracto de la fruta fue colocado en un vaso de 50 mL añadiendo 9 mL de agua ultrapura y 3 gotas de fenolftaleína. Luego se procedió a titular con hidróxido de sodio (NaOH) a una concentración de 0,1 N hasta el viraje de color y se registraron los datos.

#### **2.2.6. Determinación de humedad**

Se determinó en una balanza de humedad ADAM, modelo AMB50 colocando 2 gramos de muestra y leyendo los resultados hasta lograr un peso estable.

#### **2.2.7. Determinación de fibra**

La fibra cruda se cuantificó mediante “hidrólisis ácida y básica”, basada en la norma AOAC, 2005 según el método 113 y siguiendo el protocolo de Montoya (2018).

1. La muestra fue secada en una estufa a una temperatura de  $105 \pm 2$  y  $70$  °C de vacío.
2. Cada muestra fue filtrada utilizando un tamiz de 1 mm de espesor.
3. Luego se tomó 1 g de muestra sin grasa, utilizando un “crisol de porosidad de vidrio”, esta actividad se realizó por triplicado.
4. Se añadió 150 mL de ácido sulfúrico a una concentración de 0,255 N.
5. Luego se dejó calentar por un lapso de 30 min, a medida que inició a hervir.
6. Asimismo se filtró el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> con agua ultrapura, lavándose 3 veces, hasta el punto de eliminar la reacción.
7. Nuevamente se dejó hervir por un periodo de 30 min, para luego ser filtrado con hidróxido de sodio y con agua ultrapura durante tres veces.
9. Finalmente, se realizó un lavado con agua ultrapura.
10. fue expresada en porcentaje mediante la siguiente fórmula:

$$\%FIBRACRUDA = \frac{f_1 - f_2}{W} * 100$$

Dónde:

$f_1$  = es el peso del vaso con el residuo de fibra extraída del extractor y sometida a estufa

$f_2$  = Es el peso del crisol + cenizas, después de haber sido incinerado.

W = Es la cantidad de muestra utilizada en el análisis correspondiente.

### **2.2.8. Determinación de cenizas**

Se determinó por incineración de la materia orgánica de 500 °C a 600 °C en una mufla hasta peso constante de acuerdo a las instrucciones de la norma (AOAC: Official Methods of Analysis, 2005) utilizando el método N° 940.26

1. Se utilizó una cápsula de porcelana en la estufa a una temperatura de 105 °C, durante 1 hora. Luego de ese tiempo se llevó para ser pesado, utilizando pinzas de metal con el propósito de evitar la absorción de humedad ambiental.
2. En otra cápsula seca y limpia, se pesó 2 g de muestra previamente homogenizada (mL).
3. Las muestras fueron calentados en la estufa, luego fueron transferidos a una mufla a 550 °C durante 8 horas.
5. Finalmente se retiraron las muestras de la mufla, se dejaron enfriar y luego fueron pesados.

La siguiente fórmula fue utilizada para calcular el % de ceniza:

$$\%CENIZASTOTALES = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100$$

Donde:

La masa expresada en gramos de la cápsula con las cenizas ( $m_2$ )

La masa expresada en gramos de la capsula con la muestra ( $m_1$ )

La masa expresada en gramos de la capsula vacía ( $m_0$ )

### **2.2.9. Evaluación microbiológica**

La evaluación microbiológica del recubriendo se evaluó mediante el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) de hongos, mohos y levaduras en Agar Saboraud- Glucosa, UFC de Enterobacterias en Agar Mack- Konkey y de “Coliformes totales” usando la técnica del “número más probable” (NMP) usando “caldo Brilla”; realizando lecturas cada 12 h de incubación a 37° C. El resultado por cada muestra estuvo representado por triplicado.

### **2.2.10. Evaluación sensorial**

Para este análisis se realizó mediciones de cinco atributos como la color, apariencia, textura, sabor y aroma de las bayas de arándano. Asimismo, se evaluó la aceptación a 12 panelistas semi-entrenados siendo los de “tipo consumidor”.

Se aplicó una “escala hedónica” considerando 5 puntos, cuya descripción es detallada en los anexos correspondientes.

### **2.3. Primera Etapa: caracterización de la materia prima**

Los frutos fueron colectados, seleccionados, lavados y fermentados por 72 horas utilizando agua destilada (1/1 w/v). Después de la suspensión colectada mediante colación, se aplicó tratamiento térmico de 95° C durante 1 hora en una estufa. En este proceso se precipitó el mucílago con alcohol metílico 96° (1/2 v/v) durante 24 horas a temperatura constante de 4 °C. El sobrenadante fue desechado y el sedimento se procedió a centrifugar a 5000 rpm durante 15 minutos. El mucílago fue colectado y puesto a secar en placas Petri en una estufa a 50 °C por 12 horas. El producto obtenido fue triturado usando un mortero de mano.

Una vez pulverizada las muestras de arándanos se hicieron los análisis de: pH, °Brix, % de acidez, % de cenizas, % de fibra bruta y contenido de humedad.

### **2.4. Segunda Etapa: obtención y aplicación del recubrimiento comestible**

Para obtener el recubrimiento a base de mucílago de café, se realizaron las siguientes formulaciones: solución de mucílago más agua destilada (5 %, 6 %, 7 % w/v) mediante una agitación constante durante 90 minutos. A esta solución se adicionó glicerol (20%) y almidón (2.5 %).

Para la aplicación se dejó enfriar el recubrimiento en refrigeración a 4 °C hasta su aplicación que se llevó a cabo por inmersión de las bayas de arándanos por 30 segundos. Después las bayas fueron extendidas y secadas con ayuda de un ventilador por 6 h. Posteriormente, las bayas de arándanos recubiertos se almacenaron en bandejas de polietileno (PET) para ser conservada a diferentes temperaturas; tales como: temperatura de refrigeración de y a temperatura de congelación para luego ser evaluadas las variables a lo largo del tiempo de conservación (Gamarrá-Reyes, 2017).

### **2.5. Tercera Etapa: evaluación del producto final**

Esta tercera etapa se realizó un análisis microbiológico, fisicoquímico, análisis sensorial y el análisis estadístico de la data obtenida, para así determinar el tiempo de vida útil.

## **2.6. Análisis Microbiológico**

Para las siembras en los diferentes medios de cultivos, se dejó las bayas de arándano recubiertas en agua aséptica por 8 horas, de las cuales con ayuda de un asa microbiológica se tomaron alícuotas que fueron esparcidas en la superficie de las placas por el método de “estría”.

## **2.7. Análisis de datos**

Para esta actividad, antes de realizar el análisis de varianza se comprobaron si los datos cumplían con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Los datos normales y con varianzas homogéneas se realizó el ANOVA y comparación de medias mediante Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Los datos que no se comportaron normales y con varianzas heterogéneas se realizaron el análisis de varianza no paramétrica según la prueba de Friedman.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Caracterización de la materia prima

Los análisis físico químicos tanto de del mucílago y del arándano muestran un pH bajo, una acidez titulable muy cercana, pero una diferencia notable en los grados °Brix (Por ejemplo, 4.17 = mucílago en polvo y 14.05 en el arándano). Asimismo, el mucílago tiene un alto contenido de cenizas (4.09 %), mientras que el arándano contiene un alto porcentaje de humedad (%) (Tabla 2).

*Tabla 2. Análisis fisicoquímico del mucílago en polvo y arándano*

Parámetro	Mucílago en polvo	Arándano
pH	3.77	3.52
% de acidez titulable	1.21	1.25
°Brix	4.17	14.05
Fibra	6	1.28
Ceniza (%)	4.09	0.44
Humedad (%)	9.67	70.53

#### 3.2 Obtención y aplicación del “recubrimiento comestible”

La formulación del recubrimiento estuvo formada por tres insumos: mucílago de café, almidón y Glicerol. El mucílago estuvo diluido en agua destilada, al 5 %, 6 % y 7 % w/v (Tabla 3).

*Tabla 3. Formulación de los tres recubrimientos comestibles.*

Insumo	Concentraciones		
	C-5	C-6	C-7
Mucílago (g)	50	60	70
Almidón (g)	25	25	25
Glicerol (g)	200	200	200

Los análisis muestran que las tres concentraciones no presentan mucha diferencia entre pH y acidez, todas están alrededor de 3.5 a 3.74 en pH, y 0.47 a 0.54 %. Sin embargo, presentan diferencia en cuanto al contenido de azúcar (Tabla 4).



Tabla 4. Caracterización fisicoquímica de los tres recubrimientos comestibles

Concentración	Parámetros		
	°Brix	pH	% de acidez
5%	17.7	3.55	0.47
6%	18	3.76	0.51
7%	18.1	3.74	0.54

### 3.3 Evaluación del producto final

#### 3.3.1 Porcentaje de Acidez

La acidez titulable promedio para los frutos de arándano en su madurez comercial fue de 10.3 g de ácido cítrico / 100 g de muestra al promediar los resultados obtenidos en los días de evaluación durante los 28 días de almacenamiento.

Con los valores obtenidos se determinó que el porcentaje de acidez de las bayas recubiertas se mantuvo entre 0.99 a 1.13 % de acidez titulable a lo largo del almacenamiento, siendo los tratamientos: T1 (concentración 5 a -1°C) y T8 (concentración a 4°C) que presenta mayor porcentaje de acidez titulable (1.12 y 1.13% respectivamente) con respecto a la muestra testigo que presenta un 0.95 % (Figura 1).

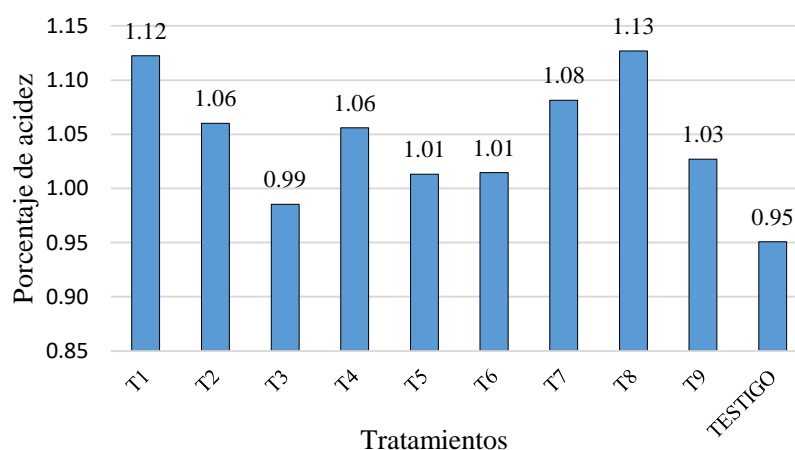


Figura 1. Acidez titulable en los diferentes tratamientos.

### 3.3.2 Contenido de Sólidos Solubles Totales

Nuestros análisis demuestran que los tratamientos sometidos a refrigeración (4 °C) y congelación (-1 °C) tienen mayor contenido de azúcares que los tratamientos que fueron conservados a temperatura ambiente (20 ±2 °C) (Figura 2).

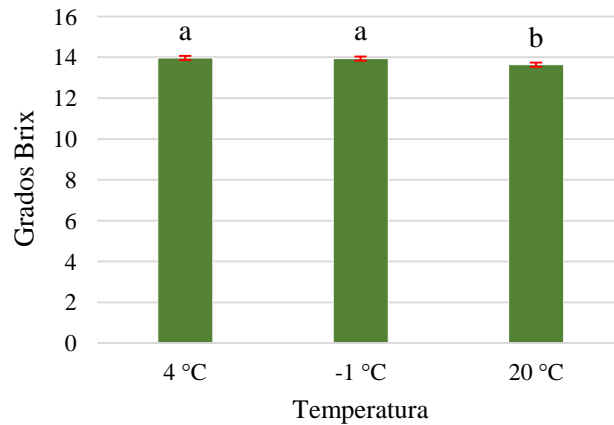


Figura 2. Efecto de la temperatura en el contenido de sólidos solubles de las bayas recubiertas de arándanos.

### 3.3.3 Interacción de concentración \* temperatura

Nuestros análisis demuestran que el T2 (C5x4°C) presenta mayor cantidad de grados Brix (14,1), al interactuar la concentración y la temperatura de conservación. Sin embargo, los demás tratamientos no presentan diferencia significativa (Figura 3).

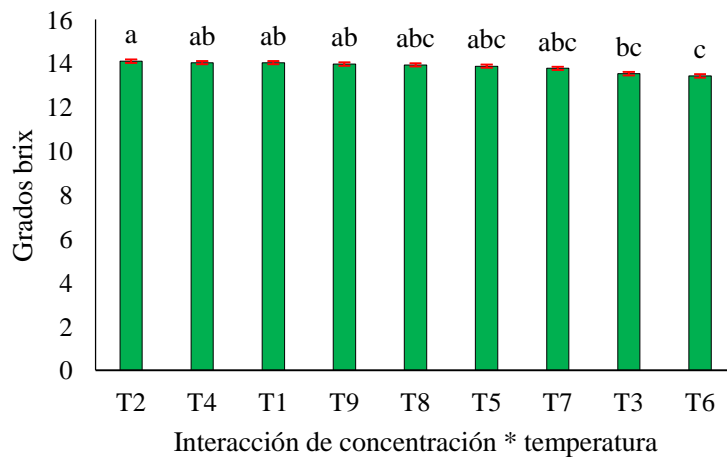


Figura 3. Interacción de la concentración y la temperatura sobre el contenido de sólidos solubles en frutos de arándano recubiertas.

### 3.3.4 pH

La variación del pH de las bayas de arándano con el recubrimiento reduce el pH, es decir, usando el recubrimiento del mucílago de café baja hasta 1.8 de pH respecto al control que tiene un valor más alto (3.7) y la más baja es el T1 (concentración 7 a 20 °C) con 1.8 (Figura 4).

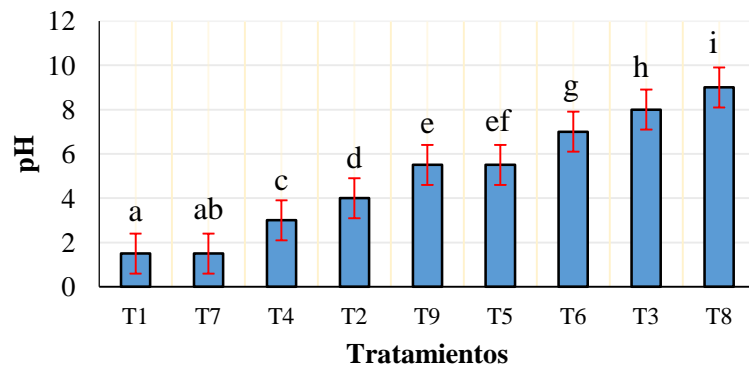


Figura 4. Variación de pH en las bayas de arándano recubiertas.

### 3.3.5 Porcentaje de pérdida de peso

La variación de peso se representa en porcentaje a lo largo de los 28 días de almacenamiento en los cuales se puede evidenciar que los tratamientos de temperatura ambiente fueron los que más peso perdieron durante los días de almacenamiento, siendo el tratamiento testigo (S/R sin recubrimiento) el que mayor porcentaje de peso perdió (22.9 %) y el mejor tratamiento resultó el T1 (C5x-1 °C) que tuvo una menor pérdida de peso de 6.1 % (Figura 5).

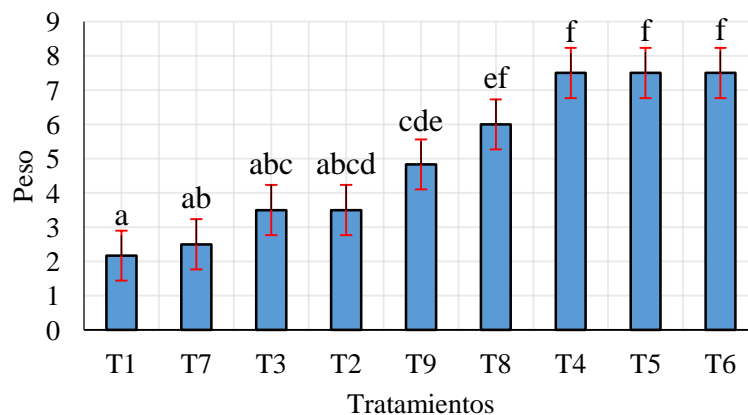


Figura 5. Porcentaje de pérdida de peso en las bayas recubiertas de arándano en las diferentes temperaturas de almacenamiento.

### 3.3.6 Análisis sensorial

El análisis sensorial de las muestras de arándano con presencia de recubrimiento, se realizó con la finalidad de determinar la influencia de las tres formulaciones de recubrimiento aplicadas y las temperaturas de almacenamiento utilizadas en las características organolépticas: aroma, apariencia, textura, color, y sabor de las bayas de arándano, evaluados en escala hedónica descrita en la metodología, 1 como puntaje mínimo y 5 como puntaje máximo para lograr determinar el mejor tratamiento según el grado de aceptación del panel degustador que estuvo conformado por 12 personas. Las muestras fueron presentadas en contenedores idénticos codificados con números y con cada tratamiento con código diferente. Para comparar el mejor tratamiento se realizó la prueba estadística no paramétrica de Friedman y los resultados se detallan a continuación.

### 3.3.7 Análisis estadístico para la aceptabilidad de arándano con recubrimiento con la prueba no paramétrica de Friedman.

En la figura 6 apreciamos el resultado estadístico de la prueba no paramétrica de Friedman, donde se puede ver que hay diferencia significativa entre los tratamientos puesto que p-valor es menor a 0,05 (0,0039), y los mejores tratamientos con respecto a la característica organoléptica “Apariencia”, son el T1 concentración de 5%, almacenado a -1°C y el T2 concentración 5%, almacenado a 4 °C.

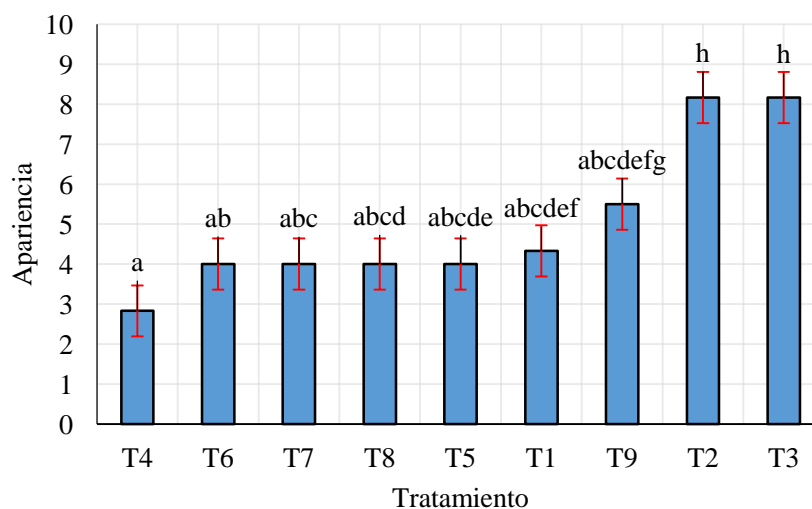


Figura 6. Prueba no paramétrica de Friedman para apariencia

En la Figura 7 apreciamos el resultado estadístico de la prueba no paramétrica de Friedman, donde se puede ver que hay diferencia significativa entre los tratamientos puesto que p-valor es menor a 0,05 (0,0111), y los mejores tratamientos con respecto a la característica organoléptica “Color”, son el T3 (concentración de 5%), almacenado a -1°C; el T6 (concentración 6%), almacenado a -1°C y T9 (concentración 7%), almacenado a -1°C. lo que significa que estos tratamientos se conservan mejor la fruta de arándano, con las concentraciones establecidas.

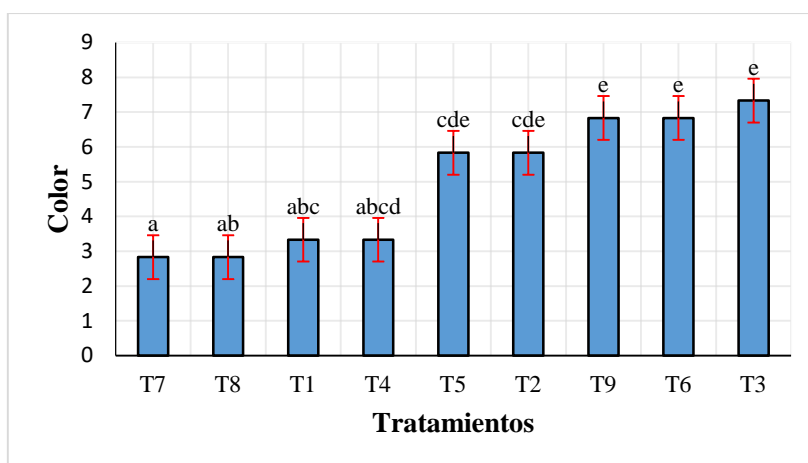


Figura 7. Prueba de Friedman para Color

La Figura 8 representa el resultado estadístico de la prueba no paramétrica de Friedman, donde se puede ver que hay diferencia significativa entre tratamientos puesto que p-valor es menor a 0,05 (0.0023), y el mejor tratamiento con respecto a la característica organoléptica “Aroma” es el T1 (concentración de 5%), almacenado a -1°C.

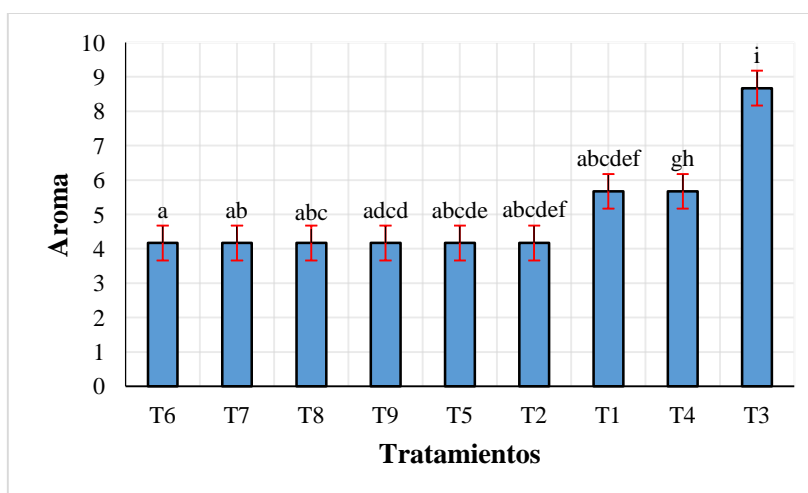


Figura 8. Prueba no paramétrica de Friedman para Aroma

La figura 9 representa el resultado estadístico de la prueba no paramétrica de Friedman, donde se puede ver que no existe diferencia significativa entre tratamientos puesto que p-valor es mayor a 0,05 (0.2656), y los mejores tratamientos con respecto a la característica organoléptica “Textura” son el T1 (concentración de 5%), almacenado a -1°C y el T2 (concentración 5%), almacenado a 4 °C.

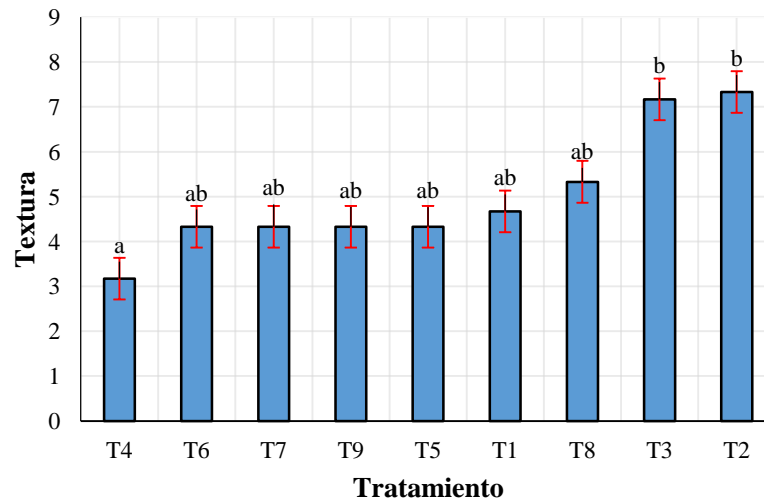


Figura 9. Prueba no paramétrica de Friedman para Textura

#### IV. DISCUSIÓN

La calidad de la fruta se define basado en una serie de factores que se agrupa como calidad visible (MINAGRI, 2016). El color azul uniforme, en la superficie representa como “Bloom” (MINAGRI, 2016). Por lo que estas frutas como el arándano han atraído cada vez más la atención de la industria alimentaria y de los consumidores debido a sus aclamadas ventajas como propiedades antioxidantes altamente eficaces que pueden proporcionar protección contra algunos tipos de cáncer y el envejecimiento (Feng et al., 2022). Sin embargo, los métodos de conservación son ineficientes (Feng et al., 2022).

En cuanto a la acidez titulable, algunos se ha demostrado una caída en los valores de la acidez titulable (1.56 a 0.42 %) de ácido cítrico entre frutas maduras y una etapa posterior (Abanto, 2018), esto es corroborado con lo obtenido en este estudio, lo cual el nivel de acidez titulable se ha reducido en 1.25 % registrando la mayor caída de porcentaje de acidez en el tratamiento control con 0.95 % y siendo los tratamientos T1 (concentración 5 a -1 °C) y T8 (concentración a 4 °C) que presentan menor pérdida de porcentaje de acidez titulable (1.12 y 1.13 % respectivamente), lo cual hace que le confiere una característica favorable a los frutos para su conservación y mejorar la calidad alimenticia para ser tratados con este recubrimiento natural.

Respecto a los sólidos solubles (°Brix) que está en función de las concentraciones de mucílago y temperaturas de almacenamiento (Li et al., 2022), este estudio demuestra que hay un incremento de azúcares, así como en los frutos control y/o testigo, esto se debería a que los ácidos orgánicos son convertidos en carbohidratos de reserva y éstos a la vez en sacáridos simples por la baja capacidad fotosintética (Ayala et al., 2012), ya que en los frutos maduros, este tipo de azúcar es muy importante debido a la formación de compuestos orgánicos que determinan el color, sabor y calidad en las frutas (Benites-García, 2019).

De los resultados obtenidos, las bayas de arándanos con los recubrimientos y almacenados en las tres temperaturas diferentes presentaron un bajo porcentaje de pérdida de peso después de 28 días de almacenamiento, con un porcentaje que oscila desde 6,1 a 22.4 respectivamente, en comparación con el tratamiento control que presentó mayor pérdida de peso en las tres temperaturas de almacenamiento con un mayor porcentaje de pérdida de peso que va desde 12,4 a 22.9%, lo que significa que los frutos no tratados con algún preservante se produce la deshidratación debido al proceso de transpiración

(Atencia-Jara, 2015), ya que la barrera ejercida por el recubrimiento comestible (RC) a usando mucílago de café produce un efecto semi-permeable para el paso del CO<sub>2</sub> y a la HR (Humedad Relativa). Por lo tanto, esto les confiere características aceptables a los frutos para el mercado y consumidor.

En cuanto al pH, a medida que incrementan los días de almacenamiento, se reduce el pH, esto debido a que se incrementa a mayor velocidad la degradación de las sustancias celulósicas, lo que conduce a la pérdida de firmeza y aumento de los azúcares solubles (Lupano, 2013). En este estudio, se encontró diferencias e incremento del pH (3.4 a 3.7) en los diferentes tratamientos que en comparación con el primer día de medición que estuvo en 3.52. Esto posiblemente se debería a la maduración de los frutos, ya que a medida que pasa el tiempo se incrementan los sólidos solubles y el pH también aumenta (Abanto, 2018). Asimismo, se ha demostrado en frutos de mora, en la que se ha determinado que al usar recubrimiento a base de HPMC con inclusión de CA se puede prolongar la vida útil durante 15 días a 4 °C de almacenamiento, conservando las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas (Villegas & Albarracín, 2016). Estas formas de conservar las frutas u hortalizas garantizan la seguridad alimenticia y los alimentos de calidad para consumo.

Por lo tanto, este estudio resalta la importancia del uso de recubrimientos naturales, son una alternativa para prolongar la vida útil de diversas frutas andinas, como el arándano, tal como se ha demostrado en otros estudios con frutas andinas de importancia económica como el aguaymanto (Gamarra-Reyes, 2017). También en frutos tratados con recubrimientos a base del gel de sábila, que tienen un importante valor de conservación (Atencia-Jara, 2015). Esto da soporte y confiabilidad a los resultados demostrados en este estudio, sobre el uso del mucílago del café, como una alternativa para mejorar y solucionar problemas de pérdida de las frutas por su rápida degradación.



## **V. CONCLUSIONES**

Este estudio ha demostrado que la desinfección realizada a las frutas es fundamental, ya que el conteo de mohos y levaduras están por debajo del límite permisible. Por lo tanto, la calidad microbiológica en los frutos de arándanos recubiertas está por debajo del valor umbral hasta el día 28.

La concentración del mucílago y el plastificante en el recubrimiento disminuyó de manera notoria la pérdida de peso, lo cual se puede tomar de manera positiva en el aumento de la vida en anaquel de las bayas de arándano.

Los valores de pérdida de peso, textura, apariencia, color, aroma, sabor, sufrieron cambios rápidos al usar concentraciones de los tres componentes de los recubrimientos: mucílago de café, almidón de yuca y glicerol.

La mejor formulación del recubrimiento elaborado en este estudio estuvo basada en la siguiente composición: 5% de mucílago de café, 2,5% de almidón y 20% de glicerol. Lo cual se ha logrado reducir la pérdida de peso en las tres temperaturas de almacenamiento con respecto al tratamiento testigo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se necesita mayores estudios detallados, sobre análisis de vida útil del recubrimiento, usando vitaminas, agentes antimicrobianos y antioxidantes, también estudios sensoriales, para mejorar validar el producto analizado de frutos andinos.

Seleccionar y adecuar la materia prima y muestras con la finalidad de trabajar con muestras lo más homogéneas posibles ante cualquier análisis de frutas andinas.

Tratar en lo más posible de no exponer el fruto a tiempos prolongados de secado, ya que esto puede acelerar una contaminación microbiológica.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, M. (2018). Aplicación de dos recubrimientos comestibles quitosano y cera de abeja, para determinar el mejor efecto en la prolongación de la vida útil del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) (Doctoral dissertation, Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú).
- Al-Tayyar, N. A., Youssef, A. M., & Al-Hindi, R. R. (2020). Edible coatings and antimicrobial nanoemulsions for enhancing shelf life and reducing foodborne pathogens of fruits and vegetables: A review. *Sustainable Materials and Technologies*, 26, e00215.
- Alarcón Arana, B. L., & Castro Sánchez, J. I. (2021). *Estudio comparativo de polifenoles y actividad antioxidante en arándanos rojos (Vaccinium macrocarpon) y arándanos azules (Vaccinium corymbosum) en extractos etanólicos* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).
- Álvarez-Herrera, J., Fischer, G., & Vélez, J. E. (2021). Análisis de la producción de uchuva (*Physalis peruviana* L.) durante el ciclo de cosechas en invernadero con diferentes láminas de riego. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(174), 109-121.
- Arteaga, A., & Arteaga, H. (2016). Optimización de la capacidad antioxidante, contenido de antocianinas y capacidad de rehidratación en polvo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulado con mezclas de hidrocoloides. *Scientia Agropecuaria*, 7(SPE), 191-200.
- Association of Official Agricultural Chemists, & Horwitz, W. (1975). Official methods of analysis (Vol. 222). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Atencia Jara, S. E. (2015). Aplicación de *Aloe Vera* como recubrimiento comestible en Arándano (*Vaccinium corymbosum* L.).
- Ayala, L., Valenzuela, C., & Bohorguez, Y. (202). Efecto de un recubrimiento comestible a base de alginato de sodio y iones de calcio sobre la calidad de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth). *Vitae*, 19(1), S129-S131.

- Benites García, K. J. (2019). Efecto del tiempo de almacenamiento con anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub> sobre el peso, recuento de mesófilos y sólidos solubles en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. emerald).
- Dhall, R. K. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(5), 435-450.
- Dadi, D., Mengistie, E., Terefe, G., Getahun, T., Haddis, A., Birke, W., ... & Van der Bruggen, B. (2018). Assessment of the effluent quality of wet coffee processing wastewater and its influence on downstream water quality. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 18(2), 201-211.
- Faria, A., Oliveira, J., Neves, P., Gameiro, P., Santos-Buelga, C., de Freitas, V., & Mateus, N. (2005). Antioxidant properties of prepared blueberry (*Vaccinium myrtillus*) extracts. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 53(17), 6896-6902.
- Feng, T., Zhang, M., Sun, Q., Mujumdar, A. S., & Yu, D. (2022). Extraction of functional extracts from berries and their high quality processing: A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-18.
- Fernández, N., Echeverría, D. C., Mosquera, S. A., & Paz, S. P. (2017). Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 15(2), 134-141.
- Gamarra Reyes, A. B. (2017). Efecto de la concentración de aceite esencial de clavo de olor en la cobertura comestible a base de gelatina-almidón y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general en bayas de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).
- González, L. R. G. (2011). Desarrollo y evaluación de una película comestible obtenida del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) utilizada para reducir la tasa de respiración de nopal verdura. Investigación Universitaria Multidisciplinaria: Revista de Investigación de la Universidad Simón Bolívar, (10), 14.
- Li, L., Huang, W., Wang, Z., Liu, S., He, X., & Fan, S. (2022). Calibration transfer between developed portable Vis/NIR devices for detection of soluble solids contents in apple. *Postharvest Biology and Technology*, 183, 111720.

- Lupano, C. E. (2013). Modificaciones de componentes de los alimentos. Series: Libros de Cátedra.
- MINAGRI. (2016). El arándano en el Perú y el mundo. Lima. Recuperado el 12 de 07 de 2019, de [http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia\\_plantas/f01-cultivo/el\\_arandano.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/el_arandano.pdf)
- Parodi, G., & Benavides, L. (2021). Desarrollo del cultivo de berries en Perú–Situación y perspectivas. Avances en el cultivo de las berries en el trópico. *Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas*, Bogotá.
- Pinto, R. R., Medina, J. A., Medina, F. J., Guevara, F., Gómez, H., Ley, A., & Carmona, J. (2014). Sustitución de melaza por mucílago de café (*Coffea arabica* L.) en bloques nutricionales para rumiantes. *Archivos de zootecnia*, 63(241), 65-71.
- Riva, S. C., Opara, U. O., & Fawole, O. A. (2020). Recent developments on postharvest application of edible coatings on stone fruit: A review. *Scientia Horticulturae*, 262, 109074.
- Santa, L. (2018). Evaluación del tiempo de vida útil del Arándano (*Vaccinium Corymbosum*) fresco variedad azul almacenado en atmosfera modificada. Pimentel: Universidad Señor De Sipan.
- Vargas, E. B. A. (2015). Aplicación de revestimientos comestibles en papaya (*Carica papaya*) mínimamente procesada. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2(1), 15-15.
- Villegas, C., & Albarracín, W. (2016). Aplicación y efecto de un recubrimiento comestible sobre la vida útil de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth). *Vitae*, 23(3), 202-209.

## ANEXOS

### Anexo 1: Comparación de medias mediante Tukey ( $\alpha=0.05$ )

*Tabla 5. Comparación de medias para acidez titulable*

<b>Acidez</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	4.06	8	0.51	2.19	0.0801
Concentración	0.17	2	0.08	0.37	0.6991
temperatura	1.08	2	0.54	2.33	0.1262
Concentración*temperatura	2.81	4	0.7	3.03	0.0450
Error	4.18	18	0.23		
Total	8.24	26			

*Tabla 6. Comparación de medias para °Brix*

<b>Grados °Brix</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	1.29	8	0.16	5.08	0.0020
Concentración	0.07	2	0.04	1.16	0.3350
temperatura	0.58	2	0.29	9.15	0.0018
Concentración*temperatura	0.64	4	0.16	5.00	0.0069
Error	0.57	18	0.03		
Total	1.87	26			

*Tabla 7. Comparación de medias para acidez*

<b>Sabor</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	2	8	0.25	0.68	0.7074
Concentración	0.67	2	0.33	0.9	0.4241
temperatura	0.89	2	0.44	1.2	0.3242
Concentración*temperatura	0.44	4	0.11	0.3	0.8741
Error	6.67	18	0.37		
Total	8.67	26			

### Anexo 3: Pruebas de Friedman para atributos del arándano

Tabla 8. Prueba de Friedman para apariencia

Prueba no paramétrica de Friedman $p= 0.0039 < 0.05$				
Tratamiento	Suma Ranks	Media Ranks	n	
T4	8.5	2.83	12	A
T6	12	4	12	AB
T7	12	4	12	ABC
T8	12	4	12	ABCD
T5	12	4	12	ABCDE
T3	13	4.33	12	ABCDEF
T9	16.5	5.5	12	ABCDEFG
T2	24.5	8.17	12	H
T1	24.5	8.17	12	H

Tabla 9. Prueba de Friedman para Color

Prueba no paramétrica de Friedman $p= 0.0111 < 0.05$				
Tratamiento	Suma Ranks	Media Ranks	n	
T7	8.5	2.83	12	A
T8	8.5	2.83	12	AB
T9	10	3.33	12	ABC
T4	10	3.33	12	ABCD
T5	17.5	5.83	12	CDE
T6	17.5	5.83	12	CDE
T2	20.5	6.83	12	E
T3	20.5	6.83	12	E
T1	22	7.33	12	E

Tabla 10. Prueba de Friedman para textura

Prueba no paramétrica de Friedman $p= 0.2656 > 0.05$				
Tratamiento	Suma Ranks	Media Ranks	n	
T4	9.5	3.17	12	A
T6	13	4.33	12	AB
T7	13	4.33	12	AB
T9	13	4.33	12	AB
T5	13	4.33	12	AB
T8	14	4.67	12	AB
T3	16	5.33	12	AB
T1	21.5	7.17	12	B
T2	22	7.33	12	B

Tabla 11. Prueba de Friedman para aroma

Prueba no paramétrica de Friedman $p= 0.0023 < 0.05$					
Tratamiento	Suma Ranks	Media Ranks	n		
T6	12.5	4.17	12	A	
T7	12.5	4.17	12	AB	
T8	12.5	4.17	12	ABC	
T9	12.5	4.17	12	ABCD	
T5	12.5	4.17	12	ABCDE	
T2	12.5	4.17	12	ABCDEF	
T3	17	5.67	12	ABCDEFG	
T4	17	5.67	12	ABCDEFGH	
T1	26	8.67	12	I	

#### Anexo 4: Conteo Microbiológico

Tabla 12. Conteo de microorganismos en arándanos con recubrimiento óptimo y sin recubrimiento

Tiempo de almacenamiento (Días)	Arándano con recubrimiento óptimo			Arándano sin recubrimiento		
	UFC/g Mohos y Levaduras	UFC/g Entero bacterias	UFC/g coliformes Totales	UFC/g Mohos y Levaduras	UFC/g Entero bacterias	UFC/g coliformes Totales
0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	<10	0	0
4	<10	0	0	32	0	0
6	12	0	0	48	0	0



## Anexo 5: Panel Fotográfico



*Figura 9. Proceso de recolección materia prima*



*Figura 10. Obtención de mucilago*



*Figura 11. Obtención de mucilago en polvo*



*Figura 12. Caracterización fisicoquímica de la materia prima*



*Figura 13. Formulación y elaboración de los recubrimientos comestibles de mucílago de café*



*Figura 14. Prueba de las diferentes formulaciones del recubrimiento comestible*





*Figura 15. Aplicación de los tres recubrimientos comestibles en los diferentes tratamientos*



*Figura 16. Caracterización fisicoquímica del producto final: bayas de arándano recubiertas*

## Anexo 6: Escala Hedónica

### PLANILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL TEST DE PERFIL DE CARACTERÍSTICA

NOMBRE: ..... FECHA: .....

PRODUCTO: ARÁNDANOS CON RECUBRIMIENTO

Cualifique usted los atributos de apariencia, aroma, textura y sabor de las muestras de acuerdo a la siguiente escala:

- Excelente = 5
- Muy bueno = 4
- Bueno = 3
- Regular = 2
- Malo = 1

TRATAMIENTOS	MUESTRA	APARIENCIA	COLOR	AROM A	TEXTURA	SABOR
T1	5_-1					
T2	5_4					
T3	5_20					
T4	6_-1					
T5	6_4					
T6	6_20					
T7	7_-1					
T8	7_4					
T9	7_20					
TESTIGO	B1_20					