



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**ELABORACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A
BASE DE MUCILAGO DE LINAZA (*Linum usitatissimum*) Y
COMPARACIÓN CON RECUBRIMIENTO COMERCIAL
EN LA CONSERVACIÓN DE LA PALTA
(*Persea americana* Mill) VARIEDAD HASS**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MACIEL KARINA CRUZ TICONA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

ELABORACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE MUCILAGO DE LINAZA (*Linum usitatissimum*) Y COMPARACIÓN CON RECUBRIMIENTO COMERCIAL EN LA CONSERVACIÓN DE LA PALTA A (*Persea americana* Mill) VARIEDAD H

AUTOR

MACIEL KARINA CRUZ TICONA

RECuento de palabras

21167 Words

RECuento de caracteres

112067 Characters

RECuento de páginas

96 Pages

Tamaño del archivo

1.5MB

Fecha de entrega

Jan 12, 2023 9:13 PM GMT-5

Fecha del informe

Jan 12, 2023 9:15 PM GMT-5

● 18% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado



M.Sc. Juan Quispe Coama
INGENIERO AGRÍCOLA INDUSTRIAL
C.I.F. 102039
Juan Quispe Coama

Resumen



DEDICATORIA

A Dios, por esa fortaleza en cada paso de mi vida y ofrecerme la fe necesaria, para seguir avanzando, por darme la oportunidad de vivir y haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.

A mi madre Juana Ticona, por estar siempre a mi lado y brindarme todo su apoyo, por enseñarme el valor de la amistad y la familia, por derramar en mi vida ese amor, deseos, comprensión, valores y sus sabios consejos que han contribuido a mi desarrollo profesional y personal.

A mi padre Antonio Cruz, fuiste motivo e inspiración, por que aun esos recuerdos brillan en mi mente y a pesar de los años que pasaron desde tu partida, formas parte de mi vida.

A mis hermanos: Erik, Kevin, Paul, Danika por su comprensión y apoyo. Me han ofrecido todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño.

A mis sobrinos Dayra, Cataleya, Iker y todos mis amigos, familiares que no recordé al escribir esto.

Maciel Cruz



AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por haberme permitido vivir y cumplir una meta más en mi vida.

*A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias y a los
catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por las enseñanzas
y conocimientos que me han brindaron durante los años de mi formación profesional.*

*A mi asesor M.Sc. Juan Quispe Ccama, por esos momentos de apoyo, guía y
conocimientos que me ayudaron a desarrollar mi tesis.*

*A los miembros del jurado: D.Sc. Jose David Velezvia Diaz, D.Sc. Rosario Edely Ortega
Barriga, por sus sugerencias, recomendaciones y correcciones en el desarrollo de este
trabajo de investigación.*

*Al presidente de tesis PhD. Saire Roenfi Guerra Lima por ese apoyo y dirección en la
ejecución de este trabajo investigación.*

*Al Ingeniero M.Sc. Víctor Choquehuanca Cáceres (+) por su orientación y
predisposición permanente en aconsejarme y aclarar mis dudas de este trabajo de
investigación. Su apoyo fue de mucha importancia para lograrlo.*

*Al Tec. Pablo B. Condori Silva, laboratorista de postcosecha y microbiología de la
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por las facilidades prestadas en el uso
de los laboratorios durante la ejecución de este trabajo de investigación.*

*A mi madre, familia y amigos a quienes agradezco por su apoyo incondicional y que hoy
finalizo una gran etapa académica en mi carrera concluyendo con mi tesis.*

Maciel Cruz



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 15

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL 17

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 17

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 18

2.2. MARCO TEÓRICO 24

2.2.1. Palta (Persea americana Mill) 24

2.2.2. Clasificación taxonómica..... 25

2.2.3. Principales variedades..... 25

2.2.3.1. Variedad hass 26

2.2.3.2. Variedad fuerte..... 26

2.2.4. Composición química 27

2.2.5. Madures del fruto..... 27

2.2.5.1. Madurez fisiológica..... 27

2.2.5.2. Madurez de consumo 28



2.2.6. Cosecha.....	28
2.2.7. Postcosecha.....	28
2.2.8. Almacenamiento	29
2.2.9. Factores que influyen en el deterioro.....	29
2.2.9.1. Respiración.....	29
2.2.9.2. Deshidratación	30
2.2.9.3. Etileno	30
2.2.10. Parámetros de calidad	30
2.2.10.1. Pérdida de peso.....	30
2.2.10.2. Firmeza	31
2.2.10.3. Color	31
2.2.10.4. Análisis microbiológicos	32
2.2.11. Recubrimiento comestible	33
2.2.11.1. Propiedades.....	33
2.2.12. Compuestos utilizados en los recubrimientos.....	34
2.2.12.1. Recubrimiento a base de polisacáridos.....	34
2.2.12.2. Linaza	35
2.2.12.3. Clasificación taxonómica	35
2.2.12.4. Composición química	36
2.2.12.5. Mucilago de linaza	36
2.2.12.6. Características y propiedades del mucilago	37
2.2.12.7. Aditivos para la elaboración de recubrimientos	37
2.2.12.8. Glicerina	37
2.2.12.9. Pectina.....	38
2.2.12.10. Aplicación de recubrimiento comestible en frutas	38

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS



3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	39
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	39
3.2.1. Materia prima.....	39
3.2.2. Insumos	39
3.3. EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO.....	39
3.3.1. Materiales.....	39
3.3.2. Equipos	40
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	40
3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	44
3.6. FACTORES DE ESTUDIO	45
3.7. VARIABLES DE RESPUESTA	46
3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL	46

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE (RCE), A BASE DE DIFERENTES PORCENTAJES DE GLICERINA, PECTINA Y BASE DE MUCÍLAGO DE LINAZA (<i>Linum usitatissimum</i>), MEDIANTE PÉRDIDA DE PESO Y FIRMEZA DE LA PALTA (<i>Persea americana</i> Mill) VARIEDAD HASS.....	49
4.1.1. Determinación de efecto del RCE en la pérdida de peso.....	49
4.1.2. Determinación de efecto del RCE en la firmeza.....	51
4.2. COMPARACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE ELABORADO (RCE) CON RECUBRIMIENTO COMERCIAL (DECCO LUSTR 255-AV) EN LA CONSERVACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CALIDAD FÍSICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA PALTA (<i>Persea americana</i> Mill) VARIEDAD HASS.	54
4.2.1. Determinación de pérdida de peso	54
4.2.2. Determinación de Firmeza	56



4.2.3. Determinación de color.....	59
4.2.4. Determinación microbiológica (mohos y levaduras).....	66
V. CONCLUSIONES.....	70
VI. RECOMENDACIONES	71
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS.....	80

Área: Ingeniería y tecnología.

Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 26 de abril del 2023



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Composición química promedio de la palta.....	27
Tabla 2:	Temperatura óptima y humedad relativa de almacenamiento	29
Tabla 3:	Porcentaje de glicerina, pectina y mucilago en la formulación (RCE).....	46
Tabla 4:	Parámetros de calidad como variable de respuesta.....	46
Tabla 5:	Tratamientos para la determinación de la mejor formulación del RCE.....	47
Tabla 6:	Tratamientos de comparación y determinación de parámetros de calidad ..	48
Tabla 7:	Datos de pérdida de peso de la Palta Hass	80
Tabla 8:	Datos del porcentaje de pérdida de peso de la Palta Hass	80
Tabla 9:	Datos de pérdida de firmeza de la Palta Hass	81
Tabla 10:	Datos comparativos de pérdida de peso de la Palta Hass	81
Tabla 11:	Datos comparativos del porcentaje de pérdida de peso de la Palta Hass	81
Tabla 12:	Datos comparativos de pérdida de firmeza de la Palta Hass	82
Tabla 13:	Datos comparativos de variación de color a* de la Palta Hass.....	83
Tabla 14:	Datos comparativos de variación de color b* de la Palta Hass.....	83
Tabla 15:	Datos comparativos de variación de color L de la Palta Hass	84
Tabla 16:	Datos comparativos de análisis microbiológico de la Palta Hass	84
Tabla 17:	Análisis de varianza para el efecto del RCE en la pérdida de peso	85
Tabla 18:	Análisis de varianza para el efecto del RCE en la firmeza	85
Tabla 19:	Análisis de varianza para la pérdida de peso	85
Tabla 20:	Análisis de varianza para la firmeza	86
Tabla 21:	Análisis de varianza para el color a*	86
Tabla 22:	Análisis de varianza para el color b*	86
Tabla 23:	Análisis de varianza para el color L.....	87
Tabla 24:	Análisis de varianza para la carga microbiológico (mohos y levaduras).....	87



Tabla 25: Análisis de comparación Duncan en la variación del efecto del RCE en la pérdida de peso	88
Tabla 26: Análisis de comparación Duncan en la variación del efecto del RCE en la firmeza	88
Tabla 27: Análisis de comparación Duncan en la variación de pérdida de peso	88
Tabla 14: Análisis de comparación Duncan en la variación de firmeza	89
Tabla 29: Análisis de comparación Duncan en la variación del color a*	89
Tabla 30: Análisis de comparación Duncan en la variación del color b*	89
Tabla 31: Análisis de comparación Duncan en la variación del color L	90
Tabla 32: Análisis de comparación Duncan en la variación microbiológica (mohos y levaduras)	90



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Diagrama de flujo para el desarrollo de la investigación	41
Figura 2:	Comportamiento del efecto de RCE en la pérdida de peso durante el proceso de observación en almacenamiento	51
Figura 3:	Comportamiento del efecto de RCE en la firmeza durante el proceso de observación en almacenamiento	52
Figura 4:	Comportamiento de pérdida de peso durante el proceso de observación en almacenamiento	56
Figura 5:	Comportamiento de firmeza durante el proceso de observación en almacenamiento	59
Figura 6:	Comportamiento del color a^* durante el proceso de observación en almacenamiento	61
Figura 7:	Comportamiento del color b^* durante el proceso de observación en almacenamiento	64
Figura 8:	Comportamiento del color L durante el proceso de observación en almacenamiento	66
Figura 9:	Comportamiento microbiológico durante el proceso de observación en almacenamiento	69
Figura 10:	Palta (<i>Persea americana</i> Mill) variedad Hass seleccionadas	91
Figura 11:	Linaza (<i>Linum usitatissimum</i>)	91
Figura 12:	Mucílago de linaza	91
Figura 13:	Recubrimiento comestible elaborado	91
Figura 14:	Método de inmersión	91
Figura 15:	Secado de paltas con recubrimiento a temperatura ambiente	91
Figura 16:	Peso de la palta hass	92



Figura 17: Determinación del color de la palta hass	92
Figura 18: Determinando firmeza de palta hass.....	92
Figura 19: Preparación de OGYE agar para determinación de mohos y levaduras.....	92
Figura 20: Siembra de mohos y levaduras las muestra en el agar OGYE	92
Figura 21: Recuento de mohos y levaduras	92



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RCE	:	Recubrimiento comestible elaborado.
RC	:	Recubrimiento comercial.
MP	:	Muestra patrón.
ANVA	:	Análisis de varianza.
DCA	:	Diseño completamente al azar.
Ufc	:	Unidades formadoras de colonia.
%PP	:	Porcentaje de Pérdida de Peso.
Pf	:	Peso final.
Pi	:	Peso inicial.
Ppm	:	Partes por millón.
pH	:	Potencial de hidrogeniones.
CO₂	:	Dióxido de Carbono.
N	:	Newton.
Rpm	:	Revoluciones por minuto.
Min	:	Minutos.
L	:	Litros.
ml	:	Mililitros.
°C	:	Grados Celsius.
G	:	Gramos.
Kg	:	Kilogramos.
AOAC	:	Association of Official Analytical Chemists methods.
INIA	:	Instituto Nacional de Investigación Agraria.



RESUMEN

Se evaluó la mejor formulación del recubrimiento comestible elaborado (RCE) y la comparación con el recubrimiento comercial (RC), en la conservación de su calidad respecto a las propiedades físicas y microbiológica de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass durante 3 semanas de almacenamiento a 5°C. Se estudió 3 formulaciones: T1 (1% pectina+2% glicerina+97% mucílago de linaza), T2 (2% pectina +4% glicerina + 94% mucílago de linaza), T3 (3% pectina + 6% glicerina + 91% mucílago de linaza) y una muestra patrón (sin cobertura). La pérdida de peso se determinó por el método de gravimetría, la firmeza por el método destructivo Magness Taylor, el color (a^* , b^* , L) por el método de sistema CIEL*a*b* y el análisis microbiológico (mohos, levaduras) por el método de UFC. Para el primer objetivo se optimizaron los tratamientos con el análisis de varianza con un nivel de significancia del 5%, donde presentó diferencia estadística altamente significativa y el método de comparación múltiple de Duncan nos indicó el mejor tratamiento: T2 (2% pectina, 4% glicerina, 94% mucílago de linaza), que presenta mayor efectividad de conservación con menor pérdida de peso de 3.4% y firmeza de 9.4 N. Para el segundo objetivo en la comparación del RC y RCE el análisis de varianza presentó diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos y el método de comparación múltiple Duncan nos indica el comportamiento de la efectividad del RC y RCE donde no se presentan diferencias ya que la acción de conservación de ambos recubrimientos son similares en pérdida de peso, pérdida de firmeza, variación de color a^* y variación microbiológica, a diferencia de la variación del color b^* (15.76) y color L (30.01) con una mínima diferencia el RC presenta mejores resultados. Por lo tanto, se concluye que el RCE logró la efectividad en la conservación de su calidad de propiedades físicas y microbiológica y prolongar la vida de anaquel en la palta variedad Hass.

Palabras clave: Palta Hass, recubrimiento, mucilago de linaza, pectina y glicerina.



ABSTRACT

The best formulation of the elaborated edible coating (RCE) and the comparison with the commercial coating (RC) were evaluated, in the conservation of its quality with respect to the physical and microbiological properties of the avocado (*Persea americana* Mill) variety Hass during 3 weeks of storage at 5°C. Three formulations were studied: T1 (1% pectin + 2% glycerin + 97% linseed mucilage), T2 (2% pectin + 4% glycerin + 94% linseed mucilage), T3 (3% pectin + 6% glycerin + 91% flaxseed mucilage) and a standard sample (without cover). Weight loss was determined by the gravimetry method, firmness by the Magness Taylor destructive method, color (a^* , b^* , L) by the CIEL $^*a^*b^*$ system method and microbiological analysis (moulds, yeasts) by the plate count method. For the first objective, the treatments were optimized with the analysis of variance with a 5% of significance level, where it presented a highly significant statistical difference and Duncan's multiple comparison method indicated the best treatment: T2 (2% pectin, 4% glycerin, 94% flaxseed mucilage), which presents greater conservation effectiveness with less weight loss of 3.4% and firmness of 9.4 N. For the second objective in the comparison of CR and RCE, the analysis of variance presented a highly significant statistical difference for the treatments and the Duncan multiple comparison method indicates the behavior of the effectiveness of the RC and RCE where there are not differences since the conservation action of both coatings are similar in weight loss, loss of firmness, color variation a^* and microbiological variation, unlike the variation of color b^* (15.76) and color L (30.01) with a minimal difference, the CR presents better results. you. Therefore, it is concluded that the RCE achieved effectiveness in preserving its quality of physical and microbiological properties and prolonging the shelf life in the hass variety avocado.

Keywords: Hass avocado, coating, flaxseed mucilage, pectin and glycerin.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, ha aumentado el interés por garantizar que las frutas y hortalizas frescas conserven sus propiedades nutricionales y organolépticas durante el mayor tiempo posible, lo que determina la calidad y la vida útil de las frutas, que a menudo cambian durante el proceso de postcosecha, almacenado y comercialización (Pastor, 2010).

Uno de estos grandes problemas en la actualidad de los productos frescos como la palta es su corto tiempo de vida útil debido a su deshidratación, maduración, proliferación de microorganismos y por ende a la pérdida de nutrientes, lo que conlleva a una pérdida de calidad. El trabajo del recubrimiento es reemplazar la cera natural que se pierde durante el manejo de las frutas después de la cosecha, disminuyendo así las pérdidas durante el transporte y mejorando el aspecto de la fruta cuando se vende (Salvador, 2003)

Sin embargo, hoy en día se han desarrollado recubrimientos con películas comestibles con el fin de proteger a los productos de los factores externos, y a la vez disminuir la respiración de estos productos para alargar el tiempo de vida útil. Entre estos recubrimientos tenemos al almidón, ceras, y proteínas; las ceras no poseen propiedades nutricionales y las proteínas que son susceptibles al ataque microbiano, a diferencia del mucilago de linaza que presenta propiedades reológicas por ser una fibra soluble, por su contenido de ácidos grasos esenciales y además que posee de brillo propio para darle una mejor apariencia al producto (Escudero & Serrano, 2013).

El uso de recubrimientos comestibles es una técnica que va captando importancia en estos últimos años, a fin de conservar y mejorar la calidad del alimento en su proceso



y almacenado. Por ejemplo, en frutas y verduras, se utilizan para extender la vida útil disminuir la pérdida de agua y retrasar la maduración de la fruta al actuar como una barrera para el intercambio de gases. También se utilizan para mejorar su integridad mecánica o evitar un procesamiento posterior y agregar brillantez, haciéndolo sumamente atractivo para su venta (Pastor, 2010).

Por lo tanto, la investigación propone utilizar el mucilago de linaza (*Linum usitatissimum*) como recubrimiento en la reducción de la velocidad de deterioro y alargar la vida de anaquel de la palta (*Persea americana* Mill) variedad hass. Con este propósito se plantearon los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la mejor formulación del recubrimiento comestible a base de mucilago de linaza (*Linum usitatissimum*) y comparar con el recubrimiento comercial en la conservación de calidad en la palta (*Persea americana* Mill) variedad hass, durante su almacenamiento.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la mejor formulación del recubrimiento comestible elaborado (RCE), a base de diferentes porcentajes de glicerina, pectina y base de mucilago de linaza (*Linum usitatissimum*), mediante pérdida de peso y firmeza de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass.
- Comparar la mejor formulación de recubrimiento comestible elaborado (RCE) con recubrimiento comercial en la conservación de calidad de sus propiedades físicas y microbiológica de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Apaza (2020), durante su pesquisa sobre la incidencia de aplicar recubrimientos bio-degradables formulados a partir de mucílago de nopal (*Opuntia spp.*) en la conservación de la palta (*Persea americana* Mill) variedad hass, durante el período de almacenamiento de 35 días, comprobándose la influencia de la temperatura de anaquel y el recubrimiento sobre la pérdida de peso porcentual, así como la firmeza y el cambio de coloración exterior. Uso dos concentraciones de mucilago (1% y 3%) como base para el recubrimiento, así como un patrón de control (sin recubrimiento) con 2 temperaturas de almacenamiento respectivamente (5 y 10 °C). Los resultados del recubrimiento de mucilago al 3 % fue el mejor en el grupo de tratamientos, almacenado a 5 grados Celsius, logrando disminuciones en sus pesos hasta 5.82 porciento, en cuanto a firmeza 16.53 N y especificación de color, L^* 34.24, a^* -4.59 y b^* 13.08 correspondiente a 35 días de almacenamiento.

Osis (2020), al estudiar los efectos del recubrimiento de polen de abeja sobre la pérdida porcentual de peso cambio de colores, firmezas y evaluacion microbiológica de palta de la especie hass, obtuvo resultados sobre el efecto del recubrimiento en la pérdida de peso equivalentes al 10% (2.376%), con un color verdozo correspondientes al 10% (12.034), la firmeza presento con 10% (7.21 N) y finalmente el crecimiento de moho y levadura con 10% (0.86 ufc/gramos). Concluyó que el efecto del recubrimiento logro una menor pérdida de peso, como la conservacion del color evaluadas por los rangos de $L^*a^*b^*$, mayor firmeza y menor presencia de moho y levadura en la palta de la variedad hass.



Escobar et al (2019), evaluaron el tiempo de almacenamiento sobre parámetros de calidad de las paltas Hass, almacenadas durante 0, 3, 4 y 5 semanas a 5 ° C. Los resultados que obtuvo en la variación de color a^* son valores positivos bajos 0.43 a 7.0, en su etapa de almacenamiento.

Herrera (2018), en su estudio aplicación de recubrimientos comestibles a base de goma de tara y goma xantan en la calidad de postcosecha de la palta. Realizo la aplicación mediante diseño de mezclas siendo la formula optima F19 (G.T 0.46% + C.A 0.31 % + Glicerol 1.22% + Tween 80 0.1% y se completa con 97.9 % de agua). Trabajo a temperaturas de 21°C, 8°C y 5°C. Teniendo como resultado con la formulación optima F19 a temperatura de 5°C, disminuyo significativamente la pérdida de peso 65.20% hasta los 36 días de almacenamiento cumpliendo con los requisitos de calidad.

Cruz & Sarango (2017), durante el desarrollo de su proyecto evaluaron aplicar cobertura comestible en base a propóleo y linaza a fin de alargar la vida útil de mango como testigo emplearon frutos sin cobertura y mango con cobertura de mucilago de linaza. Al resto de tratamientos se les aplico coberturas de mucilago y propóleo de 3,5 y 7 % respectivamente. Almacenándose a todos a temperatura de ambiente por el lapso de 16 días. Obtuvieron como resultados la preparación de 5 % porque se produjo menor pérdida de peso 0.336kg correspondiente a mango verde y 0.335kg para mango semiverde.

García, Salas, & Canales (2017), en su trabajo recubrimiento comestible a base de Aloe vera como estrategia para la preservación de la guayaba (*Psidium guajava*), obtienen resultados óptimos con 30% de Aloe vera y 1.5% de glicerol, almacenado a 4 ° C por 15 días, así como en el análisis de mohos y levaduras presenta menor conteo de 3.03 ufc/ml. Donde concluyen que aplicar recubrimiento de Aloe vera y glicerol retrasa en gran medida el tiempo de maduración de la guayaba asi mismo se consiguio preservar sus



características físicas (firmeza y apariencia) y organolépticas conforme pasa el tiempo de almacenamiento.

Mosquera (2015), en su estudio analizó la acción del recubrimiento elaborado a base del almidón de yuca modificado en la palta variedad hass (*Persea americana* Miller) primordialmente en su firmeza, tasa de respiración, disminución de masa, variación del color condicionados a 24 °C y humedad relativa 77.5 %. realizó 4 formulaciones con 3 réplicas: fruto sin recubrir correspondió a T1, 2% T2, 3% T3 y T4: 4 % de almidón de yuca modificado a todos se añadió 2 % de glicerol. En sus resultados obtuvo diferencia significativa en la variable color y tasa de respiración, donde el recubrimiento formulado con 4 % de almidón preservó más el estado de calidad del fruto. Concluye que los recubrimientos con 4%, 3% y 2% de almidón preservaron las características de calidad con una baja pérdida de firmeza y peso, menor tasa de respiración y retención del color verde.

Sánchez (2014), en su estudio evaluó los efectos del uso de las coberturas biodegradables y temperaturas sobre la firmeza, color, pérdida porcentual de peso y la aceptabilidad general de cultivares de aguacate (*Persea americana* Mill) variedad Fuerte, por un período de almacenamiento de 30 días a 6 y 10 °C. Evaluó la gelatina-almidón y gel de aloe vera, además utilizó muestra control (sin recubrimiento). Donde obtuvo mejores resultados para el recubrimiento almidón - gelatina a 6 °C de temperatura, con 2.16% de pérdida de peso durante el almacenamiento de treinta días y el recubrimiento con gel de Aloe vera presentó mayor conservación de firmeza (4.88 N), a los 30 días de almacenamiento y en el estudio de parámetros de color la cobertura biodegradable de gelatina-almidón a 6 °C obtuvo óptimos resultados en el sistema L*, a* y b* sobre todo en la pulpa y cáscara, originando consecuentemente muy poca pérdida de peso del fruto en estudio durante el periodo de almacenado.



Márquez, Pretell & Minchón (2013), reportaron el crecimiento de moho y levadura en la palta Hass en el periodo de almacenamiento con diferentes tratamientos, donde la muestra control presento 800 ufc/g y para el recubrimiento de almidón - gelatina al que se adicionaron extractos de matico y molle en 5% de aceite esencial presentaron resultados de 4 ufc/g, 2 ufc/g y 8 ufc/g correspondientemente.

Embuscado & Huber (2009), Muestran que el factor principal de la pérdida de peso de vegetales y frutas es la difusión del vapor de agua, que está determinada por la diferencia de presión fuera o dentro del alimento; los recubrimientos contribuyen en su reducción puesto que forman una capa y/o película sobre la cascara. Los factores más resaltantes de la tasa de transferencia de materia son la permeabilidad a la humedad y el espesor de la película del recubrimiento. La humedad relativa y la temperatura del ambiente también juegan un papel importante por su influencia en la variación de presión de vapor entre en ambiente y la fruta.

Márquez & Pretell (2009), nos mencionan que la preservación de la firmeza en la palta con cobertura podría explicarse a la descomposición retardada de la protopectina insoluble en pectina y ácidos pécticos más solubles. Durante la maduración de las frutas, a medida que aumenta la actividad de la poligalacturonasa y la pectinesterasa, las pectinas se despolimerizan o se acorta la longitud de la cadena, lo que provoca cambios en el nivel de los componentes de la pared celular. Esta modificación celular conduce a la disminución de agua, que también se cree que es un factor primordial en las variaciones de la firmeza de las verduras, así como de las frutas. Se ha corroborado que el almacenamiento en una atmósfera con menores concentraciones de oxígeno (O₂) y altas concentraciones de CO₂ (dióxido de carbono), reduce la actividad de la pectinasa y mantiene las frutas y verduras con retención de firmeza.



Marquez & Pretell (2009), en su estudio utilizaron un recubrimiento biodegradable a base de CMC carboximetil celulosa, gel de Aloe vera y almidón de gelatina y observaron una modificación en la firmeza de la palta variedad Hass, posterior del almacenamiento a 10 y 20 °C durante 20 días.

Marquez & Pretell (2009), mencionan que, en la mayoría de las frutas, que tienen procesos de cambios en el color se deben principalmente a factores que influyen en la síntesis de los carotenoides y de antocianinas, así como la modificación de la clorofila a otros pigmentos.

Aguilar & Otros (2008) en su trabajo de investigación mencionan que la pérdida de peso no debe exceder el 10%, ya que exceder esta cantidad afectará la apariencia y también reducirá el valor comercial y la calidad de la fruta.

Cancino (2007), en su estudio sobre el efecto del tiempo de almacenamiento en la luminosidad de las frutas, mostró una reducción gradual del brillo con el tiempo de almacenado, con un valor de 36.12 referido al control y 37.59 a los tratados con triglicéridos y 36.12 a los que se aplicó cera Carnauba. Este efecto fue causado especialmente por el color de la celulosa, que cambió de verde claro a verde amarillento con el aumento del tiempo de almacenamiento, lo que podría explicar la disminución del brillo.

Aguilar (2005), en su estudio el investigador utilizó un recubrimiento de almidón y gelatina a fin de analizar su efecto como recubrimiento sobre la retención de la firmeza y la pérdida de peso de la palta Hass, almacenados por 40 días a 6°C, lo que retraso la maduración y prolongo la vida útil de la palta, informo una pérdida de peso del 7.2 % en comparación con la muestra control, que asciende al 10.1 %.



Mafftonazad & Ramaswamy (2005), en su estudio observaron que después de 10 días de almacenamiento a 20 °C, la palta Hass recubiertos con metilcelulosa perdió un 6,5 % de su peso, en comparación con las muestras sin recubrir que perdió un 8,0 %.

Maftoonazad & Ramaswamy (2005), quienes utilizaron recubrimiento a base de metilcelulosa para prolongar la vida útil de postcosecha de paltas Hass almacenadas a 20 °C temperatura ambiente durante 10 días, alcanzando un valor de 0.23 N de firmeza para paltas con coberturas durante el estudio de 10 días en contraste con las paltas de control que presentó modificación en su firmeza a partir del día 5 de almacenado.

Maftoonazad & Ramaswamy (2005), informaron que la mínima retención o cambio de color en frutas y verduras tratadas con un recubrimiento podría estar relacionada con el efecto del recubrimiento, al crear una atmósfera variable alrededor del producto. La presencia de dióxido de carbono en el medio de almacenamiento es un factor importante para prevenir la descomposición de la clorofila.

Aguilar (2005), reportó ligeros cambios de color para los valores L^* , a^* y b^* en un grupo de palta variedad Hass recubierto con gelatina-almidón almacenado a 6 °C, en contraste con el grupo de muestra o control que vio cambios más significativos. También se reporta que el recubrimiento de la fruta puede generar una atmósfera modificada entre la cobertura y la superficie de la fruta, ya que la pérdida de clorofila y la biosíntesis de carotenoides y antocianinas pueden retrasarse en frutas y vegetales almacenados en atmósfera modificada y/o controlada.

Huber, Karakurt, & Jeong (2001), Nos indican que el ablandamiento de la firmeza de la fruta se debe a la descomposición de los componentes de la pared celular, particularmente la pectina, por la acción de enzimas específicas como la pectinesterasa y la poligalacturonasa.



Salunkhe, Bolin, & Reddy (1991), en su investigación pudieron demostrar que la presencia de CO₂ durante el almacenamiento es un factor importante para prevenir la descomposición de la clorofila y es el factor principal que acelera el cambio de color durante la maduración de la fruta.

Kader (1986), indica que la pérdida de clorofila y la biosíntesis de carotenoides y antocianinas se pueden controlar en frutas y hortalizas conservadas en atmósfera controlada.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Palta (*Persea americana* Mill)

La palta (*Persea americana* Mill) es un cultivo nativo de América, originario del este y centro de México y las altas mesetas de América Central, que se extiende a Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú (Bernal & Dias, 2008).

El aguacate, o palta como también se le conoce en el mercado internacional, es una fruta subtropical climatérica que suele ser alargada y de piel verde, pero la principal variedad comercial "Hass" es de color negro púrpura cuando madura. Son de las pocas frutas que contienen alta cantidad de aceite (ácidos grasos). La alta concentración de ácidos grasos monoinsaturados y otros fitoquímicos hacen del aguacate una fruta muy saludable y nutritiva (Yahia, 2011).

La producción de palta en el Perú al mes de junio del 2022, totalizó en 168 mil 404 toneladas, lo que representó un crecimiento de 10.1% en comparación con el mismo mes del año anterior (152 mil 945 toneladas), esto influenciado por las favorables condiciones climatológicas que permitieron el buen desarrollo del cultivo. Donde 13 departamentos registraron incrementos en la producción de este fruto, destacando La



Libertad (30.8%) e Ica (12.9%) que aportaron el 58.3% del total nacional. Seguido de Pasco (42.5%), Tacna (29.4%), Huánuco (26.1%), Arequipa (24.0%), Cajamarca (16.8%), Apurímac (14.8%), Moquegua (14.2%), Ucayali (12.6%), Ayacucho (11.6%), Junín (9.3%) y Áncash (4.5%). Por otro lado contrariamente, disminuyó la producción en los departamentos de Cusco (-72.8%), San Martín (-70.0%), Piura (-49.8%), Huancavelica (-17.5%), Lima (-14.4%), Lambayeque (-3.5%), Amazonas (-3.2%) y Loreto (-3.1%) (INEI, 2022).

2.2.2. Clasificación taxonómica

Garbanzo (2010), desde el punto de vista botánico clasifica a la palta de forma siguiente:

División: Espermatophita

Sub división: Angiosperma

Clase: Dicotyledoneae

Orden: Laurea

Familia: Lauraceae

Género: Persea

Especie: Persea americana

Nombre común: Aguacate, palta

2.2.3. Principales variedades

En Perú se tiene diversas variedades de palta, los más importantes son fuerte, hass, nabal y hall. Las principales variedades que se comercializan en el mercado peruano son fuertes y hass (Risco, 2017).



2.2.3.1. Variedad hass

La variedad Hass son del 10 al 15% originarios de México y el 85 a 90 % originarios de Guatemala. El árbol es similar en estructura al naranjo, pero de mayor tamaño; es de buena producción; sus frutos son de buena calidad y se pueden almacenar. Los frutos son de tamaño mediano, con un peso de 150-400 g, de 8-10 cm de largo; ovoide a en forma de pera; corteza áspera, de color verde, oscureciéndose a negro cuando madura. Esta condición es normal durante la maduración de este material y, contrariamente a la idea errónea de que es una característica negativa, el hecho de que la fruta se vuelva negra cuando madura es un indicador natural de que está lista para el consumo. Las frutas maduras se mantienen bien en el árbol. El contenido de grasa de la celulosa está entre el 17% y el 21%. Junto con Fuerte, Reed y Colinred, esta variedad es una de las mejores variedades cultivadas en climas moderadamente fríos. La proporción de cáscaras, semillas y pulpa fue de 8,5, 11,5 y 72%, respectivamente (Bernal & Dias, 2008).

2.2.3.2. Variedad fuerte

Es un árbol de crecimiento bajo y maduración temprana, originario de Atlixco (México). Es resistente al frío y es una de las materias primas de aguacate más cultivadas en el mundo. Se autopoliniza, pero se poliniza mejor con las variedades Ettinger, Hass o Puebla; es sensible al calor o al frío durante la floración y la fructificación. A veces viene en dos o tres cortes. Las frutas tienen forma de pera o alargadas, pesan 250 a 450 gramos, largo de 10 a 12 cm, el contenido graso es del 18 al 24%; la corteza es fácil de pelar, fina, lisa, flexible y de color verde oscuro. La pulpa es de color amarillo claro de buena calidad, con sabor a nuez. Las semillas son medianas, muy adheridas a la pulpa. El cultivar puede producir frutos partenocárpicos o no polinizados, llamados pepinillos o cukes. Tiene un buen comercio por su tamaño, resistencia al transporte y almacenamiento. La proporción

de cáscara, semilla y pulpa es de 11%, 15% y 74% respectivamente (Bernal & Dias, 2008).

2.2.4. Composición química

La pulpa de la palta tiene alto contenido de grasa y agua cuando está madura, dependiendo de la variedad también contribuye con una considerable cantidad de kilocalorías (por cada 100 g de porción comestible aporta 131 kcal). Su contenido en proteínas, fibra y minerales es bajo.

Tabla 1: Composición química promedio de la palta

Componente	Porcentaje
Agua	70.56 %
Grasa	20.00 %
Proteína	2.10 %
Carbohidratos	5.95 %
Fibra	0.07 %
Ceniza	1.32 %

Fuente: (García & Quintanilla, 2003).

2.2.5. Madures del fruto

La secuencia de procesos de desarrollo y cambios observados en las frutas se denomina maduración. Como resultado de la maduración, las frutas desarrollan varias características fisicoquímicas que determinan las diferentes etapas de maduración de la fruta (Arias & Toledo, 2007).

El índice de madurez de la cosecha de la palta es importante para no incurrir en la cosecha de frutos poco maduros o demasiado maduros y para disminuir las pérdidas posteriores a la cosecha. Recoger fruta inmadura puede provocar una maduración inadecuada, lo que reduce la calidad de la fruta (Blakey, Bower, & Berting, 2009).

2.2.5.1. Madurez fisiológica

La maduración fisiológica refiere al periodo de desarrollo en la que la palta logra el crecimiento máximo. Al mismo tiempo considera que las frutas pueden mantenerse



posterior a la maduración en el mismo árbol por varios días, semanas a veces meses, sin causar abscisión y caída de la palta (Londoño, 2008).

2.2.5.2. Madurez de consumo

La palta para ser comestible se debe cosechar en una determinada etapa de desarrollo, para lograr ese sabor y blandura de características comestibles; si se cosechan antes de esta etapa, el ablandamiento posterior se debe a la pérdida localizada de turgencia y la falta de sabor desarrollado. Maduran en la etapa final de crecimiento del fruto, cuando la tasa de respiración disminuye, se caracteriza por la acumulación de aceite, triglicéridos y materia seca, con humedad reducida; el mayor incremento como ingrediente principal es el ácido oleico (12-14%) (Calabrese, 2009).

2.2.6. Cosecha

Los frutos deben ser cosechados sin abulladuras ni cortes ni raspaduras que puedan perturbar la apariencia del fruto y sirvan como fuente de crecimiento microbiano y puedan causar daños durante el transporte y almacenamiento (Köhne & Kremer, 1995).

Las paltas no llegan a la menopausia mientras permanecen en el árbol, por lo que alcanzan la madurez para el consumo después de la cosecha. La mayoría de los cultivares pueden permanecer en el árbol durante días, semanas o incluso meses después de alcanzar la madurez fisiológica sin que se caiga la fruta (Bernal & Dias, 2008).

2.2.7. Postcosecha

El manejo postcosecha se considera una serie de actividades y procedimientos que pueden llevarse a cabo entre la producción y el consumo (o uso industrial) de productos agrícolas para proteger su integridad y calidad (Galvis, 1997).

La postcosecha es una actividad posterior a la cosecha; el logro de esta práctica dependerá del correcto manejo agronómico. En el caso de la palta, además se debe tener

en cuenta las técnicas biológicas del fruto, para que los tratamientos permitan alcanzar los mayores niveles de calidad hasta su comercialización (Herrera, 2011).

2.2.8. Almacenamiento

La vida útil posterior a la cosecha de los aguacates refrigerados se prolonga al mantener la calidad general, incluidos características como la textura, el sabor y el contenido nutricional, a lo largo de la cadena de suministro. Las bajas temperaturas afectan directamente la frecuencia respiratoria, que es un síntoma transitorio. La resistencia es inversamente proporcional a la frecuencia respiratoria; por lo tanto, la vida útil de la palta se reduce a temperaturas elevadas. El almacenamiento en frío ralentizó el rápido aumento de la producción de dióxido de carbono y etileno durante la maduración. Varias enzimas involucradas en la síntesis de etileno, carbohidratos, ácidos orgánicos y compuestos volátiles se inhiben a temperaturas más bajas, por lo que se retrasan los cambios de color, sabor, textura y aroma. Para alargar la vida de los aguacates se recomiendan varias temperaturas, aprox. en el rango de 5 a 13°C (Thompson, 2010).

Tabla 2: Humedad relativa y temperaturas óptimas de almacenamiento

Cultivar	Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)	Vida útil (semanas)
Booth	85 - 90	4	4 - 8
Pollock	85 - 90	13	2
Fuchs	85 - 90	13	2
Lula	85 - 90	4	4 - 8
Fuerte	85 - 90	3 - 7	2 - 4
Hass	85 - 90	3 - 7	2 - 4

Fuente: (Yahia, 2011).

2.2.9. Factores que influyen en el deterioro

2.2.9.1. Respiración

Durante la respiración, la energía se produce a partir de la oxidación de almidones, azúcares y otros metabolitos almacenados. En el caso de la palta, los sustratos para la respiración corresponden principalmente a carbohidratos en almidón. Las paltas tienen



una tasa de respiración más alta que las manzanas, los cítricos, las uvas o los kiwis y por lo tanto, emiten más calor durante el almacenamiento que estos; además, las tasas de respiración pueden variar entre cultivares de la misma especie, razón por la cual Hass explica por qué las paltas Hass respiran más rápido que frutos de la variedad fuerte (Gil, 2001).

2.2.9.2. Deshidratación

La pérdida de agua de los frutos está influenciada por la naturaleza de su cutícula y la permeabilidad del intercambio gaseoso, ya que estas pérdidas ocurren principalmente a través de la cutícula o estomas, lentes y heridas. La pérdida de agua de la fruta se ve afectada por factores como la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento, la presencia de cera o mantillo, etc. La cantidad de pérdida de agua debido a los factores anteriores afecta en gran medida la calidad final de la fruta. (Dinamarca, 1988).

2.2.9.3. Etileno

El etileno juega un papel crucial en el proceso de maduración de las paltas, ya que es uno de los factores causales. Pero para que las paltas maduren, el etileno debe estar presente continuamente. Se ha demostrado que las frutas no responden al etileno inmediatamente después de la cosecha, lo que puede explicarse por la presencia de inhibidores endógenos mientras la fruta está en el árbol, con concentraciones de etileno que persisten durante aproximadamente 24 h después de la cosecha. La mayoría de las frutas deben madurar en concentración entre 0.1 de -1 ppm, siendo para la palta 0.1 ppm (Berger, 1989).

2.2.10. Parámetros de calidad

2.2.10.1. Pérdida de peso

La mayoría de las frutas y verduras frescas consisten principalmente en agua. Por lo tanto, la pérdida de peso de estos productos es un resultado directo de la reducción del



contenido de humedad. El principal mecanismo de pérdida de agua de los frutos y vegetales es la difusión del vapor de agua. Esto se debe al gradiente de presión entre el interior y el exterior del fruto. La fina película sobre la superficie de la fruta actúa como una barrera a la difusión del vapor de agua, reduciendo así la tasa de respiración. Desde la perspectiva de la tasa de transferencia de masa, el espesor de la barrera y la permeabilidad a la humedad son factores importantes (Mafftonazad & Ramaswamy, 2005).

2.2.10.2. Firmeza

La firmeza es la característica más importante que determina la calidad de la fruta. Se utiliza para evaluar la calidad y frescura de frutos y vegetales, elegir el momento de la cosecha de productos hortícolas y evaluar su capacidad para conservar la frescura. En la investigación postcosecha, la principal preocupación es cómo mantener la calidad del producto para cumplir con las expectativas del consumidor. Para la mayoría de los alimentos, la firmeza es un factor clave en la aceptación del consumidor, ya que está relacionada con la cocción del producto y puede usarse como un indicador de su vida útil (Arana, 2012).

2.2.10.3. Color

El efecto del recubrimiento de investigación sobre el color de la fruta es un parámetro esencial, el criterio más importante para que los consumidores evalúen si la fruta está madura, y también está directamente relacionado con la percepción de la calidad. Los cambios de color durante el proceso de maduración de la mayoría de las frutas son principalmente el resultado de la descomposición de la clorofila y la síntesis de pigmentos como los carotenoides y las antocianinas. Los principales factores que causan la degradación de la clorofila son los cambios en el pH, la oxidación y la actividad de la clorofila (Embuscado & Huber, 2009).



Durante el almacenamiento, el color de la superficie de la fruta debe analizarse midiendo el color de diferentes partes de la muestra. El sistema de medición de color instrumental más utilizado es CIE $L^*a^*b^*$, que se basa en que el ojo humano tiene tres sensores de color que son sensibles al rojo, verde y azul, mientras que otros colores se perciben como una mezcla de tres colores. En el caso de la escala CIE $L^*a^*b^*$, se puede usar el colorímetro para la medición, L^* significa luminosidad o ligereza, a^* y b^* son coordenadas de cromaticidad (coordenadas rectangulares), a^* es dirección roja, $-a^*$ es verde dirección, b^* es la dirección amarilla, $-b^*$ es la dirección azul. En el centro de estas coordenadas hay una lente acromática con una saturación de color creciente a medida que aumentan los valores a^* y b^* (Olivas & Barbosa, 2004).

2.2.10.4. Análisis microbiológicos

El deterioro de la calidad de alimentos se ve influenciado principalmente por la acción microbiológica de bacterias, hongos y levaduras. El alimento que es adecuado para el hombre también lo es para los microorganismos, muchos de estos destruyen la palatabilidad y atractivo de los alimentos e inclusive algunos de ellos son peligrosos para la salud. Sin embargo, algunos microorganismos son utilizados en el proceso de elaboración de quesos, vinos y cervezas (Nuffield, 1984).

En muchos productos frescos, el nivel de contaminación microbiana es muy alto, por lo que es necesario buscar alternativas para controlar el crecimiento de la microflora, pero su actividad se ve afectada por diversos factores (contenido en grasas, proteína, concentración de sal, valor de pH y temperatura) para reducir su eficacia, por lo que son más eficaces cuando los ingredientes del recubrimiento comestible contienen aditivos antimicrobianos, lo que permite que algunos compuestos migren gradualmente (Falguera, 2010)



2.2.11. Recubrimiento comestible

Los recubrimientos comestibles o biodegradables son capas delgadas de materiales biopoliméricos (proteínas o polisacáridos como soluciones hidrocoloides o emulsiones con lípidos) que se aplican a las superficies de los alimentos además o en lugar de un recubrimiento natural (Uquiche, Villaroel & Cisneros, 2002).

La tecnología de recubrimiento consiste en formar una capa fina y seca de material comestible en la superficie del alimento. Esta capa controla el intercambio de humedad, gases y solutos con el medio ambiente, creando una superficie semipermeable contra el movimiento de oxígeno, dióxido de carbono, humedad y solutos, dando como resultado una atmósfera modificada. Los recubrimientos también pueden proporcionar una apariencia atractiva en las superficies de los alimentos y, dependiendo de la composición del material de recubrimiento, tienen propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Al aplicar un recubrimiento comestible a la superficie de los productos frescos, proporcionamos una barrera semipermeable a la humedad y al oxígeno, creando una atmósfera controlada baja en oxígeno y alta en carbono para retrasar la maduración y el envejecimiento y controlar la pérdida de sabor. Acumulación de sustancias volátiles y evita el olor (Yanyun, 2018).

2.2.11.1. Propiedades

Los recubrimientos comestibles deben cumplir ciertos requisitos funcionales para controlar o reducir las causas de cambio en el alimento que se recubre. Algunos de estos requisitos, según el tipo de alimento para el que se utilice y sus mecanismos de deterioro predominantes, son:

- Propiedades sensoriales: Debe ser transparente, no debe impartir un sabor u olor diferente al alimento y no debe ser percibido al consumirlo.



- Propiedades barreras: Tiene suficiente absorción al vapor de agua y solutos y permeabilidad selectiva a gases y volátiles.
- Deben estar libres de tóxicos y ser seguros para la salud.
- Deben requerir una tecnología simple para su elaboración.
- Los costes de materia prima y fabricación del recubrimiento deben ser bajos.

Para que los recubrimientos comestibles sean funcionales y por tanto óptimos, se debe prestar especial atención a la elección de los materiales con los que se fabrican, ya que sus propiedades están fuertemente influenciadas por su componente, composición y propiedades estructurales finales (Kester & Fennema, 1986).

2.2.11.2. Compuestos utilizados en los recubrimientos

Las películas y recubrimientos se clasifican según sus materiales estructurales, por lo que lo que llamamos películas y recubrimientos se basan en lípidos, polisacáridos, proteínas o mezclas de estas sustancias (Quintero, Falguera & Muñoz, 2010).

2.2.11.3. Recubrimiento a base de polisacáridos

Los polisacáridos proporcionan la base para recubrimientos comestibles transparentes y uniformes con propiedades mecánicas moderadas. A pesar de su alta hidrofiliidad, poseen excelentes propiedades de barrera a los gases, lo que los hace superiores a las películas plásticas comerciales. Presenta una alta permeabilidad al vapor de agua (Campos, Gerschenson & Flores, 2011).

Los polisacáridos son hidrocoloides que se usan más comúnmente como recubrimientos de frutas y verduras, ya que forman parte de la mayoría de las formas de dosificación disponibles en el mercado hoy en día. Los polisacáridos tienen buenas propiedades de barrera contra gases y pueden adherirse a la superficie de frutas y verduras cortadas, pero son hidrofílicos y, por lo tanto, menos una barrera contra la pérdida de humedad (Kester & Fennema, 1986).



2.2.11.4. Linaza

Las semillas de linaza se han utilizado como fuente de alimento en Asia, el norte de África y Europa desde tiempos prehistóricos y se han cultivado durante mucho tiempo como alimento y fibra. Actualmente se cultiva en unos 50 países, la mayoría de ellos en el hemisferio norte. Canadá es el principal productor, seguido de China, Estados Unidos e India. La producción en Chile es muy pequeña y la mayoría de los productos que se consumen ya sea como suplementos dietéticos o como ingredientes en tortas son importados de Canadá. Históricamente, la linaza se producía principalmente para la producción de aceites industriales. Sin embargo, actualmente existe un renovado interés en el consumo de semillas molidas debido a sus potenciales beneficios para la salud. A pesar de la considerable evidencia que respalda el consumo de semillas de linaza, muchas personas aún desconocen los beneficios del consumo de semillas de lino y sus usos potenciales en los alimentos (Daun & otros, 2003).

La producción de linaza en el Perú es en valles de la zona central, en los departamentos como la Libertad, Junín, Cajamarca y Arequipa, donde las condiciones climáticas y las tierras son aptas para su cultivo. Su producción en T. M. en los periodos 2010 al 2012, fue muy variable ya que en el año 2010 fue 941.71 T.M., en el año 2011 fue 623.55 T.M. y en el año 2012 la producción aumento un aproximado del 50% respecto al año 2011 y fue de 1263.10 T.M. (MINAG, 2012).

2.2.11.5. Clasificación taxonómica

Itis (2022) manifiesta que Taxonomicamente la linaza se clasifica de la siguiente forma:

División: Tracheophyta

Sub división: Spermatophytina

Clase: Magnoliopsida



Orden: Malpighiales

Familia: Lináceas

Género: *Linum* L.

Especie: *Usitatissimum* L.

Nombre común: Linaza o lino

2.2.11.6. Composición química

La linaza contiene aproximadamente un 40 % de lípidos, un 30 % de fibra dietética y un 20 % de proteína. Dependiendo de las condiciones ambientales en las que se cultivó la planta, la composición del extremo proximal varió ampliamente entre las especies. El 87% de los lípidos de la semilla y el 76% de las proteínas se encuentran en los cotiledones, mientras que el endospermo contiene sólo el 17% de los lípidos y el 16% de las proteínas (Babu & Wiesenfeld, 2003).

La linaza es una semilla oleaginosa y una fuente importante de ácidos grasos omega 3, especialmente ácido alfa linolénico, que puede representar hasta el 52% de los ácidos grasos totales; de compuestos fenólicos conocidos como lignanos; de goma coloidal y proteína de alta calidad. Estos compuestos están presentes en diferentes partes de la semilla donde interactúan durante la extracción y el procesamiento, lo que dificulta su uso (Oomah, 2003).

2.2.11.7. Mucilago de linaza

El mucílago de linaza es una sustancia resinosa asociada a la cascara del grano y compuesta por polisacáridos ácidos neutros, las condiciones óptimas para la extracción de la resina son: temperatura del agua 85 y 90°C, pH 6,5 a 7,0, relación agua: semilla 13:1, la suspensión se liofiliza, logrando un rendimiento 13-14%. La goma de linaza tiene buena espumabilidad, estabilidad, resistencia a la sal y viscosidad estable en un amplio



rango de pH. Por esta razón, el mucílago de linaza tiene un gran potencial como recubrimiento de la fruta y prolongar su vida útil (Figuerola, 2008).

2.2.11.8. Características y propiedades del mucilago

El mucilago es un compuesto espeso, similar a un gel, que absorbe agua. Sus propiedades químicas son generalmente comparables a las regiones extendidas de las moléculas de pectina; como complejo de polisacáridos, tiene las propiedades biofísicas requeridas en la industria alimentaria y se utiliza principalmente como estabilizador de alimentos (Cárdenas, Higuera & Goycoolea, 1997).

Son polisacáridos heterogéneos están formados a partir de azúcares, forman una solución coloidal viscosa que forma un gel en agua, provienen de plantas, se utilizan para recubrir fruta cortada que se presentan en conservas, prolongan la vida de la fruta, no afecta la calidad, color o firmeza durante el almacenamiento (Muños, 2011).

2.2.11.9. Aditivos para la elaboración de recubrimientos

En la mayoría de los casos, las películas y recubrimientos comestibles requieren plastificantes, especialmente de polisacáridos y proteínas. Estas distribuciones de película delgada a menudo son frágiles y rígidas debido a las extensas interacciones de las moléculas de polímero (Krochta, 2002).

En la producción de películas y recubrimientos comestibles, se agregan otros ingredientes para ayudar a mejorar sus propiedades, incluidos plastificantes, tensioactivos, emulsionantes, antioxidantes y texturizantes como glicerina, sorbitol, polietilenglicol, resinas, entre otros (Solano, Alamilla & Jiménez, 2018).

2.2.11.10. Glicerina

La glicerina se extrae principalmente de grasas y aceites como mediador en la producción de jabones y ácidos grasos. Puede obtenerse de fuentes naturales por fermentación o por ejemplo de melaza de betarraga en presencia de grandes cantidades



de sulfito de sodio. Sintéticamente, la glicerina se puede obtener por cloración y saponificación del propileno (Badui, 1995).

2.2.11.11. Pectina

la pectina se encuentra considerablemente en las frutas y se extraen sobre todo de sus cascarras mayormente de frutas cítricas como subproductos de la elaboración de jugo de lima, limón y naranjas o de la pulpa de las manzanas como el orujo seco que queda. La pectina viene a ser un polisacárido lineal que está compuesto por ácido galacturónico y presenta cadenas laterales de galactosa, ramnosa y arabinosa. Los recubrimientos de pectina generalmente no son tan fuertes como los recubrimientos de alginato. Pues cuanto más aumenta el contenido de pectina en la composición de la película, se vuelve más dura y menos flexible (Cha & Chinnan, 2004).

2.2.11.12. Aplicación de recubrimiento comestible en frutas

La aplicación de barreras físicas como recubrimientos, a las superficies de las frutas puede regular la permeabilidad del oxígeno, el dióxido de carbono y el vapor de agua, lo que retrasa el proceso de maduración fisiológica natural. Además de proteger contra los ataques de insectos y el crecimiento microbiano, estos mantillos son una alternativa viable para la protección. El uso de recubrimientos también mejora las propiedades mecánicas cuando se trabaja con productos hortofrutícolas. (Pérez & Báez, 2003).

Otra característica importante desde el punto de vista comercial es dar brillo a las frutas para que se vean más atractivas al momento de las ventas. Comúnmente los recubrimientos son aplicados a la fruta a fin de reemplazar la cera natural que se elimina mediante procesos de lavado y cepillado (Shellhammer & Krochta, 2006).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La elaboración y pruebas experimentales del recubrimiento comestible a base de mucilago de linaza y su respectiva comparación con recubrimiento comercial se efectuaron en el Laboratorio de Postcosecha y Microbiología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano - Puno, a condiciones de 3827 m.s.n.m., en el periodo del mes de Marzo a Mayo del 2022.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. Materia prima

- Palta de la variedad Hass, procedente del departamento de Moquegua, distrito de Omate.
- Linaza, procedente de Junín, adquirido en el mercado Unión y Dignidad

3.2.2. Insumos

- Pectina adquirida de la empresa “esencias-colorantes y productos químicos para la industria”
- Glicerina, al 99.5% de pureza adquiridas de la empresa “Santy sabores y aromas”
- Recubrimiento comercial DECCO LUSTR® 255

3.3. EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

3.3.1. Materiales

- Pipetas graduadas PYREX de 1 ml, 10 ml y 50 ml
- Picnómetro instrumento gravimétrico
- Vasos precipitados PYREX con capacidad de 500 ml



3.3.2. Equipos

- Agitador magnético modelo CAT 400 °C y 1200 rpm
- Brixometro digital escala 0 – 80 modelo ATAGY
- Colorímetro portátil modelo SC 20
- Viscosímetro digital, marca: Nahita, model 802
- Estufa eléctrica modelo T1UN 55
- Balanza analítica, modelo TM-PAI 214C. rango 210 - 0.0001 g
- Refrigeradora, marca: SAMSUNG
- Licuadora, marca: Oster, capacidad 1.5L

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología experimental según Guerrero (2018) (con modificación), para la formulacion del recubrimiento comestible elaborado (RCE) y comparacion con el recubrimiento comercial (RC), se muestra en la figura N° 1.

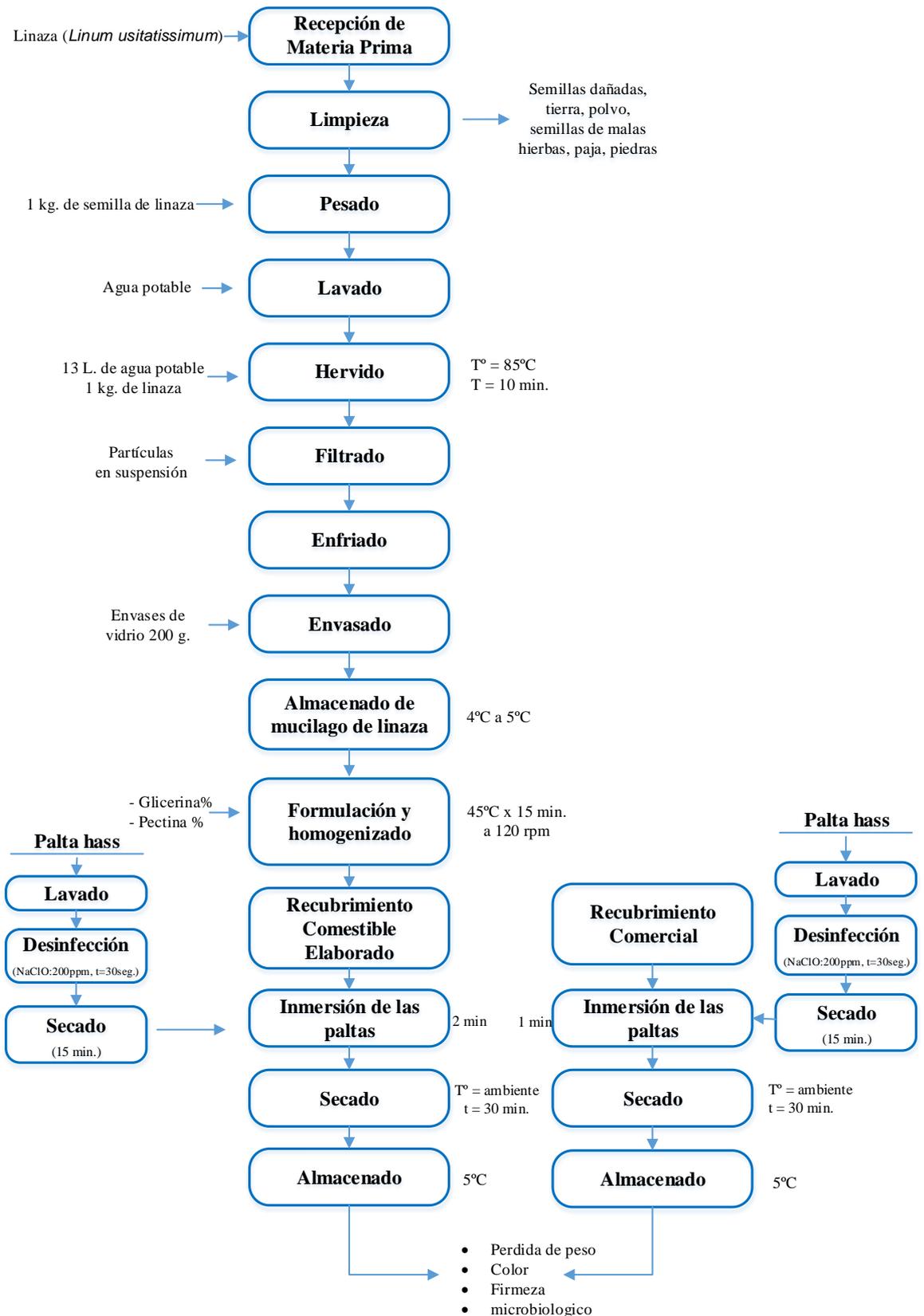


Figura 1: Diagrama de flujo para el desarrollo de la investigación.



A. Descripción tecnológica de la obtención del mucílago de linaza y la formulación del recubrimiento comestible elaborado (RCE)

- **Recepción de materia prima:** Se utilizó como materia prima la linaza, de origen del departamento de Junín y adquirida en el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno.
- **Limpieza:** Se realizó la selección de las semillas con el objetivo de retirar las semillas dañadas, semillas de malas hierbas, pequeños trozos de paja y otras materias extrañas.
- **Lavado:** Se realizó el proceso de lavado de las semillas con agua potable con el fin de eliminar la presencia de tierra y otras materias orgánicas presentes.
- **Cocción o hervido:** Se hirvió las semillas con agua, a una temperatura de 85 a 90 grados Celsius por 10 min, a un pH de 6.5 a 7.0 y con relación agua - semilla de 13 - 1, para así permitir la extracción de fibra soluble de la semilla en su totalidad.
- **Filtrado:** Este procedimiento se realizó con el objetivo de evitar la presencia de partículas en suspensión en el mucílago extraído de la linaza.
- **Enfriado y Envasado:** para el proceso de enfriado del mucílago es hasta lograr una temperatura de 50 grados Celsius por 20 minutos, para su posterior envasado en recipientes de vidrio para conservar sus características en general.
- **Almacenado:** El mucílago se almacenó a temperaturas de 4 a 5 grados Celsius, para conservar sus características fisicoquímicas y organolépticas, y prolongar el tiempo de conservación.
- **Formulación del RCE y homogenizado:** La formulación del recubrimiento comestible elaborado fue de la siguiente manera:
 - RCE01: 1% de pectina + 2% de glicerina + 97% de mucílago de linaza
 - RCE02: 2% de pectina + 4% de glicerina + 94% de mucílago de linaza



- RCE03: 3% de pectina + 6% de glicerina + 92% de mucilago de linaza

Teniendo las formulaciones fueron homogenizadas a una temperatura de 45°C por 15 minutos en un agitador magnético a 120 rpm.

B. Descripción de la aplicación del Recubrimiento Comestible Elaborado (RCE) en la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass.

- **Materia prima:** como materia prima se utilizaron 63 unidades de palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass, para los dos objetivos planteados, procedentes del departamento de Moquegua, distrito de Omate, con un peso promedio de 217.4 gr y con madurez fisiológica.
- **Lavado:** Las paltas se lavaron cuidadosamente con agua destilada, sin ocasionar algunos daños físicos, con el objetivo de retirar impurezas presentes.
- **Desinfección:** Se sumergiendo en una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 200 ppm, por un tiempo de 30 segundos, esto con la finalidad de eliminar microorganismos presentes en la superficie de la palta.
- **Aplicación del recubrimiento:** El recubrimiento comestible elaborado (RCE) se aplicó en la palta en 3 tratamientos de concentraciones diferentes de glicerina (2%, 4% y 6%), pectina (1%, 2% y 3%) y mucilago de linaza (97%, 94% y 91%) respectivamente, estas aplicadas mediante el método de inmersión, donde se dejó reposar por 2 minutos.
- **Secado:** El proceso de secado del recubrimiento fue a temperatura ambiente durante 30 minutos.
- **Análisis inicial:** Se determinaron los parámetros de calidad (pérdida de peso, firmeza, color de cascara y color de pulpa) como dato inicial.
- **Almacenamiento:** son almacenados a temperaturas de 5°C por 3 semanas. En el proceso de almacenado se evaluó cada 7 días: pérdida de peso, firmeza y color.



C. Descripción de la aplicación del recubrimiento comestible elaborado y comercial

- Se tomó el mejor tratamiento del recubrimiento comestible elaborado (RCE) con respecto Al análisis de la pérdida de peso y conservación de firmeza, dicho tratamiento fue comparado con el recubrimiento comercial (RC).
- Todos los tratamientos fueron almacenados a 5° C durante 3 semanas.

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

a. Determinación de pérdida de peso

Método de análisis desarrollado por (AOAC, 2005), que consiste en la determinación del porcentaje de pérdida de peso a través de la variación peso inicial respecto al peso final del fruto en el tiempo que duró el almacenamiento cuya ecuación matemática es:

$$\%pp = \frac{P_{inicial} - P_f}{P_{inicial}} \times 100$$

Leyenda:

% PP: pérdida de peso

Pi: peso inicial

Pf : peso final

b. Determinación de firmeza

La medida de firmeza fue evaluada mediante la determinación de la fuerza de penetración (N o kg/f), por el método destructivo Magness Taylor, utilizando el penetrómetro con un vástago cilíndrico de base semi esférica de 8 a 11 mm de diámetro, a una velocidad de 20 mm/min. Las medidas se toman en diferentes puntos del fruto y se promedian. (AOAC, 2005).



c. Determinación de color

Para la determinación de color se utilizó un colorímetro, a través del modelo cromático del sistema CIE L*a*b*. (AOAC, 1990). Utilizando los siguientes parámetros de relación:

Donde:

L^* : El valor de claridad/oscuridad (+ = claro; - = oscuro)

a^* : El eje rojo/verde (+ = rojo; - = verde)

b^* : El eje amarillo/azul (+ = amarillo; - = azul)

d. Determinación de análisis microbiológico

Para la determinación de análisis microbiológicos (mohos y levadura), se determinó siguiendo la metodología de unidades formadoras de colonia (ufc/g), según (INEN1529-10, 2010), para su determinación se usó la siguiente formula:

$$N = \frac{\text{número total de colonias contadas}}{\text{total de muestra sembrada}}$$

3.6. FACTORES DE ESTUDIO

a. Factores de estudio para el primer objetivo

- Tratamiento 1 (Glicerina 2%, pectina 1% y mucilago de linaza 97%)
- Tratamiento 2 (Glicerina 4%, pectina 2% y mucilago de linaza 94%)
- Tratamiento 3 (Glicerina 6%, pectina 3% y mucilago de linaza 91%)

Tabla 3: Porcentaje de glicerina, pectina y mucilago en la formulación (RCE)

TRATAMIENTOS	PECTINA	GLICERINA	MUCILAGO DE LINAZA
T1	1%	2%	97%
T2	2%	4%	94%
T3	3%	6%	91%

b. Factores de estudio para el segundo objetivo

- Recubrimiento comercial (Decco Lustr 255-AV)
- Recubrimiento comestible elaborado (RCE)

3.7. VARIABLES DE RESPUESTA

a. Variables de respuesta para el primer objetivo

- Pérdida de peso
- Firmeza

b. Variables de respuesta para el segundo objetivo

Tabla 4: Parámetros de calidad como variable de respuesta.

PARÁMETROS DE CALIDAD	UNIDAD
Pérdida de peso	g/día
Color	Luminosidad
Firmeza	N
Microbiológico	ufc/g

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el primer y segundo objetivo, la determinación del efecto de los factores de estudio sobre la variable respuesta de cada objetivo, se realizó bajo el diseño completamente al azar DCA según un diseño DCA basado en un arreglo factorial de 4 x 3 x 3 para el primer objetivo, con 1 muestra patrón, 3 tratamientos a diferentes



formulaciones, 3 repeticiones y 3 semanas de observación en almacenamiento, con 36 observaciones como se muestra en el tabla N° 5 y 3 x 3 x 3 para el segundo objetivo, con 1 muestra patrón, 2 tratamiento, 3 repeticiones y 3 semanas de observación en almacenamiento, con 27 observaciones como se muestra en el tabla N° 6 y con un nivel de significancia al 5% para ambos objetivos. La efectividad se analizó con la prueba de análisis de varianza (ANVA) y con el método de comparación múltiples Duncan, para corroborar las diferencias significativas de los tratamientos. Para los análisis se usó el programa infostad versión 2015.

Tabla 5: Tratamientos para la determinación de la mejor formulación del RCE

VARIABLES DE ESTUDIO			TRATAMIENTOS	REPETICIONES	SEMANAS DE OBSERVACION		
					S1	S2	S3
1% Pectina	2% Glicerina	97% Mucilago de linaza	T1	R1			
				R2			
				R3			
2% Pectina	4% Glicerina	94% Mucilago de linaza	T2	R1			
				R2			
				R3			
3% Pectina	6% Glicerina	91% Mucilago de linaza	T3	R1			
				R2			
				R3			
Muestra Patrón				R1			
				R2			
				R3			



Tabla 6: Tratamientos de comparación y determinación de parámetros de calidad

VARIABLES DE ESTUDIO	TRATAMIENTOS	REPETICIONES	SEMANAS DE OBSERVACION		
			S1	S2	S3
Recubrimiento Comestible Elaborado (RCE)	T1	R1			
		R2			
		R3			
Recubrimiento Comercial (R.C.)	T2	R1			
		R2			
		R3			
Muestra Patrón		R1			
		R2			
		R3			



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE (RCE), A BASE DE DIFERENTES PORCENTAJES DE GLICERINA, PECTINA Y BASE DE MUCÍLAGO DE LINAZA (*Linum usitatissimum*), MEDIANTE PÉRDIDA DE PESO Y FIRMEZA DE LA PALTA (*Persea americana* Mill) VARIEDAD HASS.

4.1.1. Determinación de efecto del RCE en la pérdida de peso

En el Anexo 3 (tabla 17) se muestra, el análisis de varianza (ANVA), con 5% de nivel de significancia, donde se observa que hay diferencia altamente significativa ($P < 0.0001$) para los tratamientos y semanas de observación, sin embargo, para la interacción hay una diferencia estadística significativa ($P < 0.0001$). Por lo tanto, implica que la pérdida de peso a diferentes tratamientos y al transcurso de las semanas de observación varía entre sí, por lo tanto, se realiza la prueba de comparación múltiple Duncan en corroboración de las diferencias estadísticas de los tratamientos.

En el Anexo 11 (tabla 25) se muestra, el método de comparación múltiple Duncan, para la comparación de los promedios del porcentaje de pérdida de peso al 5% de nivel de significancia, con 0.2047 de error y 24 grados de libertad. Donde se aprecia que hay diferencia significativa entre los tratamientos sobre la variación de porcentaje de pérdida de peso y se presenta como mejor resultado el tratamiento T2 con 2% de pectina, 4% de glicerina y 94% de mucilago de linaza, que presenta un menor porcentaje de pérdida de peso con resultado de 3.42 %, por otro lado, los tratamientos T3, T1 y T4 (muestra patrón) tienen mayor pérdida de peso, que varían al transcurso del tiempo de almacenado.



En la figura 2 se observa, la comparación de medias respecto al porcentaje de pérdida de peso de las paltas variedad Hass, que fueron almacenados durante 3 semanas a 5 °C, a diferentes porcentajes de pectina, glicerina y mucilago de linaza. Se aprecia que el porcentaje de pérdida de peso para las paltas variedad hass a diferentes tratamientos incrementan al transcurso del tiempo de almacenado, donde el tratamiento (T2) con una formulación de 2% de pectina, 4% de glicerina y 94% de mucilago de linaza, muestra menor porcentaje de pérdida de peso con un 6% en su última semana de almacenamiento, logrando así disminuir el metabolismo y la producción de etileno. El tratamiento (T4 muestra patrón) tubo el mayor porcentaje de pérdida de peso con un 12.8% en su última semana de almacenamiento. Márquez y Pretell (2009), en su estudio observaron una mayor tendencia en la pérdida de peso para aguacate variedad Hass, con dependencia al tiempo de almacenamiento, utilizando recubrimiento biodegradable (carboximetilcelulosa, gelatina de almidón y gel de aloe vera) durante 20 días a 10 y 20 °C. También, Embuscado & Huber (2009), nos sugieren que el mecanismo principal para la pérdida de peso con frutas y verduras frescas es la difusión del vapor de agua causada por los gradientes de presión del vapor de agua dentro o fuera del alimento, por otro lado Aguilar (2005), quien utilizó recubrimientos de gelatina y almidón para evaluar su efecto como recubrimiento en la palta Hass para mantener la firmeza y la pérdida del peso almacenado a 6 °C durante 40 días, lo que retrasó el proceso de maduración y prolongó la vida útil de la palta, obteniéndose una pérdida del 7.2 % de su peso en comparación con la muestra de control que perdió el 10.1 %. Por otro lado, Apaza (2020), en su estudio sobre la influencia de la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal (*Opuntia spp.*) en la conservación de la palta (*Persea americana* Mill) variedad hass, evaluó el efecto de temperatura de almacenado y los recubrimientos sobre la pérdida de peso durante 35 días de almacenamiento a temperaturas de (5 y 10 °C), con

concentraciones del mucílago (1 y 3%). Obteniéndose mejores resultados con el recubrimiento a 3% de mucílago almacenados a 5°C, alcanzando una pérdida de peso de un 5.82 %, correspondientes al día 35 de almacenamiento. Mafftonazad & Ramaswamy (2005), en su estudio observaron que la palta variedad Hass con recubrimiento de metilcelulosa presentó 6.5% de pérdida de peso, en comparación con la muestra sin recubrimiento o muestra patrón que llegó a 8 % a los 10 días de almacenamiento a 20 °C.

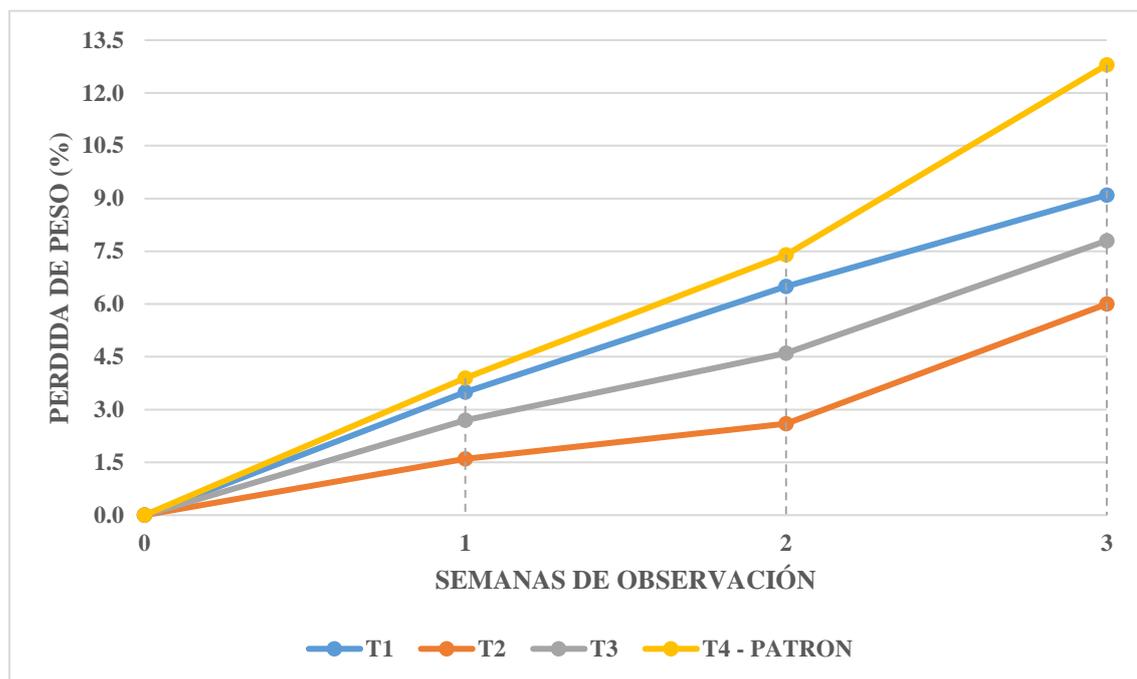


Figura 2: Comportamiento del efecto de RCE en la pérdida de peso durante el proceso de observación en almacenamiento

4.1.2. Determinación de efecto del RCE en la firmeza

En el Anexo 4 (tabla 18) se presenta, el análisis de varianza (ANVA), con un nivel de significancia del 5%, donde se observa que hay diferencia estadística altamente significativa ($P < 0.0001$) para los tratamientos y semanas de observación, sin embargo, para la interacción hay una diferencia estadística significativa ($P < 0.0001$). Por lo tanto, implica que la pérdida de firmeza a diferentes tratamientos y al transcurso de las semanas de observación varía entre sí, por tal se realiza la prueba de comparación múltiple Duncan para su corroboración de las diferencias estadísticas para los tratamientos



En el Anexo 12 (tabla 26) muestra, el método de comparación múltiple Duncan, en la comparación de los promedios de pérdida de firmeza, con 5% de nivel de significancia, con 0.0846 de error y 24 grados de libertad. Donde se aprecia que hay diferencias significativas entre los tratamientos sobre la variación de firmeza, donde se presenta como mejor resultado el tratamiento T2, con una formulación del 2% de pectina, 4% de glicerina y 94% de mucilago de linaza, que presenta una menor pérdida de firmeza con resultado de 9.41 N, por otro lado, los tratamientos T3, T1 y T4 (muestra patrón) tienen mayor pérdida de firmeza, que varían al transcurso del tiempo de almacenado.

En la figura 3 se observa, la comparación de promedios de pérdida de firmeza de las paltas variedad Hass que fueron almacenados durante 3 semanas, a una temperatura de 5°C, a diferentes porcentajes de pectina, glicerina y mucilago de linaza. Se aprecia que la pérdida de firmeza para las paltas variedad Hass a diferentes tratamientos disminuye al transcurso del tiempo de almacenado, donde el tratamiento (T2) con una formulación de 2% de pectina, 4% de glicerina y 94% de mucilago de linaza, muestra una mayor conservación de firmeza con 8.2 N en su última semana de almacenamiento, logrando disminuir la actividad enzimática y conservación de pectina, el tratamiento (T4 muestra patrón) tubo menor conservación de firmeza con 4 N en su última semana de almacenamiento. Marquez & Pretell (2009), observaron la palta variedad Hass cuando usaron recubrimientos biodegradables a base de carboximetilcelulosa, gelatina-almidón y gel aloe vera, donde obtuvieron como resultado una pérdida de firmeza, almacenadas a 10 y 20 °C durante 20 días. Aguilar (2005), usó un recubrimiento de gelatina-almidón en su estudio para evaluar el efecto de este recubrimiento en la conservación de la firmeza de frutos de palta Hass, que pudo retrasar el proceso de maduración y prolongar la vida útil a 40 días cuando se almacenaron a 6 °C. Por otro lado, Osis (2020) en su estudio sobre el efecto del recubrimiento de propóleo de abeja en la pérdida de firmeza de la palta

variedad hass, obtuvo como mejor resultado 7.21N, donde concluyó que el efecto del recubrimiento de propóleo de abeja permitió obtener mayor firmeza en la palta hass. Sánchez (2014), en su estudio evaluó los efectos del recubrimiento biodegradable y las temperaturas sobre la firmeza de los aguacates variedad fuerte durante un período de almacenamiento de 30 días, utilizaron la gelatina-almidón y el gel de aloe vera como base de recubrimiento, además de usar una muestra control (sin recubrimiento) almacenadas a temperaturas de 6 y 10 °C, se concluyó que presenta mejores resultados para el tratamiento con gel de aloe a 6 °C, mostrando una mayor retención de firmeza (4,88 N) a los 30 días. Huber, Karakurt, & Jeong (2001), indican que el ablandamiento de la firmeza de los frutos es atributo a la descomposición de los mecanismos de la pared celular, especialmente de pectinas, debido a la interacción de enzimas específicas tales como la pectinesterasa y la poligalacturonasa.

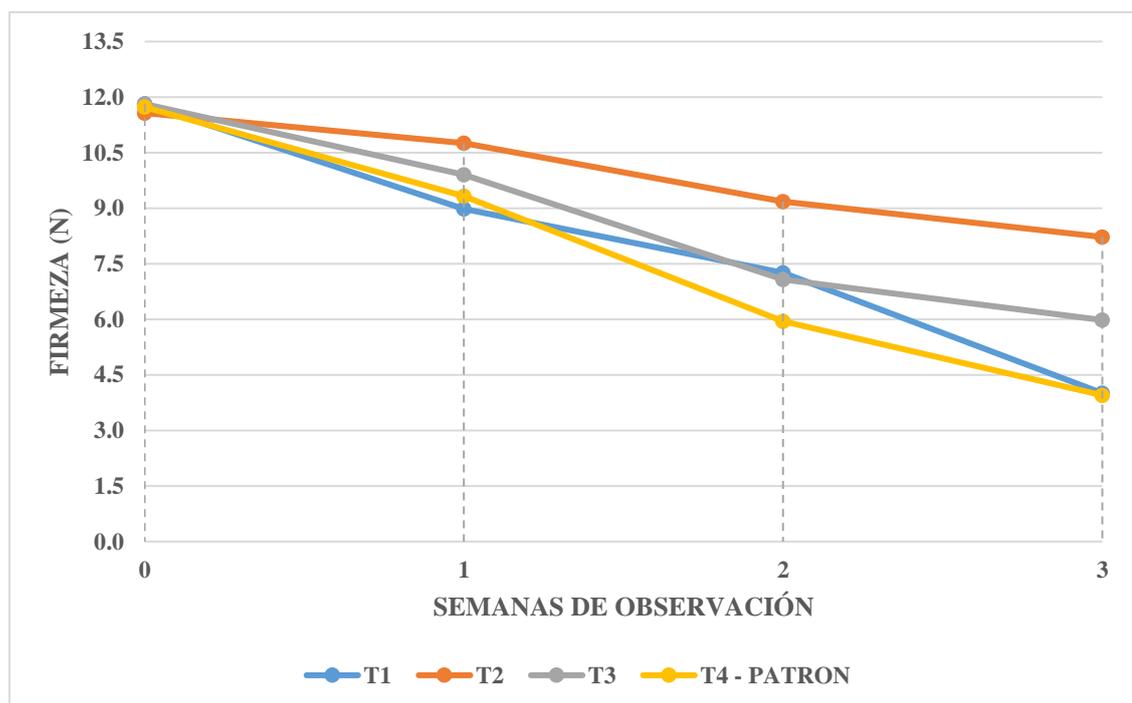


Figura 3: Comportamiento del efecto de RCE en la firmeza durante el proceso de observación en almacenamiento



4.2. COMPARACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE ELABORADO (RCE) CON RECUBRIMIENTO COMERCIAL (DECCO LUSTR 255-AV) EN LA CONSERVACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CALIDAD FÍSICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA PALTA (*Persea americana* Mill) VARIEDAD HASS.

4.2.1. Determinación de pérdida de peso

En el Anexo 5 (tabla 19) se muestra, el análisis de varianza (ANVA), con 95% de nivel de confianza, donde se observa que los tratamientos (RCE y RC) y semanas de observación en almacenamiento muestran diferencia estadística altamente significativa ($P < 0.0001$), dándonos a entender que los tratamientos tienen efectos distintos en la pérdida de peso causada por los procesos de transpiración y respiración durante las semanas de almacenamiento, sin embargo para la interacción hay una diferencia estadística significativa ($P < 0.0001$). Por lo tanto, se realiza la prueba de comparación múltiple Duncan para su corroboración de las diferencias estadísticas para los tratamientos.

En el Anexo 13 (tabla 27) se presenta, la comparación múltiple de Duncan con 5% de nivel de significancia, con 0.2408 de error y 18 grados de libertad. Donde se aprecia que los tratamientos RCE y RC no presentan diferencias significativas, es decir que los porcentajes de pérdida de peso para estos tratamientos varían simultáneamente con un mínimo porcentaje de error, siendo mayores conservadores en el porcentaje de pérdida de peso, sin embargo, el tratamiento Muestra Patrón tiene mayor porcentaje de pérdida de peso. Esto debido a los factores combinados utilizados en el RCE y el contenido en su formulación del RC, en la disminución del metabolismo y producción de etileno.



En la figura 4 se muestra, el comportamiento de las paltas variedad hass tratadas con RC, RCE y Muestra Patrón, almacenados durante 3 semanas a una temperatura de 5°C. Donde se observa que las paltas tratadas con el RC y RCE en la semana uno a la semana dos presentan independientemente una ligera pérdida de peso, en la semana tres el comportamiento en la pérdida de peso para estos tratamientos se asemeja, presentando 5.9% de pérdida de peso para el RC y 6% de pérdida de peso para el RCE, por otro lado, se observa que la muestra patrón presento mayor pérdida de peso con 12.8 % en su última semana de almacenamiento. Según Aguilar & Otros (2008), mencionan que la pérdida de peso no puede exceder el 10%, ya que sobrepasar este valor afectará la apariencia y en consecuencia, disminuirá el valor comercial de la fruta, los valores de la investigación se encuentran por debajo del porcentaje indicado, a diferencia de la muestra patrón (sin cobertura) que siempre presento mayores pérdidas. Por otro lado, Sánchez (2014), en su estudio evaluó el efecto de la aplicación de las coberturas biodegradables (gelatina-almidón y gel aloe vera) y temperatura en la palta variedad Fuerte, almacenadas a temperaturas de 6 y 10 °C por 30 días. Donde presento resultados óptimos con el recubrimiento gelatina-almidón a 6 °C, que obtiene menor pérdida de peso con 2.16%, a los 30 días de almacenamiento. Así como Cruz & Sarango (2017), en su proyecto de estudio evaluaron la aplicación de recubrimiento comestible a base de mucilago de linaza y propóleo para prolongar el tiempo de vida útil del mango kent. Que fueron almacenados durante 16 días a temperatura ambiental. Determinaron como resultados que la formulación de mucilago de linaza al 5% de propóleo dio los mejores resultados en la perdida peso 0.336 (Kg). Como también Osis (2020), en su estudio sobre los efectos del recubrimiento de propóleo de abeja en paltas variedad Hass en la pérdida de peso, obtuvo resultados con un 10% de propóleo de abeja dando como resultado una pérdida de peso del 2.376%. Llegó a la conclusión de que el efecto del recubrimiento de propóleo natural

de abeja permitió obtener menores pérdidas de peso. Por otra parte, Herrera (2018), en su estudio aplicación de recubrimientos comestibles a base de goma de tara y goma xantan en la calidad de postcosecha de palta. Obtuvo como resultado una disminución significativa en pérdida de peso de 65.20%, hasta los 36 días de almacenamiento a una temperatura de 5 °C. Como también Embuscado & Huber (2009), mencionan que las menores tasas de pérdida de peso de las frutas recubiertas podrían atribuirse a las propiedades de barrera de difusión de gases de las estomas, que son orgánulos celulares que regulan el proceso de transpiración y el intercambio de gases entre la fruta y el ambiente.

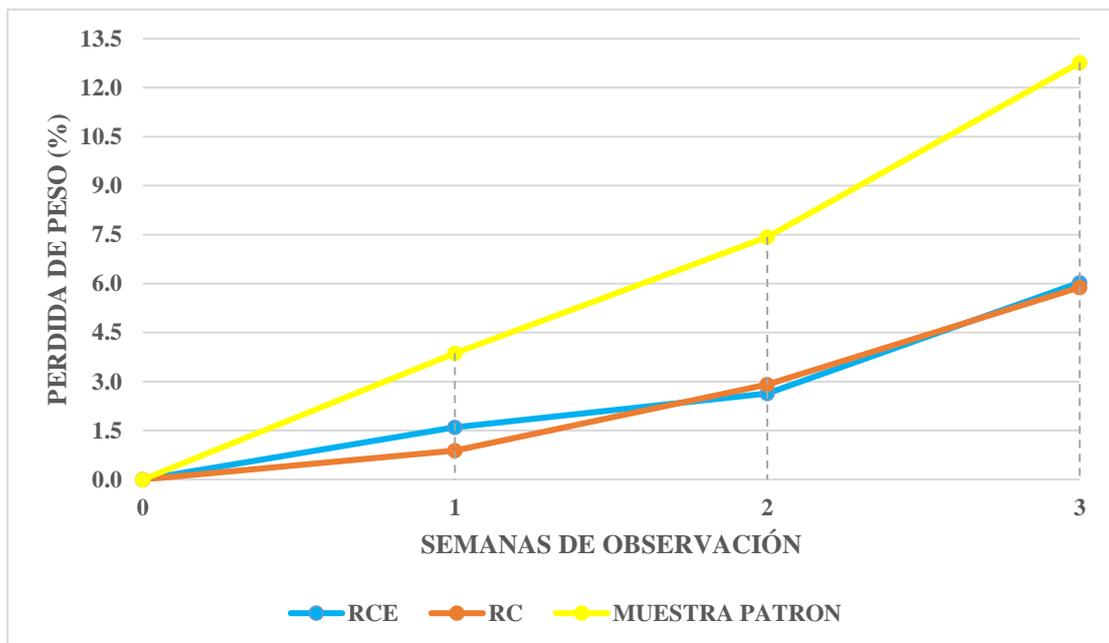


Figura 4: Comportamiento de pérdida de peso durante el proceso de observación en almacenamiento

4.2.2. Determinación de Firmeza

En el Anexo 6 (tabla 20), se presenta el análisis de varianza (ANVA), con un 95% de nivel de confianza, donde se observa que los tratamientos (RCE y RC) y semanas de observación en almacenamiento muestran diferencia estadística altamente significativa ($P < 0.0001$), dándonos a entender que los tratamientos tienen efectos distintos en los cambios metabólicos y pérdida de firmeza propios del proceso de maduración, reflejadas



durante las semanas de almacenamiento, sin embargo para la interacción hay una diferencia estadística significativa ($P < 0.0001$). Por lo tanto, se realiza la prueba de comparación múltiple Duncan para su corroboración de las diferencias estadísticas para los tratamientos.

En el Anexo 14 (tabla 28) se muestra, el método de comparación múltiple de Duncan, en comparación de los promedios en la conservación de firmeza, al 5% de nivel de significancia, con 0.0987 de error y 18 grados de libertad. Donde se aprecia que los tratamientos RCE y RC no presentan diferencias significativas, es decir que la variación de firmeza para estos tratamientos varía simultáneamente, siendo mayores conservadores en la variación de firmeza, a diferencia del tratamiento Muestra Patrón que tienen mayor variación de firmeza. Esto debido a los factores combinados utilizados en el RCE y el contenido en su formulación del RC, para disminuir la actividad enzimática y conservación de protopectinas.

En la figura 5 se muestra, el comportamiento de las paltas variedad Hass tratadas con RC, RCE y Muestra Patrón, almacenados durante 3 semanas a una temperatura de 5°C. Donde se observa que las paltas tratadas con el RC y RCE en la semana uno y la semana tres el comportamiento en la conservación de firmeza para estos tratamientos se asemeja a diferencia que la conservación de firmeza en la semana uno es mayor a la semana tres que progresivamente disminuye al tiempo de almacenado y en la semana dos presentan independientemente una mínima diferencia en conservación de firmeza. Donde se presenta en su última semana de almacenamiento 8 N de conservación de firmeza para el RC y 8.2 N de conservación de firmeza para el RCE, por otro lado, se observa que la muestra patrón presento menor conservación de firmeza con 4 N en su última semana de almacenamiento. Según Márquez y Pretell (2009), la retención de la firmeza en la palta con recubrimiento puede explicarse por la descomposición retardada de la protopectina



insoluble en pectina y ácidos pécticos más solubles. Se ha demostrado que el almacenamiento en una atmósfera con bajas concentraciones de oxígeno y altas concentraciones de dióxido de carbono, como compuestas por los recubrimientos, reduce la actividad de las enzimas pectinasa y mantiene la firmeza en frutas y vegetales. Por otro lado, Apaza (2020), en su estudio sobre la influencia de la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal a 1% y 3 % en la conservación de la palta variedad hass, durante 35 días de almacenamiento a temperaturas de 5°C y 10 °C. Obtuvo como mejor resultados el recubrimiento con 3% de mucílago a una temperatura de 5°C, alcanzando una firmeza de 16.53 N correspondientes al día 35 de almacenamiento. Así Como Aguilar (2005), en su estudio usó recubrimientos de gelatina y almidón para evaluar su efecto en la retención de la firmeza de frutos de palta variedad Hass, almacenado durante 40 días a 6 °C, retrasando el proceso de maduración y extendiendo la vida útil de la palta en condiciones frías. Como también Maftoonazad & Ramaswamy (2005), quienes utilizaron recubrimientos a base de metilcelulosa para prolongar la vida útil poscosecha de paltas Hass durante 10 días a temperatura ambiente (20°C), obtuvieron un valor de 0.23 N para los frutos con recubrimiento después de 10 días de almacenamiento en comparación con el fruto control mostraron pérdida de firmeza a los 5 días de almacenamiento.

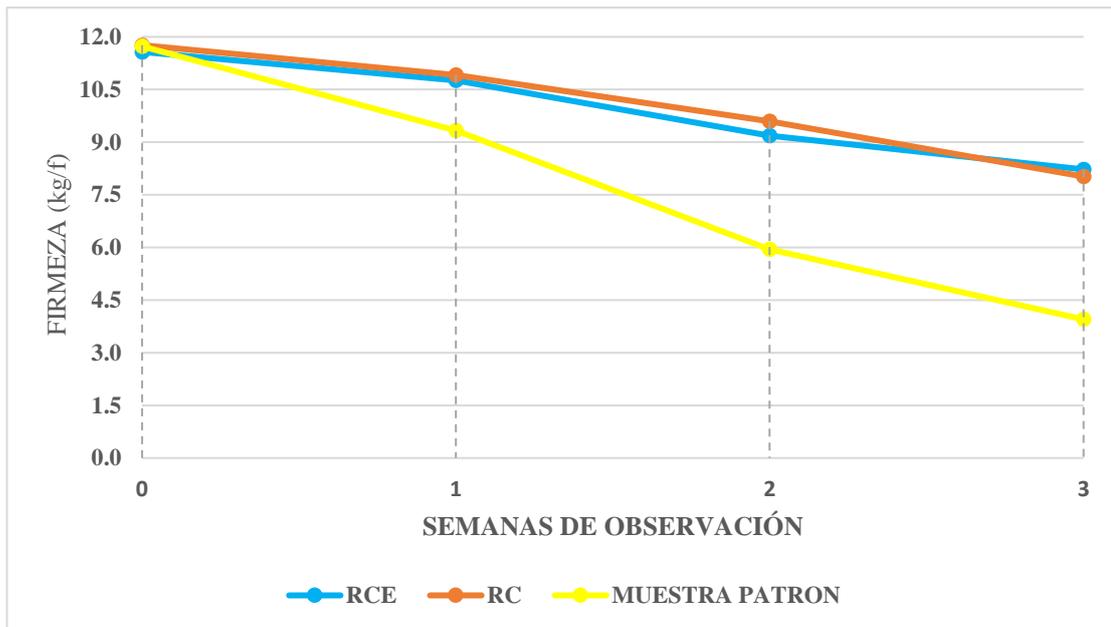


Figura 5: Comportamiento de firmeza durante el proceso de observación en almacenamiento

4.2.3. Determinación de color

A. Determinación color a*

En la Anexo 7 (tabla 21), se muestra el análisis de varianza (ANVA), con 95% de nivel de confianza para la variación del color a*, donde se observa que los tratamientos (RCE y RC), semanas de observación en almacenamiento y la interacción muestran diferencia altamente significativa ($P < 0.0001$), dándonos a entender que los tratamientos tienen efectos distintos en los cambios del proceso de transformación de la clorofila en otros pigmentos y variación de la síntesis de carotenoides y antocianinas propios del proceso de maduración, reflejadas durante las semanas de almacenamiento. Por lo tanto, se realiza la prueba de comparación múltiple Duncan para su corroboración de las diferencias estadísticas para los tratamientos.

En el Anexo 15 (tabla 29) muestra, el método de comparación múltiple de Duncan, en comparación de los promedios en la variación del color a*, al 5% de nivel de significancia, con 0.019 de error y 18 grados de libertad. Donde se aprecia que los



tratamientos RCE y RC, no presentan diferencias significativas, es decir que la variación de color a^* para estos tratamientos varían simultáneamente, mostrándose como mejores tratamientos en la variación de color a^* , a diferencia del tratamiento Muestra Patrón que tienen mayor degradación del color a^* . Esto debido a los factores combinados utilizados en el RCE y el contenido en su formulación del RC, para disminuir la degradación de la clorofila y otros pigmentos.

En la figura 6 se muestra, el comportamiento de las paltas variedad Hass tratadas con RC, RCE y Muestra Patrón, almacenados durante 3 semanas a una temperatura de 5°C. Donde se observa que las paltas tratadas con el RC y RCE en la primera semana a la tercera semana el comportamiento en la variación de color a^* para estos tratamientos no presentan diferencias, a excepción que la variación de color a^* en la primera semana es menor a la segunda y tercera semana que presentan mayor variación correlativamente al tiempo. Donde se logra resultados en la última semana de almacenamiento -2.7 de variación de color a^* para el RC y -2.7 de variación de color a^* para el RCE, por otro lado, se observa que la muestra patrón presentó mayor variación de color a^* con 1.8 en su última semana de almacenamiento. En su estudio Maftoonazad & Ramaswamy (2005), mencionan que la retención o cambio mínimo de color puede deberse al efecto de recubrimiento en las frutas y vegetales, creando una atmósfera modificada alrededor del producto. La presencia de CO₂ en el medio de almacenamiento es un factor importante para prevenir la degradación de la clorofila. Por otro lado, Apaza (2020), en su estudio sobre la influencia de la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal a 1% y 3 % en la conservación de la palta variedad hass, durante 35 días de almacenamiento a temperaturas de 5°C y 10 °C. Obtuvo como mejor resultados el recubrimiento con 3% de mucílago a una temperatura de 5°C, alcanzando una variación de color a^* de -4.59 correspondientes al día 35 de almacenamiento. Así como Cancino

(2007), en su estudio informó que el efecto del tiempo de almacenamiento en el brillo de los frutos, mostró una disminución gradual de luminosidad al transcurso del tiempo de almacenado, con valores de 36.12 para la muestra control y 37.59 para los tratados con triglicéridos y 36.12 para el tratamiento con cera de Carnauba. Este comportamiento fue causado principalmente por el tiempo de almacenaje el color de la celulosa que cambió de verde claro a verde amarillento al transcurso del tiempo de almacenado, lo que podría explicar la disminución de la luminosidad. Como también Escobar (2019), evaluó el tiempo de almacenado sobre parámetros de calidad de la palta Hass, almacenados a 5°C durante 0, 3, 4 y 5 semanas. Los resultados que obtuvo en la variación de color a^* son valores positivos bajos 0.43 a 7.0, en su etapa de almacenamiento. Por otra parte, Sánchez (2014), en su estudio evaluó el efecto de la aplicación de las coberturas biodegradables (gelatina-almidón y gel aloe vera) y temperatura en la palta variedad Fuerte, almacenadas a temperaturas de 6 y 10 °C por 30 días. Donde en su estudio de cuantificación de color la cobertura biodegradable de gelatina-almidón a 6 °C, presentaron mejores parámetros de color a^* en la cáscara de la palta variedad fuerte, a los 30 días de almacenamiento.

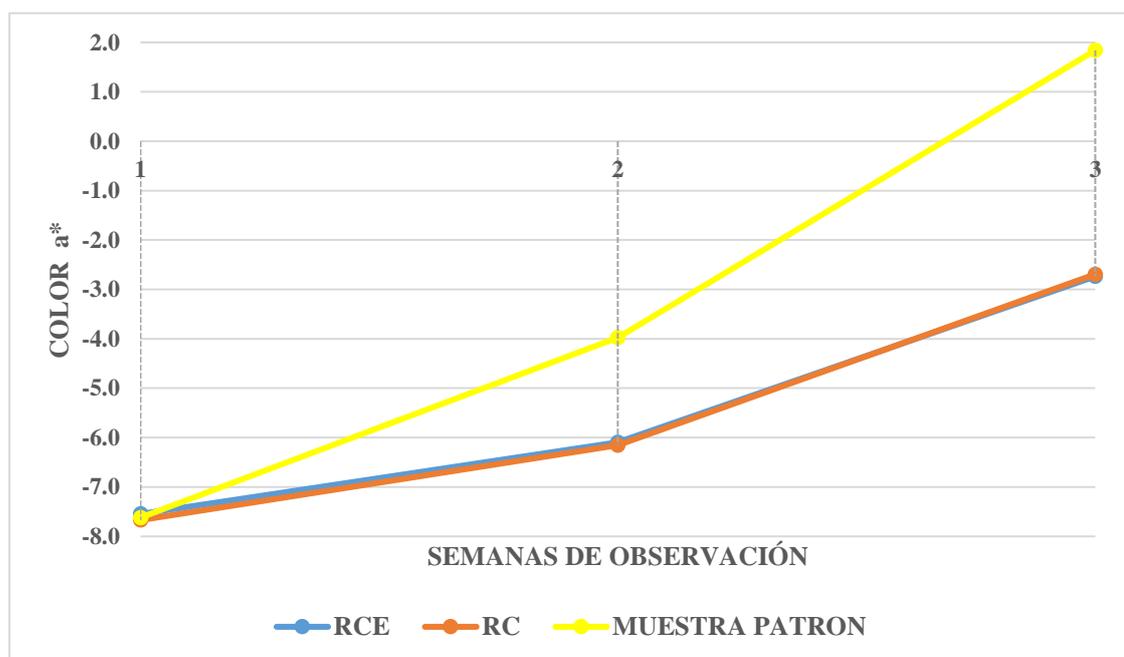


Figura 6: Comportamiento del color a^* durante el proceso de observación en almacenamiento

B. Determinación color b*

En el Anexo 8 (tabla 22), se muestra el análisis de varianza (ANVA), con un nivel de confianza del 95% para la variación del color b*, donde se observa que los tratamientos (RCE y RC), semanas de observación en almacenamiento y la interacción muestran diferencia altamente significativa ($P < 0.0001$), dándonos a entender que los tratamientos tienen efectos distintos en el proceso de transformación de la clorofila en otros pigmentos y variación de la síntesis de carotenoides y antocianinas propios del proceso de maduración, reflejadas durante las semanas de almacenamiento. Por lo tanto, se realiza la prueba de comparación múltiple Duncan para su corroboración de las diferencias estadísticas para los tratamientos.

En el Anexo 16 (tabla 30) se muestra, el método de comparación múltiple de Duncan, en comparación de las medias en la variación del color b*, al 5% de nivel de significancia, presentando 0.0529 error de y 18 grados de libertad. Donde se muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos (RCE, RC y Muestra Patrón) sobre la variación de color b*. Presentándose mejor resultado para el RC con un promedio de 15.76, seguido por el RCE con un promedio de 15.48 y la Muestra Patrón con un promedio de 13.30. Esta variación es debido a los factores combinados utilizados en el RCE y el contenido en su formulación del RC, para disminuir la degradación de la clorofila y otros pigmentos.

En la figura 7 se muestra, el comportamiento de las paltas variedad Hass tratadas con RC, RCE y Muestra Patrón, almacenados durante 3 semanas a una temperatura de 5°C. Donde se observa que las paltas tratadas con el RC y RCE en la primera semana a la segunda semana el comportamiento en la variación de color b* para estos tratamientos se asemejan a diferencia que la variación de color b* en la primera semana es menor a la segunda semana, que progresivamente disminuye al tiempo de almacenado y en la tercera



semana presentan independientemente una mínima diferencia en variación de color b^* . Donde se presenta en su última semana de almacenamiento 13.8 de variación de color b^* para el RC y 13 de variación de color b^* para el RCE, por otro lado, se observa que la muestra patrón presento mayor variación de color b^* con 9.6 en su última semana de almacenamiento. Márquez y Pretell (2009), mencionan que la mayoría de las frutas experimentan un proceso de cambio de color, que se debe principalmente a factores que afectan la conversión de la clorofila en otros pigmentos y la síntesis de carotenoides y antocianinas. Así como Aguilar (2005), en su estudio informó que las paltas Hass recubiertos con gelatina-almidón almacenados a 6 °C mostraron menos cambios de color en los valores b^* , en contraste con las muestras de control o con patrón, que mostraron mayores cambios. También menciona que el recubrimiento de la fruta puede crear una atmósfera modificada entre el recubrimiento y la superficie de la fruta, en cuyo caso la pérdida de clorofila y la biosíntesis de carotenoides y antocianinas pueden desempeñar un papel en la mejora y/o el retraso en frutas y vegetales conservadas en atmósfera controlada. Por otro lado, Apaza (2020), en su estudio sobre la influencia de la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal a 1% y 3 % en la conservación de las paltas Hass, durante 35 días de almacenamiento a temperaturas de 5°C y 10 °C. Obtuvo como mejor resultados el recubrimiento con 3% de mucílago a una temperatura de 5°C, alcanzando una variación de color b^* de 13.8 correspondientes al día 35 de almacenamiento. Como también Osis (2020), en su estudio sobre el efecto del recubrimiento de propóleo de abeja en la variación de color en la palta Hass, obtiene resultados con un 10% de propóleo y una variación de color de 12.034. Donde concluye que el recubrimiento de propóleo de abeja permitió que la palta Hass presente el color verdusco a través de los parámetros triestímulos L^* , a^* y b^* .

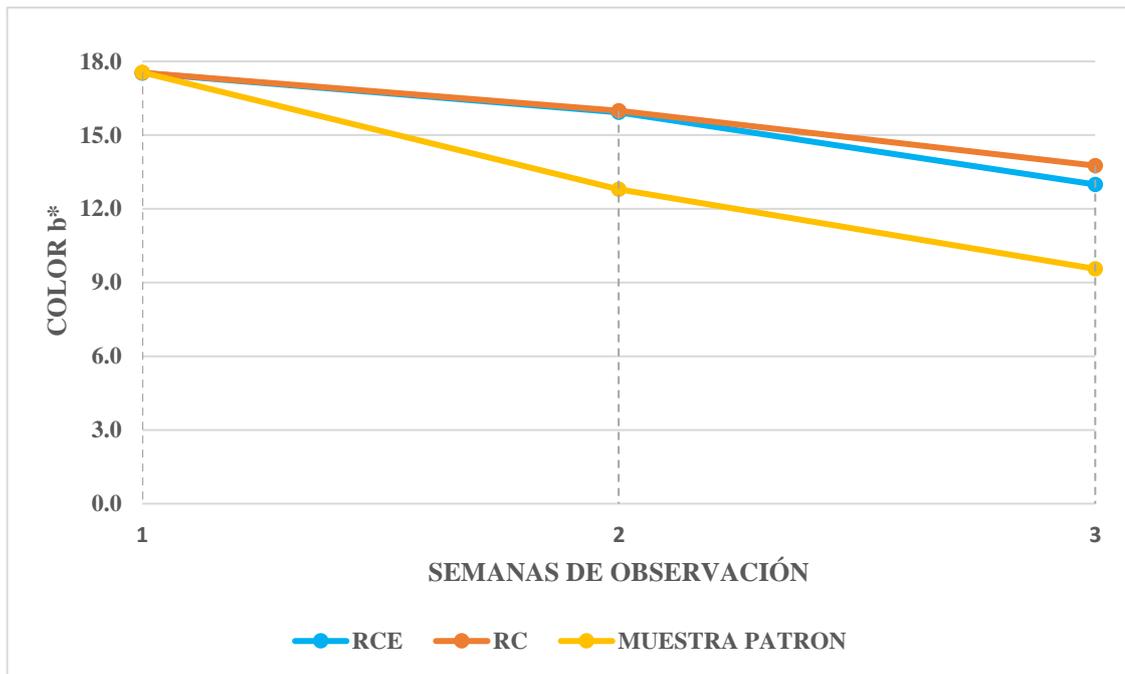


Figura 7: Comportamiento del color b* durante el proceso de observación en almacenamiento

C. Determinación color L

En el Anexo 9 (tabla 23), se muestra el análisis de varianza (ANVA), al 95% de nivel de confianza para la variación del color L, donde se observa que los tratamientos (RCE y RC) y semanas de observación en almacenamiento muestran diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), dándonos a entender que los tratamientos tienen efectos distintos en los cambios en el proceso de transformación de la clorofila en otros pigmentos y variación de la síntesis de carotenoides y antocianinas propios del proceso de maduración, reflejadas durante las semanas de almacenamiento, sin embargo para la interacción no hay una diferencia estadística significativa ($P < 0.0001$). Por lo tanto, se realiza la prueba de comparación múltiple Duncan para su corroboración de las diferencias estadísticas para los tratamientos.

El Anexo 17 (tabla 31) presenta, el método de comparación múltiple de Duncan, en comparación de los promedios en la variación del color L, al 5% de nivel de significancia, presenta 0.6995 de error con 18 grados de libertad. Donde se aprecia que



hay diferencias significativas entre los tratamientos (RCE, RC y Muestra Patrón) sobre la variación de color L. Presentándose mejor resultado para el RC con un promedio de 30.01, seguido por el RCE con un promedio de 29.02 y la Muestra Patrón con un promedio de 26.42. Esta variación es debido a los factores combinados utilizados en el RCE y el contenido en su formulación del RC, para disminuir la degradación de la clorofila y otros pigmentos.

Se muestra en la figura 8, el comportamiento de las paltas variedad hass tratadas con RC, RCE y Muestra Patrón, almacenados durante 3 semanas a una temperatura de 5°C. Donde se observa que las paltas tratadas con el RC y RCE en la primera semana a la tercera semana el comportamiento en la variación de color L para estos tratamientos presentan diferencia, teniendo una disminución progresiva al transcurso de las semanas de almacenamiento. Donde presentan en su última semana de almacenamiento 27.4 de variación de color L para el RC y 26.3 de variación de color L para el RCE, por otro lado, se observa que la muestra patrón presento mayor variación de color L con 23.4 en su última semana de almacenamiento. Según Salunkhe, Bolin, & Reddy (1991), en su estudio pudieron demostrar que la presencia de dióxido de carbono durante el almacenamiento es un factor importante para prevenir la descomposición de la clorofila y es el factor principal que acelera el cambio de color durante la maduración de la fruta. Como también Kader (1986), afirma que la pérdida de la clorofila y la biosíntesis de carotenoides y antocianinas pueden ser controladas en frutos y vegetales mantenidos en atmósferas modificadas. Por otro lado, Sánchez (2014), en su estudio evaluó el efecto de la aplicación del recubrimiento biodegradables (gelatina-almidón y gel aloe vera) y temperatura en la palta variedad Fuerte, almacenadas a temperaturas de 6 y 10 °C por 30 días. Donde en su estudio de parámetros de color el recubrimiento biodegradable de gelatina-almidón a 6 °C, presentaron los mejores parámetros de color L en la cáscara de

la palta variedad fuerte, a los 30 días de almacenamiento. Como también lado Apaza (2020), en su estudio sobre la influencia de la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal a 1% y 3 % en la conservación de la palta variedad hass, durante 35 días de almacenamiento a temperaturas de 5°C y 10 °C. Obtuvo como mejor resultados el recubrimiento con 3% de mucílago a una temperatura de 5°C, alcanzando una variación de color L de 34.24 correspondientes al día 35 de almacenamiento.

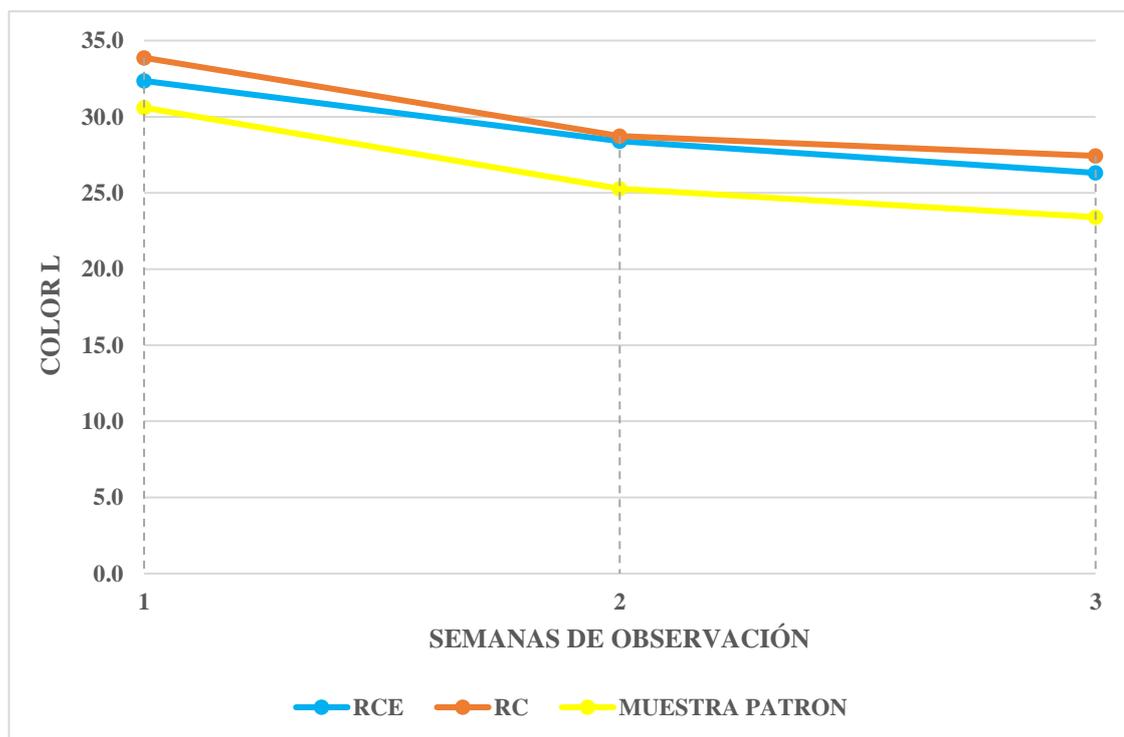


Figura 8: Comportamiento del color L durante el proceso de observación en almacenamiento

4.2.4. Determinación microbiológica (mohos y levaduras)

En el Anexo 10 (tabla 24), se muestra el ANVA análisis de varianza, con 95% del nivel de confianza, donde se observa claramente que existe diferencia altamente significativa ($P < 0.0001$) para los tratamientos y semanas de observación, empero, para la interacción hay una diferencia estadística significativa ($P < 0.0001$). Por lo tanto, implica que la presencia de carga microbiológica (mohos y levaduras) a diferentes tratamientos y al transcurso de las semanas de observación varía entre sí, por lo tanto, se



realiza la prueba de comparación múltiple Duncan para su corroboración de las diferencias significativas para los tratamientos.

En el Anexo 18 (tabla 32) se muestra, el método de comparación múltiple de Duncan, en comparación de los promedios del análisis microbiológico (mohos y levaduras), a un 5% de nivel de significancia, con 0.0012 de error y 18 grados de libertad. Donde se muestra que los tratamientos RC y RCE, no presentan diferencias significativas, es decir que la variación microbiológica (mohos y levaduras) para estos tratamientos varían simultáneamente, mostrándose como mejores tratamientos en la variación microbiológico (mohos y levaduras), a diferencia del tratamiento Muestra Patrón que presenta mayor carga microbiológico (mohos y levaduras). Esta variación es debido a los factores combinados utilizados en el RCE y el contenido en su formulación del RC, para disminuir la carga microbiológica de mohos y levaduras que se hacen presentes durante el proceso de almacenado.

Se muestra en la figura 9, el comportamiento de las paltas variedad Hass tratadas con RC, RCE y Muestra Patrón, almacenados durante 3 semanas a una temperatura de 5°C. Donde se observa que las paltas tratadas con el RC y RCE en la primera semana a la tercera semana el comportamiento en la variación microbiológica para estos tratamientos no presenta diferencias, teniendo un crecimiento progresivo al transcurso de las semanas de almacenamiento. Donde presentan en su última semana de almacenamiento 3.3 ufc/g de variación microbiológica para el RC y 3.3 ufc/g de variación microbiológica para el RCE, por otro lado, se observa que la muestra patrón presento mayor variación microbiológica con 4.4 ufc/g en su última semana de almacenamiento. Según MINSA/DIGESA (2008), Las normas de higiene, que determinan los criterios microbiológicos para la calidad higiénica y seguridad de los alimentos y bebidas para consumo humano, establecen que el límite máximo permisible para levaduras y mohos



en frutos es de 10UFC/g, por lo tanto los resultados alcanzados en el estudio estan dentro del rango permitidos. Por otro lado Márquez, Pretell & Minchón (2013), mostró el desarrollo de levaduras y mohos en las diferentes muestras de palta has en el tiempo de almacenamiento que duro el estudio, en la que la muestra control presenta resultados de 800 ufc/g y para los recubrimientos a base de almidón - gelatina con extracto de matico, molle y aceite esencial al 5% fue de 4 ufc/g; 2ufc/g y 8ufc/g correspondientemente. Así Como Osis (2020), en su estudio sobre la acción del recubrimiento de propóleo de abeja en la variación de color en la palta hass presenta resultados óptimos con un 10% de propóleo de abeja con una variación microbiológica de mohos y levaduras de 0.86ufc/g. Donde concluye que el efecto del recubrimiento de propóleo natural de abeja permitió que la palta has presente menor presencia de mohos y levaduras. Como también García, Salas, & Canales (2017), en su tesis de recubrimiento a base de Aloe vera a fin de preservar la guayaba obtienen resultados óptimos con un 30% de Aloe vera y 1.5% de glicerol, almacenadas a 4 °C por 15 días, así como para el análisis de mohos y levaduras presenta menor conteo de 3.03 ufc/ml. Donde concluyeron tambien que el recubrimiento que se aplico a la guayba logró retrasar la madurcion acelerada del fruto lograndose conservar la guayaba con sus características organolepticas en buen estado y sin modificaciones a medida que paso el tiempo de almacenamiento.

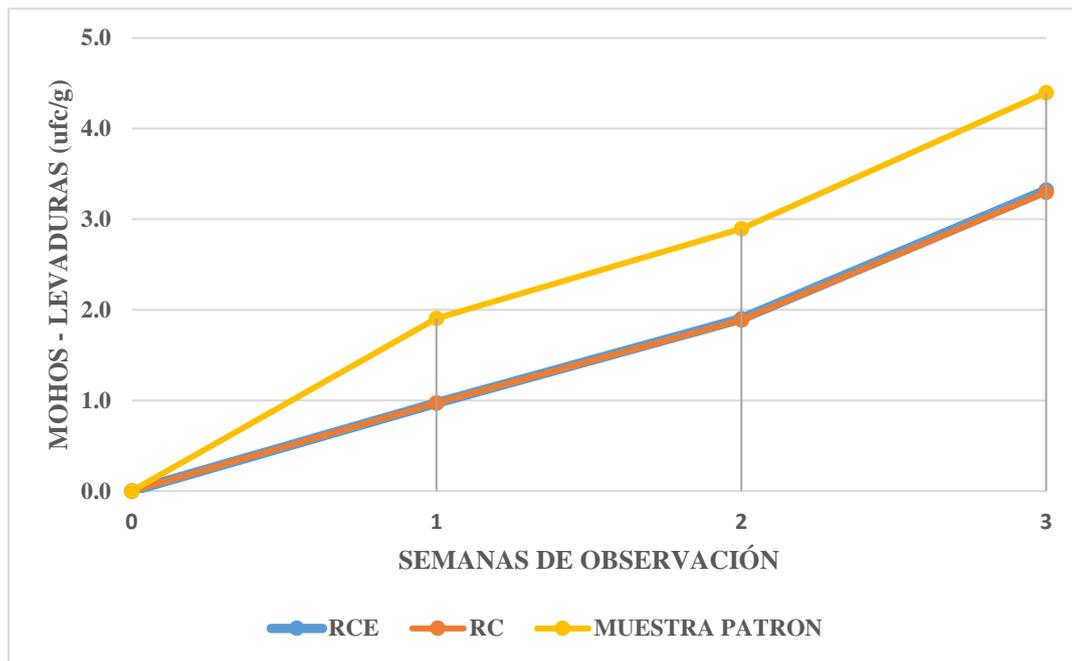


Figura 9: Comportamiento microbiológico durante el proceso de observación en almacenamiento



V. CONCLUSIONES

En la formulación del recubrimiento comestible elaborado (RCE) a diferentes porcentajes de glicerina, pectina y base de mucilago de linaza, se determinó como mejor formulación el tratamiento (T2), que presenta 2% de pectina, 4% de glicerina y 94% de mucilago de linaza, que tuvo mayor efectividad en la conservación de la palta variedad Hass, con menor porcentaje en pérdida de peso y pérdida de firmeza, logrando así alargar la vida de anaquel.

El recubrimiento comercial (RC) con una diferencia mínima, presenta mejores resultados en las dos primeras semanas para algunas propiedades de calidad física. El comportamiento en la tercera semana de almacenamiento, tanto para el recubrimiento comercial (RC) y recubrimiento comestible elaborado (RCE) no presenta diferencias en la conservación de la calidad física y microbiológica de la palta Hass.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda investigar la efectividad del recubrimiento comestible elaborado (RCE), aplicado en otros frutos con altos índices de maduración (climatéricos).

Se recomienda investigar y analizar la reología del recubrimiento comestible elaborado (RCE), con fines de interés del investigador.

Se recomienda reajustar las concentraciones de mucilago de linaza, para optimizar resultados en otros frutos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. (2005). Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate. *Tesis de Maestro en Tecnología Avanzada. Instituto Politécnico Nacional México.*
- Aguilar, M., San Martín, E., Tomás, S., Cruz, A., & Jaime, M. (2008). Películas de gelatina y almidón: propiedades fisicoquímicas y su aplicación en la extensión de la vida útil poscosecha del aguacate. *Diario de la ciencia de la alimentación y la agricultura.*
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 14th Ed. S. Williams (ed.). *Association of Analytical Chemist. Washington, DC, USA*, 1141.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. 18th Edition. *Association of officiating Analytical Chemist. Washington, DC, USA.*
- Apaza, C. P. (2020). Influencia de la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal (*Opuntia spp.*) y la temperatura de almacenamiento en la conservación de la palta (*Persea americana* Mill) variedad hass. *Universidad Nacional de Moquegua, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.*
- Arana, I. (2012). "Propiedades Físicas de los Alimentos" nuevas técnicas de medición y aplicaciones (1.^a ed.). *Boca Ratón Londres Nueva York: Taylor & Francis.*
- Arias Velásquez, C., & Toledo Hevia, J. (2007). Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales "Técnicas mejoradas de poscosecha procesamiento y comercialización de frutas". *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).*
- Babu, U., & Wiesenfeld, P. (2003). Nutritional and Hematological Effects of Flaxseed. *Flaxseed in Human Nutrition. 2nd edn.*
- Badui, S. (1995). *Química de los Alimentos.* México: ALHAMBRA MEXICANA, S.A.



- Berger, H. (1989). El color en la Postcosecha de frutas y hortalizas. *Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Agroindustria y Tecnología de Alimentos*, 79.
- Bernal E., J. A., & Dias D., C. A. (2008). Generalidades del cultivo. *Tecnología para el Cultivo de Aguacate*, 15.
- Blakey, R., Bower, J., & Berting, I. (2009). Influencia del suministro de agua y ABA sobre el patrón de maduración del fruto del aguacate (*Persea americana* Mill.) y la predicción del contenido de agua mediante espectroscopia de infrarrojo cercano. *Poscosecha Biología y Tecnología*, 53.
- Calabrese, F. (2009). *El Aguacate*. España: Mundi-Prensa Libros., S. A .
- Campos, C., Gerschenson, L., & Flores, S. (2011). Desarrollo de películas y recubrimientos comestibles con actividad antimicrobiana. *Tecnología de Bioprocesos Alimentarios*, 849-875.
- Cancino, C. (2007). Efecto del uso de dos coberturas en la reducción de daños por frío en palta cv. Hass. *Taller de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*.
- Cárdenas, A., Higuera, I., & Goycoolea, F. (1997). Rheology and aggregation of cactus (*Opuntia ficus indica*) mucilage in solution. *Journal of the Professional Association for cactus Development*.
- Cha, D., & Chinnan, M. (2004). Biopolymer-Based Antimicrobial Packaging: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44:223–237.
- Cruz Ninaquispe, I., & Sarango Cordova, c. H. (2017). Aplicación de recubrimiento comestible a base de mucílago de linaza y propóleo para prolongar el tiempo de vida útil del mango kent (*Mangifera Indica* L.). *Universidad Señor de Sipán*,



Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior.

- Daun, J., Barthet, V., Chornick, T., Duguid, S., THOMPSON, L., & Cunnane, S. (2003). Structure, composition, and variety development of flaxseed. *Flaxseed in human nutrition.*
- Dinamarca, A. (1988). Almacenamiento de productos hortofrutícolas frescos Fundación Chile. *Tecnología de postcosecha de frutas y hortalizas*, 8.
- Embuscado, M., & Huber, k. (2009). Películas y recubrimientos comestibles para aplicaciones alimentarias. *Springer Dordrecht Heidelberg London New York.*
- Escobar, J., Rodriguez, P., Cortes, M., & Correa, G. (2019). Influencia de la materia seca como índice de madurez de cosecha y tiempo de almacenamiento en frío sobre la calidad del aguacate cv. hass producido en la región del trópico alto. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).*
- Escudero Jaramillo, F. M., & Serrano, G. (2013). Efecto del mucilago de linaza como recubrimiento comestible en la calidad y la vida útil del aguaymanto (*physalis peruviana*) y uva red globe (*vitis vinífera*). *Industria de la Producción de la Conservación de Fruta y Área Tecnología. Escuela Profesional de Agroindustrias de la Universidad Nacional deL Santa.*
- Falguera, V. M. (2010). *Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola.* Colombia : tumbaga Vol. 5 .
- Figuerola, F. (2008). La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. *Agrosur.*
- Galvis, J. (1997). Manejo post-cosecha. *Universidad Nacional de Colombia Corpoica*, 29.



- Garbanzo Solis, M. (2010). Manual del Aguacate - Buenas practicas de cultivo variedad Hass (2.^a ed.). *Sistema Unificado de Información Institucional - Agencia de Servicios Agropecuarios de Frailes*.
- García Mera, G. A., Salas Macías, C. A., & Canales Torres, H. G. (2017). Recubrimiento comestible natural con base en Aloe vera como estrategia de conservación de Psidium guajava. *Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas- Revista Rientifica* .
- García, T., & Quintanilla, J. (2003). Análisis del valor agregado: Producción de palta en Trozos. *Instituto de investigación de Ingeniería Industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.
- Gil, G. (2001). Fruticultura: Madurez de la fruta y manejo poscosecha. *Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile*, 413.
- Guerrero, T. (2018). Efecto del mucílago y harina de linum usitatissimum “linaza” en las propiedades sensoriales de galletas y su impacto en el tiempo de vida útil. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Alimentario. Lima-Perú*.
- Herrera. (2011). Manejo poscosecha de los productos alimenticios de origen vegetal en los mercados públicos de Mérida, Yucatán México. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha: ISSN 1665-0204*.
- Herrera Sanchez, S. E. (2018). Aplicación de recubrimientos comestibles a base de goma de tara y goma xantan en la calidad de poscosecha de palta (Persea americanaMill). *Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Química, Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Química*.
- Huber, D., Karakurt, Y., & Jeong, J. (2001). Pectin degradation in repining and wounded fruits. *R. Bras. Fisiol. Veg.* 13(2), 247-257.



- INEI. (2022). Producción Nacional Junio 2022; sector agropecuario . *Informe tecnico N° 8*.
- INEN1529-10. (2010). Control Microbiológico de los Alimentos. *Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad*.
- ITIS. (06 de 04 de 2022). *ITIS Standard Report Page: Linum usitatissimum*. Obtenido de Integrated Taxonomic Information System: http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&sear
- Kader, A. (1986). Bases bioquímicas y fisiológicas de los efectos de atmósferas controladas y modificadas en frutas y verduras. *Tecnología de los Alimentos*, 99.
- Kester, J., & Fennema, O. (1986). Película comestible y recubrimiento . *Tecnología alimenticia* , 40.
- Köhne, J., & Kremer Köhne, S. (1995). Recogida de aguacates Hass sin pedicelo. *Anuario de la Asociación de Productores de Aguacate de Sudáfrica*.
- Krochta, J. M. (2002). Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. *Protein-based Films and Coatings*, 1-41.
- Landahl, S., Meyer, M. D., & Terry, L. A. (2009). Análisis espacial y temporal de cambios texturales y bioquímicos de aguacate importado Hass durante la fructificación. *Diario de la química agrícola y alimentaria*, 57.
- Londoño B., M. (2008). Manejo Poscosecha. En *Tecnología para el Cultivo del aguacate. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*.
- Mafftonazad, N., & Ramaswamy, H. (2005). Extension de la vida útil del aguacate a base de recubrimientos de metilcelulosa. *Departamento de Ciencia de los Alimentos de la Universidad McGill-Mcdonald*.
- Márquez , L., & Pretell, C. (2009). Efecto de la aplicación de coberturas biodegradables y la temperatura sobre el color, firmeza y pérdida de peso en la palta (Persea



- americana) variedad Hass, durante el almacenamiento. *almacenamiento. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Privada Antenor Orrego .*
- Márquez Villacorta, L., Pretell Vásquez, C., & Minchón Medina, C. (2013). Efecto del agente antimicrobiano en la cobertura biodegradable y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y apariencia general en palta (persea americana mill) hass. *Ingeniero en Industrias Alimentarias. Maestro en Ciencias con Mención en Tecnología de Alimentos.*
- MINAG. (2012). Produccion de semilla de linaza en el Perú. *Ministerio de Agricultura.*
- MINSA/DIGESA. (2008). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano . *RM N° 591-2008/MINSA, Vol. 01.*
- Mosquera , A. (2015). Efecto de recubrimiento de almidón de yuca modificado sobre aguacate hass. *Popayán Colombia: University Professor, Faculty of Agricultural Sciences.*
- Muños. (2011). *Recubrimientos comestibles para frutas y hortalizas.* Mexico .
- Nuffield. (1984). *Ciencia de la Alimentación .* Barcelona-España: reverté .
- Olivas, G., & Barbosa Cánovas, G. (2004). Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plastizicer and relative humidity. *IFT Annual Meeting Technical Program Abstracts.*
- Oomah, B. D. (2003). Processing of flaxseed fiber, oil, protein, and lignan. *Flaxseed in Human Nutrition. 2nd edn.*
- Osis, A. G. (2020). Efecto del recubrimiento de propóleo natural de abeja en la pérdida de peso, color, firmeza y analisis microbiologico en la palta hass (*Persea Americana Miller*). *Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.*



- Pastor, N. C. (2010). Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropil metilcelulosa: caracterización y aplicación. *Departamento de Tecnología de Alimentos: Universidad Politecnica de Valencia, España.*
- Quintero, J., Falguera, V., & Muñoz, A. (2010). Películas y recubrimientos comestibles. *Importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícolas.*
- Risco, M. (2017). Conociendo-la-cadena productiva de palta. *Solid Internacional Perú*, 21.
- Ruiz, M. (2010). Laboratorio de mecánica de Fluidos. *Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa-división de ciencias básicas. Ingeniería química. Mexico.*
- Salunkhe, D., Bolin, H., & Reddy, N. (1991). *Almacenamiento, procesamiento y calidad nutricional de frutas y hortalizas.* Boca Ratón, Florida: Prensa CRC.
- Salvador, C. Y. (2003). Efecto del quitosano aplicado como recubrimiento en mandarinas 'fortune'. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha, ISSN. México.*
- Sánchez Rivera, Y. C. (2014). Efecto de la aplicación de coberturas biodegradables y la temperatura sobre el color, firmeza, pérdida de peso y la aceptabilidad general en la palta (Persea americana Mill) variedad fuerte, durante el almacenamiento. *Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias.*
- Shellhammer, T. H., & Krochta, J. M. (2006). Whey protein emulsion film performance as affected by lipid type and amount. *Journal of Food Science*, 62, 390-394.
- Solano, L. G., Alamilla, B. L., & Jiménez, M. C. (2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 30-42.



- Thompson, A. K. (2010). Almacenamiento en Atmósfera Controlada de Frutas y Verduras. *Oxford, Reino Unido: 2ª ed.; CAB Internacional.*
- Uquiche Carrasco, E., Villaroel Tudesca, M., & Cisneros Zeballos, L. (2002). Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad sensorial de pimentones verdes (*Capsicum annuum* L.) durante el almacenamiento. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición*, 84-90.
- WU, M., LI, D., WANG, L., ZHOU, Y., & MAO, Z. (2010). Rheological property of extruded and enzyme treated flaxseed mucilage. *Carbohydrate Polymers* 80(2), 460-466.
- Yahia, E. M. (2011). Aguacate (*Persea americana* Mill.). En *Biología poscosecha y tecnología de frutas tropicales y subtropicales. Serie de publicaciones sobre Ciencia, Tecnología y Nutrición.*
- Yahia, E. M. (2011). Avocado (*Persea americana* Mill.). En *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. New Zealand: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, 125-185.
- Yanyun, Z. (2018). Recubrimientos comestibles para prolongar la vida útil de productos frescos durante almacenamiento poscosecha. *Enciclopedia de Seguridad Alimentaria y Sostenibilidad.*
- Zambrano, J., Valera, A., Maffei, M., Materano, W., Quintero, I., & Graterol, K. (2017). Efecto de un recubrimiento comestible formulado con mucílago de cactus (*Opuntia Elatior* Mill) sobre la calidad de frutos de piña mínimamente procesados. *Bioagro* 29(2).

ANEXOS

ANEXO 1: RESULTADOS RECOPIADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN DEL RCE

A. PÉRDIDA DE PESO

Tabla 7: Datos de pérdida de peso de la Palta Hass

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	Inicio	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana
T1	R1	203.55	196.47	191	184.26
	R2	208.22	200.8	194.39	189.56
	R3	205.24	197.9	191.54	186.81
T2	R1	228.05	226.12	223.2	212.26
	R2	226.12	221.42	220.07	213.59
	R3	229.52	225.24	222.39	216.6
T3	R1	218.05	211.68	208.32	200.68
	R2	215.25	209.52	203.99	199.1
	R3	208.42	203.18	200.02	191.99
MUESTRA PATRÓN	R1	220.35	212.65	204.12	192.82
	R2	225.2	215.4	207.45	195.42
	R3	218.2	210.02	202.88	190.76

Tabla 8: Datos del porcentaje de pérdida de peso de la Palta Hass

T	R	1ra Semana (%)	2da Semana (%)	3ra Semana (%)	\bar{X} 1ra Semana (%)	\bar{X} 2da Semana (%)	\bar{X} 3ra Semana (%)	\bar{X} General (%)
T1	R1	3.478	6.166	9.48	3.5	6.5	9.1	6.39
	R2	3.564	6.642	8.96				
	R3	3.576	6.675	8.98				
T2	R1	0.846	2.127	6.92	1.6	2.6	6	3.42
	R2	2.079	2.676	5.54				
	R3	1.865	3.106	5.63				
T3	R1	2.921	4.462	7.97	2.7	4.6	7.8	5.02
	R2	2.662	5.231	7.5				
	R3	2.514	4.03	7.88				
MP	R1	3.494	7.366	12.49	3.9	7.4	12.8	8.02
	R2	4.352	7.882	13.22				
	R3	3.749	7.021	12.58				

B. PERDIDA DE FIRMEZA

Tabla 9: Datos de pérdida de firmeza de la Palta Hass

T	R	Inicio	1ra Semana (N)	2da Semana (N)	3ra Semana (N)	\bar{X} 1ra Semana (N)	\bar{X} 2da Semana (N)	\bar{X} 3ra Semana (N)	\bar{X} General (N)
T1	R1	11.84	8.98	6.87	4.02	9.0	7.3	4.0	6.75
	R2	11.68	8.94	7.01	3.99				
	R3	11.92	9.02	7.9	4.01				
T2	R1	11.55	10.82	9.05	8.41	10.8	9.2	8.2	9.39
	R2	11.48	10.45	8.99	8.04				
	R3	11.68	11.01	9.5	8.22				
T3	R1	11.99	10.04	6.99	5.88	9.9	7.1	6.0	7.65
	R2	11.86	10.08	7.08	6.04				
	R3	11.59	9.58	7.15	6.02				
MP	R1	11.58	9.01	5.99	3.93	9.3	5.9	4.0	6.41
	R2	11.82	10	6.02	4.05				
	R3	11.79	8.98	5.82	3.87				

ANEXO 2: RESULTADOS RECOPIADOS PARA LA COMPARACIÓN DEL RC CON EL RCE EN LAS PROPIEDADES DE CALIDAD FÍSICA Y MICROBIOLÓGICAS (Mohos y Levaduras)

A. PERDIDA DE PESO

Tabla 10: Datos comparativos de pérdida de peso de la Palta Hass

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	Inicio	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana
R.C.E.	R1	228.05	226.12	223.2	212.26
	R2	226.12	221.42	220.07	213.59
	R3	229.52	225.24	222.39	216.6
R.C.	R1	219.28	217.89	213.07	206.34
	R2	215.54	214.2	209.84	203.39
	R3	220.01	216.94	212.82	206.55
MUESTRA PATRÓN	R1	220.35	212.65	204.12	192.82
	R2	225.2	215.4	207.45	195.42
	R3	218.2	210.02	202.88	190.76

R.C.E = Recubrimiento comestible elaborado, R.C. = Recubrimiento comercial

Tabla 11: Datos comparativos del porcentaje de pérdida de peso de la Palta

Hass

T	R	1ra Semana (%)	2da Semana (%)	3ra Semana (%)	\bar{X} 1ra Semana (%)	\bar{X} 2da Semana (%)	\bar{X} 3ra Semana (%)	\bar{X} General (%)
R.C.E	R1	0.85	2.13	6.92	1.6	2.6	6.0	3.42
	R2	2.08	2.68	5.54				
	R3	1.87	3.11	5.63				
R.C.	R1	0.63	2.83	5.90	0.9	2.9	5.9	3.23
	R2	0.62	2.64	5.64				
	R3	1.40	3.27	6.12				
M.P.	R1	3.49	7.37	12.49	3.9	7.4	12.8	8.02
	R2	4.35	7.88	13.22				
	R3	3.75	7.02	12.58				

T = Tratamiento, R = Repeticiones, \bar{X} = Promedio, MP = Muestra Patrón

B. PERDIDA DE FIRMEZA

Tabla 12: Datos comparativos de pérdida de firmeza de la Palta Hass

T	R	Inicio	1ra Semana (N)	2da Semana (N)	3ra Semana (N)	\bar{X} 1ra Semana (N)	\bar{X} 2da Semana (N)	\bar{X} 3ra Semana (N)	\bar{X} General (N)
R.C.E.	R1	11.55	10.82	9.05	8.41	10.8	9.2	8.2	9.39
	R2	11.48	10.45	8.99	8.04				
	R3	11.68	11.01	9.5	8.22				
R.C.	R1	11.69	10.66	8.99	8.01	10.9	9.6	8.0	9.51
	R2	11.88	11.05	9.78	8.00				
	R3	11.72	11.02	10.02	8.05				
MP	R1	11.58	9.01	5.99	3.93	9.3	5.9	4.0	6.41
	R2	11.82	10.00	6.02	4.05				
	R3	11.79	8.98	5.82	3.87				

T = Tratamiento, R = Repeticiones, \bar{X} = Promedio, MP = Muestra Patrón

C. VARIACIÓN DE COLOR a*

Tabla 13: Datos comparativos de variación de color a* de la Palta Hass

T	R	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana	\bar{X} 1ra Semana	\bar{X} 2da Semana	\bar{X} 3ra Semana	\bar{X} General
R.C.E	R1	-7.66	-6.06	-2.8				
	R2	-7.52	-6.22	-2.73	-7.5	-6.1	-2.7	-5.46
	R3	-7.46	-6.01	-2.68				
R.C.	R1	-7.79	-6.28	-2.79				
	R2	-7.58	-5.88	-2.62	-7.7	-6.2	-2.7	-5.51
	R3	-7.64	-6.31	-2.67				
M.P.	R1	-7.54	-3.87	2.04				
	R2	-7.7	-4.11	1.87	-7.6	-4.0	1.8	-3.25
	R3	-7.62	-3.94	1.61				

T = Tratamiento, R = Repeticiones, \bar{X} = Promedio, MP = Muestra Patrón

D. VARIACIÓN DE COLOR b*

Tabla 14: Datos comparativos de variación de color b* de la Palta Hass

T	R	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana	\bar{X} 1ra Semana	\bar{X} 2da Semana	\bar{X} 3ra Semana	\bar{X} General
R.C.E	R1	17.65	16.1	13.21				
	R2	17.42	15.77	12.83	17.5	15.9	13.0	15.48
	R3	17.51	15.89	12.93				
R.C.	R1	17.49	16.04	13.91				
	R2	17.6	16.12	13.77	17.5	16.0	13.8	15.76
	R3	17.53	15.8	13.59				
M.P.	R1	17.62	12.75	9.52				
	R2	17.56	12.6	9.04	17.6	12.8	9.6	13.30
	R3	17.48	13.03	10.11				

T = Tratamiento, R = Repeticiones, \bar{X} = Promedio, MP = Muestra Patrón

E. VARIACIÓN DE COLOR L

Tabla 15: Datos comparativos de variación de color L de la Palta Hass

T	R	1ra Semana	2da Semana	3ra Semana	\bar{X} 1ra Semana	\bar{X} 2da Semana	\bar{X} 3ra Semana	\bar{X} General
R.C.E	R1	30.28	28.42	26.78	32.4	28.4	26.3	29.02
	R2	34.34	28.77	26.89				
	R3	32.44	27.99	25.27				
R.C.	R1	33.24	28.42	27.66	33.9	28.7	27.4	30.01
	R2	34.18	28.7	26.99				
	R3	34.2	29.06	27.64				
M.P.	R1	30.45	25.38	23.57	30.6	25.3	23.4	26.42
	R2	30.01	24.99	23.66				
	R3	31.33	25.44	22.98				

T = Tratamiento, R = Repeticiones, \bar{X} = Promedio, MP = Muestra Patrón

F. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO (Mohos y Levaduras)

Tabla 16: Datos comparativos de análisis microbiológico de la Palta Hass

T	R	Inicio	1ra Semana (ufc/g)	2da Semana (ufc/g)	3ra Semana (ufc/g)	\bar{X} 1ra Semana (ufc/g)	\bar{X} 2da Semana (ufc/g)	\bar{X} 3ra Semana (ufc/g)	\bar{X} General (ufc/g)
R.C.E.	R1	0	0.98	1.91	3.3	1.0	1.9	3.3	2.06
	R2	0	0.97	1.89	3.31				
	R3	0	0.96	1.9	3.35				
R.C.	R1	0	0.95	1.86	3.3	1.0	1.9	3.3	2.05
	R2	0	0.98	1.9	3.3				
	R3	0	0.98	1.9	3.29				
MP	R1	0	1.9	2.83	4.38	1.9	2.9	4.4	3.06
	R2	0	1.9	3	4.4				
	R3	0	1.91	2.85	4.41				

T = Tratamiento, R = Repeticiones, \bar{X} = Promedio, MP = Muestra Patrón

ANEXO 3: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL EFECTO DE RCE EN LA PERDIDA DE PESO

Tabla 17: Análisis de varianza para el efecto del RCE en la pérdida de peso

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Factor de varianza	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-Valor	Sig.
Tratamientos	103.54	3	34.51	172.55	<0.0001	**
Semanas	219.63	2	109.81	549.05	<0.0001	**
Tratamiento*semana	19.75	6	3.29	16.45	<0.0001	*
Error	4.91	30	0.20			
Total	347.82	35				

ANEXO 4: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DEL EFECTO DE RCE EN LA DETERMINACIÓN DE FIRMEZA

Tabla 18: Análisis de varianza para el efecto del RCE en la firmeza

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Factor de varianza	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-Valor	Sig.
Tratamientos	48.60	3	16.20	202.5	<0.0001	**
Semanas	106.52	2	53.26	665.75	<0.0001	**
Tratamiento*Semana	10.48	6	1.75	21.88	<0.0001	*
Error	2.03	30	0.08			
Total	167.63	35				

ANEXO 5: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) DE LA PERDIDA DE PESO

Tabla 19: Análisis de varianza para la pérdida de peso

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Factor de varianza	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-Valor	Sig.
Tratamientos	132.28	2	66.14	275.58	<0.0001	**
Semanas	172.38	2	86.19	359.13	<0.0001	**
Tratamiento*Semana	18.22	4	4.56	18.92	<0.0001	*
Error	4.33	18	0.24			
Total	327.21	26				

**ANEXO 6: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) PARA
LA DETERMINACIÓN DE FIRMEZA****Tabla 20: Análisis de varianza para la firmeza**

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Factor de varianza	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-Valor	Sig.
Tratamientos	55.54	2	27.77	277.7	<0.0001	**
Semanas	58.90	2	29.45	294.5	<0.0001	**
Tratamiento*Semana	7.89	4	1.97	19.7	<0.0001	*
Error	1.78	18	0.10			
Total	124.11	26				

**ANEXO 7: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) PARA
LA DETERMINACIÓN DE COLOR a*****Tabla 21: Análisis de varianza para el color a***

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Factor de varianza	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-Valor	Sig.
Tratamientos	29.91	2	14,95	747.5	<0.0001	**
Semanas	191.27	2	95.64	4782.0	<0.0001	**
Tratamiento*Semana	20.89	4	5.22	261.00	<0.0001	**
Error	0.34	18	0.02			
Total	242.41	26				

**ANEXO 8: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) PARA
LA DETERMINACIÓN DE COLOR b*****Tabla 22: Análisis de varianza para el color b***

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Factor de varianza	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-Valor	Sig.
Tratamientos	32.62	2	16.31	326.2	<0.0001	**
Semanas	133.15	2	66.58	1331.6	<0.0001	**
Tratamiento*Semana	17.37	4	4.34	86.8	<0.0001	**
Error	0.95	18	0.05			
Total	184.10	26				



**ANEXO 9: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) PARA
LA DETERMINACIÓN DE COLOR L**

Tabla 23: Análisis de varianza para el color L

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Factor de varianza	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-Valor	Sig.
Tratamientos	61.76	2	30.88	44.11	<0.0001	**
Semanas	207.66	2	103.83	148.32	<0.0001	**
Tratamiento*Semana	2.12	4	0.53	0.76	0.5670	ns
Error	12.59	18	0.70			
Total	284.13	26				

**ANEXO 10: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA)
PARA LA CARGA MICROBIOLÓGICA**

**Tabla 24: Análisis de varianza para la carga microbiológico (mohos y
levaduras)**

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Factor de varianza	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-Valor	Sig.
Tratamientos	6.09	2	3.04	3040.0	<0.0001	**
Semanas	26.08	2	13.04	13040.0	<0.0001	**
Tratamiento*Semana	0.02	4	0.005	5.19	<0.0001	*
Error	0.02	18	0.001			
Total	32.21	26				

ANEXO 11: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE COMPARACIÓN

DUNCAN DEL EFECTO DE RCE EN LA PERDIDA DE PESO

Tabla 25: Análisis de comparación Duncan en la variación del efecto del RCE para la pérdida de peso

PRUEBA DUNCAN				
Error: 0.2047 G.l.: 24				
Tratamiento	Media	n	E.E.	
T2	3.42	9	0.15	A
T3	5.02	9	0.15	B
T1	6.39	9	0.15	C
T4 (M.P.)	8.02	9	0.15	D

ANEXO 12: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE COMPARACIÓN

DUNCAN DEL EFECTO DE RCE EN LA VARIACIÓN DE FIRMEZA

Tabla 26: Análisis de comparación Duncan en la variación del efecto del RCE para la firmeza

PRUEBA DUNCAN				
Error: 0.0846 G.l.: 24				
Tratamiento	Media	n	E.E.	
T2	9.41	9	0.10	A
T3	7.65	9	0.10	B
T1	6.75	9	0.10	C
T4(MP.)	6.41	9	0.10	D

ANEXO 13: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE COMPARACIÓN

DUNCAN DE LA PERDIDA DE PESO

Tabla 27: Análisis de comparación Duncan para la pérdida de peso

PRUEBA DUNCAN				
Error: 0.2408 G.l.: 18				
Tratamiento	Media	n	E.E.	
R.C.	3.23	9	0.16	A
R.C.E.	3.42	9	0.16	A
MUESTRA PATRÓN	8.02	9	0.16	B

**ANEXO 14: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE COMPARACIÓN
DUNCAN PARA LA VARIACIÓN DE FIRMEZA**

Tabla 28: Análisis de comparación Duncan para la variación de firmeza

PRUEBA DUNCAN				
Error: 0.0987 G.l.: 18				
Tratamiento	Media	n	E.E.	
R.C.	9.51	9	0.10	A
R.C.E.	9.39	9	0.10	A
MUESTRA PATRÓN	6.41	9	0.10	B

**ANEXO 15: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE COMPARACIÓN
DUNCAN PARA LA DETERMINACIÓN DEL COLOR a***

Tabla 29: Análisis de comparación Duncan para la variación del color a*

PRUEBA DUNCAN				
Error: 0.0191 G.l.: 18				
Tratamiento	Media	n	E.E.	
R.C.	-5.51	9	0.05	A
R.C.E.	-5.46	9	0.05	A
MUESTRA PATRÓN	-3.25	9	0.05	B

**ANEXO 16: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE COMPARACIÓN
DUNCAN PARA LA DETERMINACIÓN DEL COLOR b***

Tabla 30: Análisis de comparación Duncan para la variación del color b*

PRUEBA DUNCAN				
Error: 0.0529 G.l.: 18				
Tratamiento	Media	n	E.E.	
R.C.	15.76	9	0.08	A
R.C.E.	15.48	9	0.08	B
MUESTRA PATRÓN	13.30	9	0.08	C



**ANEXO 17: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE COMPARACIÓN
DUNCAN PARA LA DETERMINACIÓN DEL COLOR L**

Tabla 31: Análisis de comparación Duncan para la variación del color L

PRUEBA DE DUNCAN				
Error: 0.6995 Gl: 18				
Tratamiento	Media	n	E.E.	
R.C.	30.01	9	0.28	A
R.C.E.	29.02	9	0.28	B
MUESTRA PATRÓN	26.42	9	0.28	C

**ANEXO 18: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE COMPARACIÓN
DUNCAN PARA LA DETERMINACIÓN DE CARGA MICROBIOLÓGICA**

**Tabla 32: Análisis de comparación Duncan para la variación microbiológica
(mohos y levaduras)**

PRUEBA DUNCAN				
Error: 0.0012 G.l.: 18				
Tratamiento	Media	n	E.E.	
R.C.	2.05	9	0.01	A
R.C.E.	2.06	9	0.01	A
MUESTRA PATRÓN	3.06	9	0.01	B

ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS



Figura 10: Palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass seleccionadas



Figura 11: Linaza (*Linum usitatissimum*)



Figura 12: Mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*)

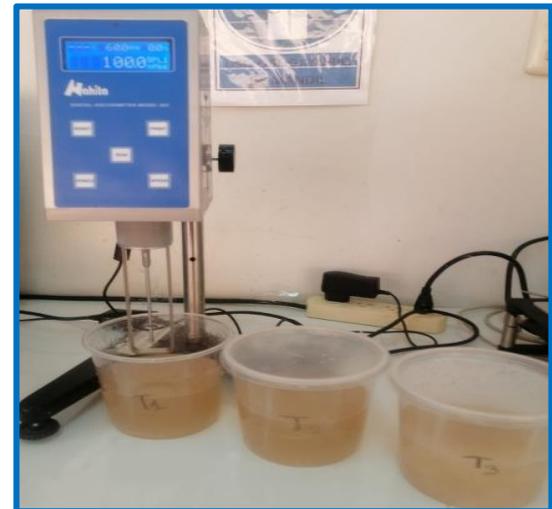


Figura 13: Recubrimiento comestible elaborado



Figura 14: Método de inmersión



Figura 15: Secado de paltas con recubrimiento a temperatura ambiente



Figura 16: Peso de la palta hass



Figura 17: Determinación del color de la palta hass



Figura 18: Determinando firmeza de palta hass



Figura 19: Preparación de OGYE agar para determinación de mohos y levaduras

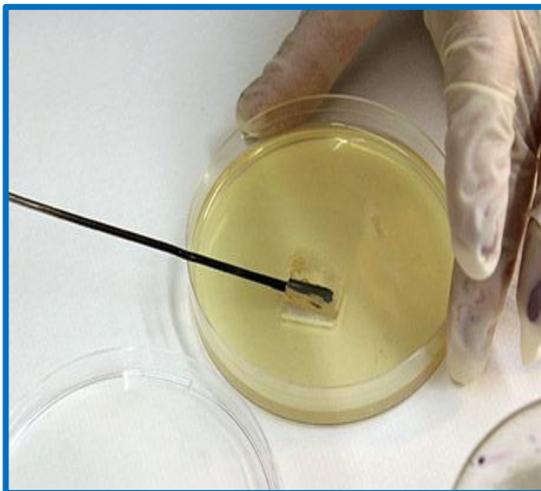


Figura 20: Siembra de mohos y levaduras las muestra en el agar OGYE



Figura 21: Recuento de mohos y levaduras



ANEXO 4: FICHA TÉCNICA DE CERA COMERCIAL DECCO LUSTR®

255



FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO

Decco Lustr® 255

Recubrimiento a base de aceite vegetal para mercado nacional y exportación

DESCRIPCION

Decco Lustr® 255 es un recubrimiento comestible para postcosecha, con aplicación en frutales de hueso y otras especies. El revestimiento mejora la apariencia de la fruta, reduce la deshidratación y actúa como un portador y fijador para fungicidas.

DIRECCIONES DE USO:

Para Duraznos, Nectarinas y Ciruelas: Decco Lustr® 255 se puede aplicar directamente o diluido a la fruta. Dependiendo de la aplicación, por ejemplo, la tasa de descarga, la bomba y el tipo de pulverización. Decco Lustr® 255 se puede diluir hasta 1 + 6 con agua blanda. Aplicar por pulverización sobre cepillos. Un galón de concentrado cubrirá entre 35.000 y 50.000 libras de fruta (1lt para 4200 a 6000kl) y en dilución 1 + 6 5.000 a 7.000 libras de fruta. Fungicidas aprobados para las frutas de hueso pueden ser fácilmente dispersadas en directamente Decco Lustr® 255 o en el recubrimiento diluido.

Es importante agitar el recubrimiento fungicida que contiene durante la aplicación.

Para Cerezas: Diluir 1 parte del producto con 17 partes de agua blanda. Aplique 1 galón de producto diluido por pulverización sobre 4.000-5.000 lb de cerezas (1lt en 480 a 600kl de fruta) en un sistema sin recuperación de solución. Retire el exceso de líquido en caso de aplicación mediante el uso de más de un ventilador.

Para Piñas: Diluir una parte del producto con 6 partes de agua tibia. Use un galón de cera diluida por 300 a 500 libras de fruta. Sumergir los frutos (y no la corona) durante 30 segundos y permitir que el revestimiento en exceso gotee de los frutos antes de su envasado.

Para otros especes: Para usar cualquier otra dilución o para usar en otras frutas como aguacates, melones, debe consultar al personal Decco de su región.

COMPOSICION: Decco Lustr® 255 es una emulsión de aceite vegetal líquido en agua. Todos los ingredientes son aprobados para uso alimentario según lo especificado en el Título 21 del US CFR y la Unión Europea (Reglamento CE 1333/2008).

PRECAUCIONES: El producto no es peligroso y no tóxico. Las emulsiones no deben ser sometidas a cambios extremos de temperaturas. Guarde la cera en un área protegida. No lo use en damascos.

PROPIEDADES FISICAS

Apariencia:	Emulsión blanca lechosa
Gravedad específica:	0,932 g/cc
Densidad:	7,78 lb/gal
Punto de inflamación:	Más de 200°F (93°C)
Sólidos:	45%

ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN: Almacenar en lugar seco y fresco. En caso de un derrame o fuga, absorber el líquido en vermiculita, arena o cualquier otro material adecuado. Eliminar según las normativas locales.

(Pd255)

Mauricio Fierro - Apr-14

DECCO CHILE SPA
LONGITUDINAL ANTIGUO, LOTE D2, PARCELA 10 GALPÓN 3 • OLIVAR, CHILE
FONO: 56-9-64680944
WWW.DECCOUS.COM - WWW.DECCOPOSTHARVEST.COM



ANEXO 5: DECLARACION JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo MACIEL KARINA CRUZ TICONA
, identificado con DNI 47941534 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

“ ELABORACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE MUCILAGO DE
LINAZA (*Linum usitatissimum*) Y COMPARACIÓN CON RECUBRIMIENTO COMERCIAL EN
LA CONSERVACIÓN DE LA PALTA (*Persea americana Mill*) VARIEDAD HASS

” Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 24 de ABRIL del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 6: FICHA DE AUTORIZACION PARA EL DEPOSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo MACIEL KARINA CRUZ TICONA
, identificado con DNI 47941534 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

**" ELABORACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE MUCILAGO DE
LINAZA (*Linum usitatissimum*) Y COMPARACIÓN CON RECUBRIMIENTO COMERCIAL EN
LA CONSERVACIÓN DE LA PALTA (*Persea americana Mill*) VARIEDAD HASS**

" Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 24 de ABRIL del 2023

FIRMA (obligatoria)



HUELLA