UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS BIODEGRADABLES A BASE DE MUCÍLAGO DE NOPAL (*Opuntia spp.)* Y LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN LA CONSERVACIÓN DE LA PALTA *(Persea americana* Mill) VARIEDAD HASS

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. CHRISTIAN PAUL APAZA MEDINA

ASESOR:

Dr. ELÍAS ESCOBEDO PACHECO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

MOQUEGUA-PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS BIODEGRADABLES A BASE DE MUCÍLAGO DE NOPAL (*Opuntia spp.)* Y LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN LA CONSERVACIÓN DE LA PALTA *(Persea americana* Mill) VARIEDAD HASS

Tesis sustentada y aprobada el 11 de Setiembre del 2020, estando el jurado calificador y asesor integrado por:

PRESIDENTE	:	..... Dr. Honorato Ccalli Pacco
PRIMER MIEMBRO	:	..... Mgr. Erik Edwin Allcca Alca
SEGUNDO MIEMBRO	:	..... Mgr. Olimpia Llalla Córdova
ASESOR	:	..... Dr. Elías Escobedo Pacheco

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

REGISTRO N°..... 041 .....

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los miembros del jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por: Bach. CHRISTIAN PAUL APAZA MEDINA denominada:
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE RECUBRIMENTOS BIODEGRADABLES A BASE DE MUCÍLAGO DE NOPAL (Opuntia spp.) Y LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN LA CONSERVACION DE LA PALTA (*Persea americana* Mill) VARIEDAD HASS, para cumplir con uno de los requisitos para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial.
Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante, se declara la tesis como:

APROBADO

Con la nota de : DOCE (12)

Calificativo de : BUENO

En consecuencia, de todos los actuados el Tesista queda APTO para poder recibir el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, de conformidad con lo establecido en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional de Moquegua.

Moquegua, 11 de setiembre del 2020

.....
Dr. Honorato Ccalli Pacco
PRESIDENTE DE JURADO

.....
Mgr. Erik Edwin Allcca Alca
PRIMER MIEMBRO DE JURADO

.....
Mgr. Olimpia Llalla Córdova
PRIMER MIEMBRO DE JURADO

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de mi vida y darme la fe necesaria, para seguir adelante.

A la memoria de mi madre, Olga Medina Flores. A mi padre José Apaza Ttacca, por sus enseñanzas y su cariño.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Moquegua, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, que me acogió en sus aulas y me dio la oportunidad de formarme como profesional.

A mi asesor, Dr. Elías Escobedo, por su amistad, apoyo y orientación, fundamentales para la realización de este trabajo.

A los miembros del jurado por sus valiosas sugerencias para la mejora de este trabajo: Dr. Honorato Ccalli, Mgr. Erik Allcca y Mgr. Olimpia Llalla.

A la Ing. Lily Tobala, por su apoyo moral, orientación y consejos, durante todo el proceso de elaboración de la presente tesis.

A mis docentes y al personal administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por su tiempo y apoyo.

A mis amigos y compañeros de la universidad, quienes con su ayuda, motivación y consejos pudieron contribuir a la realización de la parte experimental de este trabajo.

A todas aquellas personas que directa e indirectamente contribuyeron y permitieron ampliar y profundizar nuestras convicciones profesionales y que han colaborado en la ejecución de esta tesis.

RESUMEN

Se inició la investigación estableciendo los valores iniciales del peso, firmeza, color, materia seca y porcentaje de aceite de las paltas recientemente cosechadas. Posteriormente; se determinó el efecto de la temperatura de almacenamiento y los recubrimientos, sobre el porcentaje de pérdida de peso, perdida de firmeza, variación de color externo, materia seca y porcentaje de aceite, durante 35 días de almacenamiento. Finalmente se evaluó la aceptabilidad mediante una prueba hedónica. Se utilizaron dos concentraciones del mucílago (1 y 3%) como base de los recubrimientos, además se utilizó una muestra control (sin cobertura) y dos temperaturas de almacenamiento (5 y 10 °C). Las superficies de las paltas fueron lavadas, desinfectadas y secadas; posteriormente fueron sumergidas en cada una de las soluciones de cobertura y secadas con aire a temperatura ambiente. Cada 7 días se midieron los parámetros fisicoquímicos antes mencionados. Culminado el almacenamiento se determinó el grado de aceptabilidad mediante la prueba de escala hedónica con nueve niveles; los atributos evaluados fueron olor, color, sabor y firmeza. El análisis de varianza indica que existe un efecto significativo de los recubrimientos, la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre los parámetros fisicoquímicos evaluados. Se determinó al recubrimiento con un 3% de mucílago, como el mejor, dentro del grupo de tratamientos que fueron almacenados a 5°C, alcanzando una pérdida de peso de un 5.82 %, con una firmeza de 16.53 N, los parámetros de color, L* 34.24, a* -4.59 y b* 13.08, porcentaje de materia seca 30.79 % y porcentaje de aceite 20.08 % correspondientes al día 35 de almacenamiento. Para el análisis sensorial se aplicó el método de Kruskal Wallis y los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas entre los recubrimientos y la muestra control, los consumidores calificaron a las muestras con el recubrimiento R2-5 como el de mejor aceptabilidad. A partir de estos resultados se concluye que los recubrimientos formulados a base de mucílago de nopal, son aceptables sensorialmente, así mismo ayudan a extender el tiempo de vida útil de la palta variedad Hass disminuyendo las pérdidas de peso, manteniendo la firmeza y retrasando los parámetros de color del fruto.

Palabras Claves: Palta, mucílago, recubrimiento, temperatura y almacenamiento.

ABSTRACT

The investigation was started establishing the initial values of the weight, firmness, color, dry matter and oil percentage of the recently harvested avocados. Later; the effect of storage temperature and coatings was determined on the percentage of weight loss, loss of firmness, external color variation, dry matter and oil percentage, during 35 days of storage. Finally, acceptability was evaluated using a hedonic test. Two concentrations of the mucilage (1 and 3%) were used as the base of the coatings, in addition a control sample (without coverage) and two storage temperatures (5 and 10 ° C) were used. The surfaces of the avocados were washed, disinfected and dried; later they were immersed in each of the covering solutions and dried with air at room temperature. Every 7 days the aforementioned physicochemical parameters were measured. After storage, the degree of acceptability was determined by the hedonic scale test with nine levels; the attributes evaluated were smell, color, flavor and firmness. The analysis of variance indicates that there is a significant effect of the coatings, the temperature and the storage time on the evaluated physicochemical parameters. The coating with 3% mucilage was determined as the best, within the group of treatments that were stored at 5 ° C, achieving a weight loss of 5.82%, with a firmness of 16.53 N, the color parameters, L * 34.24, a * -4.59 and b * 13.08, percentage of dry matter 30.79% and percentage of oil 20.08% corresponding to day 35 of storage. For the sensory analysis, the Kruskal Wallis method was applied and the results obtained showed significant differences between the coatings and the control sample. Consumers rated the samples with the R2-5 coating as the one with the best acceptability. From these results it is concluded that the coatings formulated based on nopal mucilage are sensorially acceptable, as well as helping to extend the useful life of the Hass variety avocado, reducing weight loss, maintaining firmness and delaying the parameters fruit color.

Key Words: Avocado, mucilage, coating, temperature and storage.

ÍNDICE

DEDICATORIA II
AGRADECIMIENTOS III
RESUMEN IV
ABSTRACT V
INDICE DE FIGURAS IX
ÍNDICE DE TABLAS X
ÍNDICE DE ANEXOS XII
ABREVIATURAS Y SIGLAS XIII
I. INTRODUCCIÓN 1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA 2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3
1.2.1. Interrogante general 3
1.2.2. Interrogantes específicas 3
1.3. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 4
1.4. OBJETIVOS 6
1.4.1. Objetivo general 6
1.4.2. Objetivos específicos 6
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 6
1.6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS 8
1.6.1. Hipótesis general 8
1.6.2. Hipótesis específicas 8
II. MARCO TEÓRICO 9
2.1. BASES TEÓRICAS 9
2.1.1. La palta (Persea americana Mill) 9
2.1.1.1. Clasificación botánica 9
2.1.1.2. Composición nutricional. 9
2.1.1.3. La variedad Hass 10
2.1.1.4. Morfología del fruto 11
2.1.2. La producción nacional y local de la palta Hass. 12
2.1.3. La exportación nacional y local de la palta Hass. 12
2.1.4. Madurez del fruto. 14
2.1.4.1. Madurez fisiológica 14

2.1.4.2. Madurez de consumo 14
2.1.5. Conservación y almacenamiento de frutas 14
2.1.5.1. Manejo de la cadena de poscosecha de la palta 15
2.1.6. Cambios fisicoquímicos poscosecha 16
2.1.6.1. Contenido de aceite 16
2.1.6.2. Materia seca 17
2.1.6.3. La pérdida de peso 17
2.1.6.4. El cambio de coloración 17
2.1.6.5. La firmeza 18
2.1.7. Los recubrimientos biodegradables 18
2.1.8. La biodegradabilidad de películas y recubrimientos 19
2.1.9. Compuestos utilizados en los recubrimientos 20
2.1.9.1. Recubrimientos a base de polisacáridos 20
2.1.9.2. Aditivos para la elaboración de recubrimientos 21
2.1.10. Aplicación de las coberturas biodegradables en frutas. 22
III. MARCO METODOLÓGICO 23
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN 23
3.1.1. Tipo de investigación 23
3.1.2. Nivel de investigación 23
3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN 23
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 23
3.3.1. La población del estudio 23
3.3.2. Tamaño de muestra 23
3.4. INSTRUMENTOS 23
3.4.1. Materia prima e insumos 23
3.4.2. Materiales 24
3.4.3. Equipos 24
3.5. PROCEDIMIENTOS 25
3.5.1. Determinación de las características fisicoquímicas de la palta recién cosechada. 25
3.5.2. Determinación del efecto de la aplicación de los recubrimientos sobre las propiedades fisicoquímicas en la palta. 27
3.5.3. Determinación del efecto de la aplicación de los recubrimientos sobre las propiedades sensoriales en la palta. 33

3.6. ANÁLISIS DE DATOS 34
3.6.1. Esquema experimental. 34
3.6.2. Método estadístico. 35
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIONES 36
4.1. Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la palta recién cosechada. 36
4.2. Determinación del efecto de la aplicación de los recubrimientos sobre las propiedades fisicoquímicas en la palta. 39
4.2.1. Evaluación del porcentaje de pérdida de peso durante el almacenamiento. 39
4.2.2. Evaluación de la firmeza durante el almacenamiento. 44
4.2.3. Evaluación de los parámetros de color durante el almacenamiento……..51
4.2.4. Evaluación del porcentaje de materia seca durante el almacenamiento. 66
4.2.5. Evaluación del porcentaje de aceite durante el almacenamiento... 68
4.3. Determinación del efecto de la aplicación de los recubrimientos sobre las propiedades sensoriales en la palta Hass. 72
4.3.1. Determinación de la aceptabilidad general de la palta con recubrimientos biodegradables..... 74
4.3.1.1 Olor 75
4.3.1.2 Color 75
4.3.1.3 Sabor 76
4.3.1.4 Textura 77
V. CONCLUSIONES 78
VI. RECOMENDACIONES 79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes del fruto de la palta. 11
Figura 2. Principales Regiones productoras de palta año 2018 12
Figura 3. Certificaciones de palta con fines de exportación región Moquegua ... 13
Figura 4. Ilustración de las funciones de un recubrimiento biodegradable. 19
Figura 5. Cladodios de nopal (Opuntia ficus-indica)..... 21
Figura 6. Metodología general de la investigación 25
Figura 7. Diagrama experimental de la evaluación del efecto de los recubrimientos. 27
Figura 8. Recubrimientos a base de mucílago de nopal..... 28
Figura 9. Diagrama experimental de la aplicación de los recubrimientos. 29
Figura 10. Paltas clasificadas por tamaños..... 30
Figura 11. Aplicación de recubrimientos por inmersión 30
Figura 12. Medición de color en la corteza de la palta 31
Figura 13. Balanza de Humedad. 32
Figura 14. Pérdida de peso durante el almacenamiento a 10°C 39
Figura 15. Pérdida de peso durante el almacenamiento a 5° C 40
Figura 16. Firmeza durante el almacenamiento a 10°C 44
Figura 17. Firmeza durante el almacenamiento a 5 °C. 45
Figura 18. Evolución de la luminosidad *L durante el almacenamiento a 5 y 10°C..... 52
Figura 19. Evolución del croma *a durante el almacenamiento a 5 y 10°C 53
Figura 20. Evolución del croma *b durante el almacenamiento a 5 y 10°C 54
Figura 21. Evolución del porcentaje de materia seca durante el almacenamiento a 5°C 66
Figura 22. Evolución del porcentaje de materia seca durante el almacenamiento a 10 °C..... 67
Figura 23. Evolución del porcentaje de aceite durante el almacenamiento a 10°C. 69
Figura 24. Evolución del porcentaje de aceite durante el almacenamiento a 5°C 70
Figura 25. Diagrama radial de la prueba de aceptabilidad general 72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composicion nutricional palta (Persea americana Mill) Hass 10
Tabla 2. Temperatura óptima y humedad relativa de almacenamiento en frio de distintos cultivares de palta. 16
Tabla 3. Formulaciones de recubrimientos a base de mucílago de nopal 28
Tabla 4. Esquema experimental para la evaluación de las características fisicoquímicas durante el almacenamiento..... 34
Tabla 5. Características fisicoquímicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass recién cosechada. 36
Tabla 6. Análisis de varianza del porcentaje de pérdida de peso. 41
Tabla 7. Test: LSD Fisher (% Disminución de peso) Alfa=0.05 DMS = 0.12989 para temperatura. 42
Tabla 8. Test: LSD Fisher (% Disminución de peso) Alfa=0.05 DMS=0.15908 para concentración. 42
Tabla 9. Test: LSD Fisher (% Disminución de peso) Alfa=0.05 DMS=0.31816 para tiempo (días) por temperatura 43
Tabla 10. Análisis de varianza para la firmeza. 46
Tabla 11. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=0.26449 para temperatura 46
Tabla 12. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=0.32393 para concentración 47
Tabla 13. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=0.64787 para tiempo (días) por temperatura 47
Tabla 14. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=0.79347 para tiempo por concentración 48
Tabla 15. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=0.45811 para temperatura por concentración 49
Tabla 16. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=1.12214 para tiempo por temperatura por concentración 50
Tabla 17. Análisis de varianza para los parámetros de color (*L, *a y *b) 56
Tabla 18. Test: LSD Fisher (Color L*) Alfa=0.05 DMS=0.27088 para temperatura 57

Tabla 19. Test: LSD Fisher (Color L*) Alfa=0.05 DMS=0.33176 15908 para concentración 58
Tabla 20. Test: LSD Fisher (Color L*) Alfa=0.05 DMS=0.66352 para tiempo (días) por temperatura 58
Tabla 21. Test: LSD Fisher (Color L*) Alfa=0.05 DMS=0.81264 para tiempo por concentración 59
Tabla 22. Test: LSD Fisher (Color a*) Alfa=0.05 DMS=0.22267 para temperatura 60
Tabla 23. Test: LSD Fisher (Color a*) Alfa=0.05 DMS=0.27271 para concentración 60
Tabla 24. Test: LSD Fisher (Color a*) Alfa=0.05 DMS=0.54542 para tiempo (días) por temperatura 61
Tabla 25. Test: LSD Fisher (Color a*) Alfa=0.05 DMS=0.66800 para tiempo por concentración 62
Tabla 26. Test: LSD Fisher (Color b*) Alfa=0.05 DMS=0.44118 para temperatura 62
Tabla 27. Test: LSD Fisher (Color b*) Alfa=0.05 DMS=0.54033 15908 para concentración 63
Tabla 28. Test: LSD Fisher (Color b*) Alfa=0.05 DMS=1.08067 para tiempo (días) por temperatura 64
Tabla 29. Test: LSD Fisher (Color b*) Alfa=0.05 DMS=1.32354 para tiempo por concentración 65
Tabla 30. Análisis de varianza para la materia seca. 68
Tabla 31. Análisis de varianza para el porcentaje de aceite. 70
Tabla 32. Prueba de Kruskal Wallis para el análisis sensorial (olor) 75
Tabla 33. Prueba de Kruskal Wallis para el análisis sensorial (color) 76
Tabla 34. Prueba de Kruskal Wallis para el análisis sensorial (sabor) 76
Tabla 35. Prueba de Kruskal Wallis para el análisis sensorial (textura) 77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Evaluación de las características físicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass recién cosechada. 93
Anexo 2. Evaluación de las características fisicoquímicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass recién cosechada. 94
Anexo 3. Estadísticos descriptivos características fisicoquímicas (materia seca y aceite) de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass recién cosechada. ... 94
Anexo 4. Estadísticos descriptivos características físicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass recién cosechada. 94
Anexo 5 Histogramas características físicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass. recién cosechada (Peso). 95
Anexo 6. Histogramas características físicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass. recién cosechada (Firmeza). 95
Anexo 7. Histogramas características físicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass. recién cosechada (Color *L). 96
Anexo 8. Histogramas características físicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass. recién cosechada (Color *a). 96
Anexo 9. Histogramas características físicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass. recién cosechada (Color *b). 97
Anexo 10. Histogramas características físicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass. recién cosechada (Materia Seca %). 97
Anexo 11. Histogramas características físicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass. recién cosechada (Aceite %). 98
Anexo 12. Análisis estadísticos descriptivos de la prueba sensorial. 98
Anexo 13. Prueba de aceptación hedónica de 9 puntos 99
Anexo 14. Metodología general de extracción de mucílago de nopal..... 100
Anexo 15. Panel fotográfico 101

ABREVIATURAS Y SIGLAS

- a* : Coordenada de cromaticidad del espacio de color CIELab
- b* : Coordenada de cromaticidad del espacio de color CIELab
- L* : Luminosidad, espacio de color CIELab
- N : Newton
- Kcal : Kilocalorías
- mg. : Miligramos
- µg : Microgramos
- °C : Grados Celcius
- g : Gramo
- °Brix : Grados Brix
- % : Porcentaje
- Kg : Kilogramo
- L : Litro
- ml : Mililitro
- v : Volumen
- w : Peso
- min : Minutos
- ppm : Partes por millón
- Kg-f : Kilogramo-fuerza
- rpm : Revoluciones por minuto
- R1 : Tratamientos con una concentración del 1% de mucílago
- R2 : Tratamientos con una concentración del 3% de mucílago
- R1-5 : Tratamientos con 1% de mucílago, almacenados a 5 °C
- R2-5 : Tratamientos con 3% de mucílago, almacenados a 5 °C
- R1-10 : Tratamientos con 1% de mucílago, almacenados a 10 °C
- R2-10 : Tratamientos con 3% de mucílago, almacenados a 10 °C
- CIE : Comisión Internacional de Iluminación
- NTP : Norma Técnica Peruana
- USDA : Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
- SIEA : Sistema Integrado de Estadística Agraria
- PROHASS : Asociación de Productores de Palta Hass del Perú
- MINAGRI : Ministerio de Agricultura y Riego

- GRAM : Gerencia Regional de Agricultura Moquegua
- SENASA : Servicio Nacional de Sanidad Agraria
- APAEXMO : Asociación de Productores Agrícolas y Exportadores Moquegua
- CBI : Centro para la Promoción de Importaciones de Países en Desarrollo

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha incrementado el interés por conseguir que las frutas y hortalizas frescas conserven durante un tiempo más largo sus características sensoriales y nutricionales, que es lo que determina su calidad y vida útil, estas características suelen verse afectadas durante el proceso de poscosecha, almacenamiento y comercialización. (Pastor, 2010). Con el objetivo de evitar o minimizar los efectos adversos durante el almacenamiento, comercialización y conjuntamente prolongar la vida poscosecha, se han implementado diferentes tecnologías, como el almacenamiento a bajas temperaturas, la conservación por atmósfera controlada, la utilización de empaques plásticos, el uso de películas y la aplicación de recubrimientos comestibles, entre otras (Núñez *et al.*, 2012; Aguilar, 2012).

La aplicación de recubrimientos, supone una alternativa de futuro para la conservación de la calidad de frutas y hortalizas. Su aplicación permite alargar la vida útil durante el almacenamiento al reducir las pérdidas de humedad y retardar la maduración de los frutos, ya que actúan como barrera al intercambio gaseoso (Pastor, 2010). Por otro lado, no solamente beneficia la calidad de las frutas sino que también es una tecnología benéfica para el medio ambiente ya que se utilizan materias primas con una naturaleza biodegradable. (Han, Zhao, Leonard, & Traber, 2004)

Sobre la base de lo antes planteado es que, se evaluó la aplicación de un recubrimiento biodegradable a base de mucílago de nopal, en palta Hass (*Persea americana* Mill) durante su almacenamiento en refrigeración; este fruto es de gran importancia socioeconómica a nivel nacional como en nuestra localidad, puesto que en los últimos años ha superado cifras históricas en su valor exportado, como también en su acceso a diversos mercados (Chávez, 2019). No obstante existe una dificultad, la palta es un fruto climatérico, es decir experimenta rápidos cambios bioquímicos denotados en su apariencia y composición según transcurre su maduración. (Vargas *et al.,* 2008). Este estudio nos permitió conocer el nivel de efectividad de esta tecnología de conservación, en la palta Hass, mediante los indicadores de calidad (firmeza, color, disminución de peso, materia seca) durante y finalizado el proceso de almacenamiento.

Si bien es cierto el almacenamiento en frío reduce considerablemente la transpiración de los frutos, es conveniente contar también con otros sistemas de reducción de dicho proceso fisiológico; siendo la utilización de recubrimientos una alternativa que permite minimizar este problema, otorgándole una mejor presentación a la fruta por el brillo añadido, la disminución de desórdenes patológicos durante el periodo de almacenamiento y en consecuencia una mayor conservación de la calidad de la fruta.

En ese sentido, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la aplicación de los recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y la temperatura de almacenamiento, en la conservación de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass.

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La producción de palta en la región Moquegua se ha incrementado considerablemente en estos últimos años, gracias al apoyo brindado por distintos programas del gobierno, como Agroideas, Sierra Exportadora y proyectos impulsados por los municipios provinciales y distritales en temas de buenas prácticas agrícolas. Asi mismo la asociatividad entre los productores ha mejorado su competitividad, logrando tener acceso a mercados más distantes.

En el año 2018 se tiene una tasa de crecimiento de 33.91%; respecto al año anterior, siendo el último reporte de 6777.8 Tm (GRAM, 2018). Este crecimiento ha convertido a la región Moquegua en una de las regiones con una creciente participación en la producción nacional, la cual la hace potencialmente importante para abastecer al mercado nacional y a la vez permitir la exportación; en consecuencia, existe un interés por el estudio del almacenamiento de esta fruta a fin de extender su distribución hacia mercados extranjeros.

Asi mismo, existen otros motivos por los cuales existe esta necesidad de almacenamiento, como la no existencia de un comprador inmediato; la no disponibilidad de transporte o para prolongar el periodo de mercadeo e incrementar el volumen de venta o para esperar un alza en los precios. Aunado a esto tenemos que la palta es un fruto climatérico, la cual experimenta rápidos cambios bioquímicos denotados en su apariencia y composición según transcurre su maduración. Por su carácter climatérico, la palta presenta una elevada tasa de producción de etileno al inicio del proceso de maduración que se asocia con una

pronta madurez del fruto, la que puede ser alcanzada de 5 a 7 días después de su cosecha. (Hartill & Everett, 2002).

La calidad inicial de la palta cosechada no puede ser mejorada aplicando tecnologías durante el período poscosecha; no obstante, es posible conservar dicha calidad por largos períodos de tiempo, utilizando sistemas modernos de conservación y transformación. Las tecnologías de manejo poscosecha utilizadas se basan en el estudio de los factores relacionados con el deterioro del producto, su comportamiento fisiológico, las técnicas de almacenamiento y las estrategias para retardar su envejecimiento. (Londoño, 2008)

En este sentido, el presente trabajo realizó un estudio bibliográfico y experimental sobre la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal y la temperatura de almacenamiento para lograr determinar el efecto, que estos tienen sobre las características o atributos de calidad comercial en la palta *(Persea americana* Mill*)* variedad Hass.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Interrogante general

¿Cuál es el efecto de la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal *(Opuntia ficus-indica)* y la temperatura de almacenamiento sobre la conservación de la palta *(Persea americana* Mill*)* variedad Hass?

1.2.2. Interrogantes específicas

¿Las propiedades fisicoquímicas iniciales (materia seca, porcentaje de aceite, peso, color y firmeza) al momento de la cosecha, tienen influencia en el proceso de la maduración de la palta *(Persea americana* Mill*)* variedad Hass?

¿Cuál es la influencia de la aplicación de los recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica)* y la temperatura de almacenamiento, sobre las propiedades fisicoquímicas (materia seca, porcentaje de aceite, peso, color y firmeza) en la palta *(Persea americana* Mill) variedad Hass?

¿Cuál es la influencia de la aplicación de los recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica)* y la temperatura de almacenamiento, sobre las características sensoriales (color, olor, sabor y textura) en la palta *(Persea americana* Mill*)* variedad Hass?

1.3. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Del Valle *et al.,* (2005) desarrollaron una investigación con el uso de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) como un recubrimiento comestible para extender la vida útil de fresas (*Fragaria ananassa*). Se probaron películas comestibles para determinar sus efectos sobre el color, la textura y calidad sensorial de la fruta. Los frutos fueron almacenados a (5 °C ± 0.5) por 10 días. A partir de los resultados, se concluyó que el uso de recubrimientos de mucílago conduce a una mayor vida útil de la fresa.

Márquez & Pretell, (2009) realizaron un estudio del efecto de coberturas biodegradables sobre la firmeza, peso y el color en palta (*Persea americana* Mill) Hass; el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de coberturas biodegradables de carboximetilcelulosa, gelatina-almidón y gel aloe vera sobre el color, firmeza y pérdida de peso en palta, durante el almacenamiento a 10 y 20 °C. Las paltas con coberturas biodegradables demostraron buena retención de color y firmeza, así como menor velocidad de pérdida de peso en comparación con las muestras control. Un retraso en el oscurecimiento de la pulpa asociado a la maduración del fruto fue observado en las paltas con coberturas al final del almacenamiento.

Obando *et al.,* (2015) desarrollaron una investigación sobre el efecto del uso de una biopelícula sobre la calidad poscosecha y tiempo de vida útil en paltas variedad Hass. Se realizaron tres tratamientos: grupo control, producto terminado obtenido del proceso normal de producción sin aplicación de biopelícula y producto terminado con aplicación de biopelícula. La fruta fue almacenada a 6°C y se evaluó la calidad a los 28 y 35 días a la salida de frío, tales como: apariencia externa (color de cáscara y daño lenticelar), firmeza, deshidratación y en condiciones de anaquel a 20°C (apariencia externa e interna). Se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos y en los distintos momentos de evaluación, el producto terminado con aplicación de biopelícula; respecto, al tratamiento de producto terminado presentó mejores parámetros de calidad (mejor color de cáscara, menor daño lenticelar; además, mantuvo la resistencia de la pulpa a la presión y redujo daños fisiológicos y pudriciones).

May, (2009) desarrolló un recubrimiento comestible a base de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) que conserve la calidad de la fresa. Las fresas fueron tratadas con un 2% de glicerol y 2% de sorbitol, como agentes plastificantes. Se

estudió la influencia de las formulaciones de los recubrimientos de mucílago de nopal en los atributos de calidad en fresas almacenadas a 5 y 10 ºC y una humedad relativa del 80%. El recubrimiento del mucílago de nopal redujo significativamente el deterioro de la fresa ($P \leq 0,05$). Hubo una diferencia significativa entre los tratamientos con glicerol y sorbitol a los 15 días de almacenamiento. Todos los recubrimientos mostraron un efecto benéfico sobre la retención de la firmeza (17-25 N). En el análisis sensorial no se encontraron diferencias significativas entre las medias de las muestras. La aplicación del recubrimiento comestible de mucílago de nopal resultó ser un método efectivo para prolongar la vida útil de la fresa hasta por 15 días, por lo que se puede considerar un método alternativo para su conservación.

Aguirre *et al.,* (2017) realizaron un estudio sobre un recubrimiento bioactivo y biodegradable de cera de candelilla, pectina, mucílago de aloe y polifenoles purificados de *Larrea tridentata* aplicados en palta Hass, utilizando el método de inmersión, en condiciones refrigeradas (7 ± 2 ° C) y ambiente (25 ± 1 ° C). Los tratamientos de control fueron paltas sin recubrimiento. Se evaluaron cambios en el brillo, el pH, los sólidos solubles totales (° Brix), la pérdida de peso y la firmeza. Se monitorearon durante 21 días a las paltas almacenadas en refrigeración y 8 días a las paltas en condiciones ambientales. La película bioactiva fue capaz de reducir significativamente la pérdida de peso (40% y 58% para condiciones ambientales y refrigeradas, respectivamente) y firmeza (9 veces bajo refrigeración) y mantener el brillo (50% más que el control), y también inhibió el desarrollo de pulpa gris interna (100%).

Márquez *et al.,* (2013) Evaluaron el efecto del agente antimicrobiano en la cobertura biodegradable a base de gelatina-almidón y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y apariencia general en palta variedad Hass. Los agentes antimicrobianos fueron extractos de molle y matico al 5% (p/v), y aceite esencial de clavo de olor al 0.1% (p/v); considerándose una muestra control. Las muestras con coberturas, así como la muestra control fueron almacenadas a 6 °C, durante 30 días. Cada diez días se analizó color, firmeza, pérdida de peso y recuento de mohos y levaduras; la apariencia general se evaluó al inicio y final del almacenamiento. Existió un efecto significativo ($p<0,05$) del agente antimicrobiano y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras. La cobertura con extracto de molle permitió obtener los mejores parámetros de color L*, a* y b*, menor firmeza y recuento de mohos y levaduras durante el almacenamiento; y la

cobertura con extracto de matico produjo la menor pérdida de peso. En la apariencia general de los frutos denotó un efecto significativo ($p<0,05$) entre los tratamientos, determinándose para el día 30 de almacenamiento que la muestra control presentó diferencia con las muestras con cobertura. Así mismo, se denotó que las paltas con extracto de molle y matico fueron las mejores, superiores a la muestra con aceite de clavo de olor.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la influencia de la aplicación de los recubrimientos a base de mucílago de nopal (*Opuntia ficus indica.)* y la temperatura de almacenamiento en la conservación de la palta *(Persea americana* Mill*)* variedad Hass.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades fisicoquímicas (materia seca, porcentaje de aceite, peso, color y la firmeza) de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass poscosecha.

- Determinar el efecto de la aplicación de los recubrimientos a base de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y la temperatura de almacenamiento, sobre las propiedades fisicoquímicas (materia seca, porcentaje de aceite, porcentaje de disminución peso, cambio de color externo y disminución de la firmeza) en la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass.

- Determinar el efecto de la aplicación de los recubrimientos a base de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y la temperatura de almacenamiento, sobre las características sensoriales (color, olor, sabor y textura) en la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass.

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Resulta sumamente importante desarrollar tecnologías de conservación en los productos hortofrutícolas, específicamente en la palta, debido a que es un producto altamente perecedero y tiene un periodo de comercialización muy corto, por otro

lado la producción de este producto ha tenido un crecimiento importante, tanto a nivel regional como nacional, por ello es necesario plantear técnicas económicas de conservación, que combinadas o no puedan mantener las características originales de este fruto, prolongando su vida útil sin que pierdan las características sensoriales y nutricionales.

La forma tradicional de conservación es el almacenaje refrigerado, pero para poder lograr un periodo de almacenaje mayor es necesario el uso de medios adicionales que permitan retrasar el proceso de maduración. Dentro de estos medios adicionales están los recubrimientos, films o películas las cuales no han perdido interés con el tiempo, más bien se han incrementado, siendo un reto buscar nuevas fuentes de materiales biológicos y biodegradables que ayuden a cubrir las necesidades actuales en este ámbito. Es por ello que también se busca aprovechar las propiedades del mucílago de nopal. La alta concentración de mucílago encontrado en algunas especies de nopal, la conformación polimérica y las propiedades reológicas (específicamente la elasticidad) de este compuesto, sugieren un potencial considerable de estas cactáceas como materia prima en la elaboración de recubrimientos biodegradables. (May, 2009)

Estudios recientes muestran que los recubrimientos han surgido como una tecnología poscosecha emergente para la conservación, extensión de la vida comercial de las frutas y mejora de su calidad. Su uso radica en generar una atmósfera modificada con el fin de reducir la capacidad de transferencia de masa de los gases causantes de la pérdida de peso, color, textura y firmeza de las frutas después de su recolección que repercuten en el aumento de las pérdidas poscosecha (Figueroa *et al.,* 2011). Las diferentes investigaciones realizadas alrededor del mundo muestran que los recubrimientos presentan ventajas a nivel de comercialización e incluso ambiental, es por ello que encontrar nuevas materias primas renovables es un punto de gran interés dentro del enfoque alimentario. (Andrade *et al.,* 2013)

Por lo anteriormente mencionado, su estudio y divulgación seguirá siendo un tema de vital importancia en las tecnologías emergentes, ya que son evidentes sus efectos benéficos sobre la minimización de perdidas poscosecha, conservación, almacenamiento y cuidado del medio ambiente.

1.6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis general

- La aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal (*Opuntia ficus indica.)* y la temperatura de almacenamiento tienen influencia en la conservación de la palta *(Persea americana* Mill*)* variedad Hass.

1.6.2. Hipótesis específicas

- Las propiedades fisicoquímicas (materia seca, porcentaje de aceite, peso, color y firmeza) iniciales poscosecha, tienen influencia en el proceso de la maduración de la palta *(Persea americana* Mill*)* variedad Hass.

- La aplicación de recubrimientos a base de mucílago de nopal (*Opuntia ficus indica*) y la temperatura de almacenamiento tienen influencia sobre las propiedades fisicoquímicas (porcentaje de materia seca, porcentaje de aceite, disminución de peso, cambio de color y disminución de la firmeza) en la palta *(Persea americana* Mill*)* variedad Hass.

- La aplicación de recubrimientos a base de mucílago de nopal (*Opuntia ficus indica.)* y la temperatura de almacenamiento tienen influencia sobre las características sensoriales (olor, color, sabor y firmeza) en la palta *(Persea americana* Mill*)* variedad Hass.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. BASES TEÓRICAS

2.1.1. La palta (*Persea americana* Mill)

El fruto de la palta *(Persea americana* Mill*)* es una baya con mesocarpio y endocarpio carnosos que contiene una sola semilla. (Bernal & Díaz, 2008)

Las paltas o tambien llamados aguacates en el mercado internacional son una fruta subtropical climatérica que generalmente es de forma oblonga y de piel verde, aunque "Hass", el cultivar comercial dominante, madura a negro púrpura. Son una de las pocas frutas que contienen cantidades significativas de aceites (ácidos grasos). Las altas concentraciones de ácidos grasos monoinsaturados y otros fitoquímicos hacen que la palta sea una fruta muy saludable y nutritiva. (Yahia, 2011)

2.1.1.1. Clasificación botánica

Garbanzo, (2010) la clasificación botánica de la palta es:

División : Espermatophita
Sub división : Angiosperma
Clase : Dicotyledoneae
Orden : Laurea
Familia : Lauraceae
Género : Persea
Especie : Persea americana
Nombre común : Palta, aguacate

2.1.1.2. Composición nutricional.

A diferencia de los alimentos que se describen como que proporcionan "calorías vacías", la palta es una fruta "protectora" rica en nutrientes. El contenido de energía por porción de 100 g se ha estimado en 800 kJ, dependiendo del cultivar y las condiciones de crecimiento. (Cowan & Wolstenholme, 2003)

Tabla 1. Composicion nutricional palta (Persea americana Mill) Hass

Nutriente	Palta Hass 1 fruta (136 g)
Agua (g)	98.4
Calorías (kcal)	227
Calorías (kcal) (fibra insoluble ajustada)	201
Grasa total (g)	21.0
Grasa Monoinsaturada (g)	13.3
Grasa Poliinsaturada (g)	2.5
Grasa Saturada (g)	2.9
Proteína (g)	2.7
Carbohidratos Totales (g)	11.8
Fibra Dietética (g)	9.2
Potasio (mg)	690
Magnesio (mg)	39.0
Vitamina C (mg)	12.0
Vitamina B-6 (mg)	0.4
Niacina (mg)	2.6
Riboflavina (mg)	0.2
Tiamina (mg)	0.1
Ácido pantoténico (mg)	2.0
Vitamina K (ug)	28.6
Vitamina E (α-Tocoferol) (mg)	2.7
γ -Tocoferol (mg)	0.44
Luteína + zeaxantina (ug)	369
Total fitoesteroles (mg)	113

Fuente: Department of Agriculture USDA, (2011)

2.1.1.3. La variedad Hass

Esta variedad fue patentada en 1935 por Rudolph Hass, en Habra Heights (California), en virtud de la calidad de sus frutos, alto rendimiento en producción y maduración tardía, comparado con otras variedades importantes para la época. (Whiley *et al*., 2002)

Esta variedad produce frutos esféricos, ovalados, con corteza gruesa y quebradiza; la pulpa es cremosa, con excelente sabor y sin fibra; la semilla es pequeña (bien pegada a la cavidad) y se pela fácilmente. (Bernal & Díaz, 2008)

2.1.1.4. Morfología del fruto

- **Exocarpio:** coloquialmente conocida como cáscara. Irregular y rugoso en la variedad Hass. Bajo condiciones de clima fresco se pierde a cierto nivel esta rugosidad y en climas cálidos es más rugoso el exocarpio. (Barrientos *et al.,* 1996)

- **Endocarpio:** el endocarpio de la palta se define como una capa frágil difícil de identificar en el fruto maduro, fuertemente asociado con la envoltura de la semilla. Estas células contienen menos cloroplastos, granos de almidón, menos gotas de aceite y cristales que las células del mesocarpio. (Cummings & Schroeder, 1942)

- **Mesocarpio:** la pulpa del aguacate está constituida por células isodiamétricas, lo que le brinda una estructura uniforme. El mesocarpio es originado por división celular, la cual continúa aún en frutas completamente maduras. (Barrientos *et al.,* 1996)

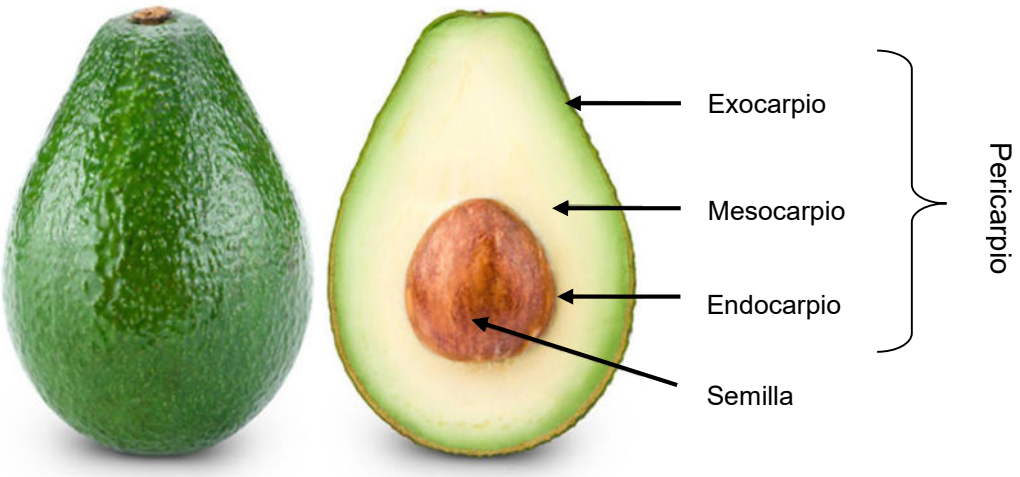


Figura 1. Partes del fruto de la palta.
Fuente: Magwaza & Tesfay, (2015)

2.1.2. La producción nacional y local de la palta Hass.

La producción de palta Hass en el Perú se incrementa en aproximadamente en un 20% por año, gracias a la incorporación de nuevos terrenos de cultivo, debido a la creciente demanda en el mercado internacional; en la actualidad se siembran alrededor de 28,000 hectáreas de esta fruta. (PROHASS-PERÚ, 2018)

Por otro lado la palta en la Región Moquegua también ha tenido un crecimiento en los últimos años. La producción en el periodo 2012-2017 representa cerca del 1,54 por ciento del total nacional, siendo la novena región más importante; la producción de palta ha crecido más de 152,5 por ciento, al igual que el área cosechada (228,6 por ciento), se reporta para el año 2018 una producción de 6778.00 toneladas, estando en el noveno puesto a nivel nacional por encima de la región Ayacucho, Cajamarca y Cuzco. (SIEA, 2018)

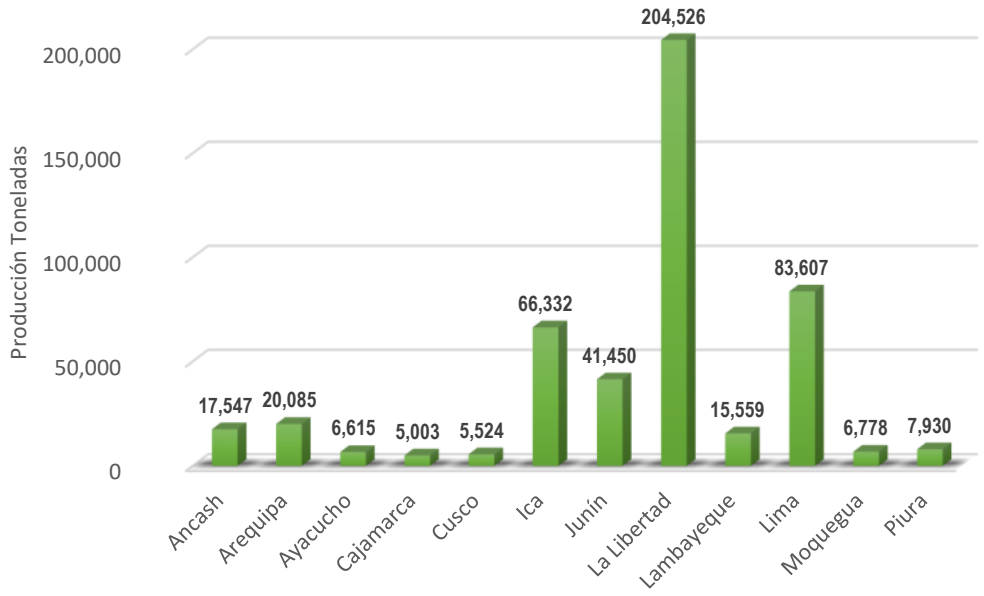


Figura 2. Principales Regiones productoras de palta año 2018
Fuente: Direcciones Generales de Agricultura – SEIA (2018)

2.1.3. La exportación nacional y local de la palta Hass.

La palta se ha constituido en el 2018 en el principal rubro de agro exportación del Perú, superando a los espárragos, bananos, café, mandarina; con una perspectiva de expansión muy ambiciosa y que va apuntalar el desarrollo de la agricultura nacional. (MINAGRI, 2019)

En el año 2001 apenas se exportaba 2,8 mil toneladas de palta, el 100% al mercado europeo, sin embargo se fueron diversificando lentamente los mercados de destino. En los siguientes años se empieza a incrementar la producción para las exportaciones, al 2005 ya se estaba exportando 31,7 mil toneladas de palta, al 2010 se alcanza la cifra de 59,5 mil toneladas, pero al 2015 ya se había casi triplicado el volumen exportado con 175,7 mil toneladas. El año 2018 es considerado como el año de los récords históricos de las exportaciones peruanas, la campaña alcanzó las 335.601 toneladas, mostrando un incremento de 47% respecto a las 228.956 toneladas despachadas en la campaña del 2017. (MINAGRI, 2019)

La región Moquegua no es ajena al crecimiento ascendente de las exportaciones, muestra de ello es que en el año 2018 se logró exportar 760.69 toneladas al mercado chileno. Por otro lado se viene desarrollando la extensión de áreas de cultivo de la palta Hass, además de la asociatividad de los productores lo que ha permitido mejorar sus capacidades organizativas y acceder a mercados competitivos. (GRAM, 2018)

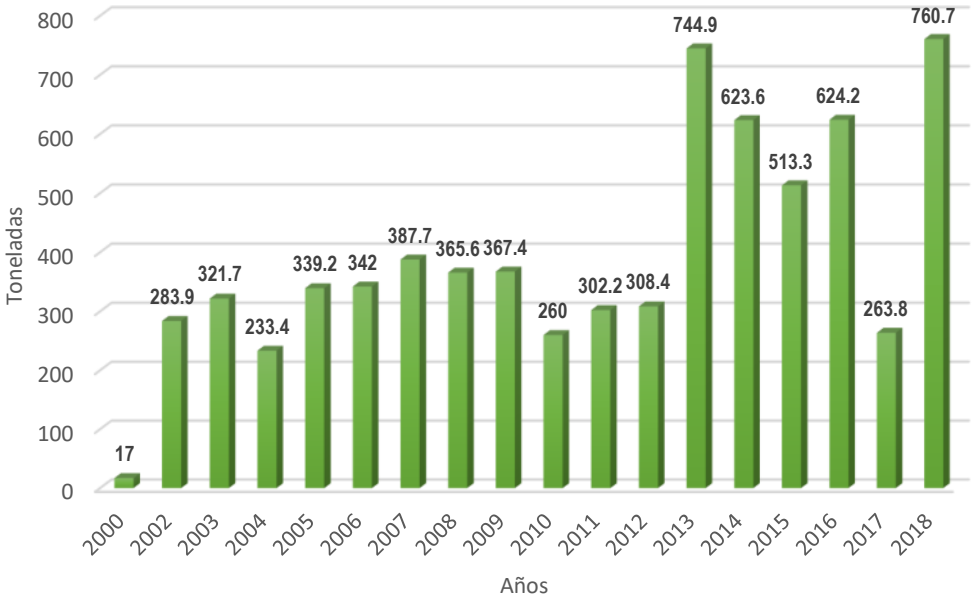


Figura 3. Certificaciones de palta con fines de exportación región Moquegua
Fuente: Gerencia Regional Agraria - Moquegua (2018)

2.1.4. Madurez del fruto.

El conjunto de procesos de desarrollo y cambios observados en la fruta se conoce como maduración. Como consecuencia de la maduración la fruta desarrolla una serie de características físico-químicas que permiten definir distintos estados de madurez de la misma. (Arias & Toledo, 2007). A diferencia de probablemente todas las demás frutas climatéricas, las paltas no maduran hasta que caen naturalmente del árbol o han sido cosechados. (El-Mageed, 2007)

Los índices de madurez para la cosecha de paltas son importantes para evitar la cosecha de frutas inmaduras o excesivamente maduras y reducir las pérdidas poscosecha. La cosecha de frutas inmaduras puede dar lugar a una maduración inadecuada, lo que resulta en una calidad inferior de las frutas. (Blakey *et al.,* 2009)

2.1.4.1. Madurez fisiológica

Londoño (2008) menciona que la madurez fisiológica hace referencia a la etapa de desarrollo de la fruta en la cual ha producido su máximo crecimiento. La mayoría de los frutos pueden permanecer en el árbol durante varios días, semanas e incluso meses después de la madurez fisiológica, sin que produzca su abscisión y posterior caída de la fruta.

2.1.4.2. Madurez de consumo

Gil, (2012), define la madurez de consumo como el estado en el que la fruta ha desarrollado la composición para ser consumida con agrado, ya sea en la planta o después de la cosecha, según la especie.

La madurez de consumo de palta “Hass” se alcanza varios días después de su cosecha, en éste proceso se llevan cambios en los frutos como pérdida de firmeza y color de la cáscara. (Pérez, 2012)

2.1.5. Conservación y almacenamiento de frutas

Hay muchas técnicas que pueden usarse para reducir las pérdidas poscosecha. La refrigeración es la técnica más simple, para minimizar la respiración y el deterioro.

La aplicación del almacenamiento moderno y las tecnologías de embalaje, también son importantes para reducir las pérdidas poscosecha. (Singh, 2011)

2.1.5.1. Manejo de la cadena de poscosecha de la palta

2.1.5.1.1. La cosecha

La fruta debe cosecharse sin daños mecánicos (cortes, rasguños y abrasiones), que puedan afectar la apariencia cosmética de la fruta y actuar como un punto de entrada de los patógenos que causan daños durante el almacenamiento y el transporte. (Köhne & Kremer-Köhne, 1995)

2.1.5.1.2. Manejo de temperatura y humedad relativa

La vida poscosecha de las paltas se prolonga en el almacenamiento en frío, al mantener la calidad general que engloban parámetros tales como textura, sabor y composición nutricional durante la cadena de suministro. Una temperatura baja tiene un efecto directo en su tasa de respiración, lo cual es una indicación de tasa de perecebilidad. La vida de almacenamiento varía inversamente con la frecuencia respiratoria; por lo tanto, la vida útil de las paltas se acorta a temperaturas más altas. Un almacenamiento a baja temperatura ralentiza el aumento climatérico en la producción de CO_2 y C_2H_4 que ocurre con la maduración. Múltiples enzimas que participan en la síntesis de C_2H_4, carbohidratos, ácidos orgánicos, y los compuestos volátiles se inhiben a temperaturas más bajas y en consecuencia los cambios de color, sabor, textura y aroma se retrasan. Se recomiendan varias temperaturas para extender la vida útil de las paltas las cuales se encuentran en un rango aproximado de 5 a 13°C. (Thompson, 2010)

La temperatura óptima de almacenamiento para las paltas verdes es de 5 a 13 °C y para las paltas maduras de 2 a 4 °C, lo que resulta en una vida útil de dos a cuatro semanas, dependiendo del cultivar. Sin embargo, si las paltas maduras se almacenaran a 5 a 8 °C, la vida útil se reduciría a una o dos semanas. (Kader & Arpaia, 1992) Cuando se destina a la exportación, la palta puede cosecharse relativamente inmadura y transportarse a temperatura baja (que retrasa pero no detiene completamente los procesos de maduración) y posteriormente madurado a una temperatura más alta. (Olorunda, 2000).

Durante el almacenamiento en frío de las paltas; incluso a temperaturas relativamente bajas, los procesos de maduración continúan lentamente, de modo que las frutas finalmente se vuelven maduras, las paltas pueden madurar con bastante rapidez, incluso a una temperatura de almacenamiento de 10 °C. La gestión de la temperatura es la herramienta más importante para extender la vida útil y la calidad de productos agrícolas. (Olorunda, 2000)

Tabla 2. Temperatura óptima y humedad relativa de almacenamiento en frio de distintos cultivares de palta.

Cultivar	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vida Útil poscosecha (semanas)
“Hass”	3- 7	85 - 90	2 - 4
“Fuerte”	3- 7	85 – 90	2 – 4
“Fuchs”	13	85 – 90	2
“Pollock”	13	85 – 90	2
“Lula”	4	85 – 90	4 - 8
“Booth”	4	85 - 90	4 - 8

Fuente. Yahia, (2002)

2.1.6. Cambios fisicoquímicos poscosecha

Los distintos cambios fisicoquímicos que presentan los frutos, se desarrollan luego de la cosecha, los cuales determinan en algunos casos la calidad del producto adquirido por los comerciantes intermediarios o consumidores finales. A continuación, mencionamos algunos de esos cambios fisicoquímicos que se dan en las paltas.

2.1.6.1. Contenido de aceite

Según Olaeta & Undurraga (1995), el contenido de aceite en paltas tiene una estrecha relación con el desarrollo de los frutos y con su palatabilidad, por lo que normalmente se utiliza como índice de madurez. El poder estimar el aceite de forma tan fácil, es mediante una ecuación de regresión lineal simple basado en la relación existente entre la disminución de la humedad y el contenido de aceite, es sumamente práctico, rápido y no tan sofisticado como el método Soxhlet lo que permite su uso a todos los productores.

Landahl *et al.,* (2009) mencionaron que el contenido de aceite en el mesocarpio y su composición varían dentro de la fruta. Por otra parte, su contenido de aceite también está influenciado por el tipo de cultivar, las prácticas culturales y el medio ambiente. Sin embargo, el contenido de aceite en el mesocarpio se usa como un indicador para cosechar las paltas. La presencia de un mínimo de 8% de aceite se utiliza como un índice de madurez adecuado.

La industria de la palta generalmente adopta dos índices cuantitativos para cosechar su fruta para exportación o mercados domésticos: los índices de contenido de aceite y humedad. (Swarts, 1976; Kruger *et al.,* 1999)

2.1.6.2. Materia seca

El contenido de materia seca es un parámetro que se ha determinado como indicador del nivel de madurez fisiológica del fruto de la palta (Lee *et al*.,1983). El porcentaje de materia seca tiene un alto grado de correlación con el contenido de aceite de palta; el mínimo requerido de materia seca varía de 19 a 25 %, dependiendo del cultivo 19,0% para "Fuerte"; 20,8% para "Hass" y 24,2% para "Gwen". (Clark *et al.,* 2003).

2.1.6.3. La pérdida de peso

La mayoría de los frutos y vegetales frescos están constituidos principalmente por agua. Por ende, la pérdida de peso en esos productos, es consecuencia directa de la disminución en el contenido de humedad. El mecanismo principal de pérdida de humedad, en frutas frescas y vegetales, es la difusión del vapor de agua. Lo anterior debido a un gradiente de presión entre el interior y el exterior del fruto. Las películas sobre la superficie de los frutos actúan como barreras a la difusión del vapor de agua, lo que se traduce en menores tasas de pérdida de humedad. El espesor de la barrera y la permeabilidad a la humedad son factores importantes desde el punto de vista de la velocidad de transferencia de masa (Mafftonazad & Ramaswamy, 2005)

2.1.6.4. El cambio de coloración

El efecto del estudio de las coberturas sobre el color de la fruta es un parámetro importante que es el principal criterio utilizado por los consumidores para determinar si un fruto está maduro o no, lo cual también está relacionado directamente a la percepción de calidad. Los cambios de color durante la

maduración de la mayoría de los frutos son producto, principalmente, de la degradación de la clorofila y la síntesis de pigmentos tales como carotenoides y antocianinas. Los principales agentes responsables de la degradación de la clorofila son los cambios en el pH, oxidaciones y la actividad de la clorofilasa. Como ya se ha mencionado el uso coberturas puede crear una atmósfera modificada entre la cobertura y la superficie de la fruta, lo cual puede ser beneficioso para el mantenimiento del color (Embuscado & Huber, 2009)

2.1.6.5. La firmeza

La firmeza es una de las características más importantes que caracterizan la calidad de la fruta. Se puede usar para determinar la calidad y frescura de las frutas y verduras, para elegir el momento para recolectar productos hortícolas y para evaluar su capacidad de conservación. En la investigación poscosecha, una de las principales preocupaciones es cómo preservar la calidad del producto para que cumpla con las expectativas de los consumidores. Para la mayoría de los alimentos, la firmeza es el factor clave para decidir si el producto es aceptado por el consumidor, en vista del hecho de que está relacionado con la madurez del producto y puede ser un indicador de su vida útil. (Arana, 2012)

Las lecturas de firmeza cambian gradualmente a medida que la palta, va madurando y por lo tanto, son indicativas tanto de su madurez como de la maduración posterior a la cosecha. La firmeza como parámetro de madurez disminuye lentamente a medida que la fruta madura. Cuando se usa en la etapa de maduración posterior a la cosecha, la firmeza inicialmente disminuye a un ritmo moderado; posteriormente, la tasa de disminución aumenta y cae cerca de cero en la maduración completa.

2.1.7. Los recubrimientos biodegradables

Los recubrimientos biodegradables son capas delgadas de un material biopolímero (proteína o polisacárido como una solución hidrocoloide, o como una emulsión con lípidos), que son aplicadas sobre la superficie de un alimento en adición o reemplazo de su corteza natural. (Uquiche *et al.,* 2002) De esta manera, los recubrimientos llegan a ser parte del producto y permanecen en el mismo durante su uso y consumo (Trejo, 2010)

La tecnología del recubrimiento, es crear una capa delgada y seca de materiales comestibles en la superficie de los alimentos. Esta capa genera una atmósfera modificada creando una barrera semipermeable contra el oxígeno, el dióxido de carbono, la humedad y el movimiento de solutos, controlando así los intercambios de humedad, gases y solutos con el medio ambiente. Los recubrimientos también pueden proporcionar atractivos apariencia en las superficies de los alimentos, y tiene propiedades antimicrobianas y antioxidantes dependiendo de la formulación de materiales de recubrimiento. Al aplicar recubrimientos comestibles en la superficie de productos frescos proporcionamos una barrera semipermeable contra la humedad y el oxígeno, creando así una atmósfera controlada de bajo O_2 y alto CO_2 para retrasar la maduración y senescencia por otro lado controla la pérdida de compuestos de sabor volátiles y evite la acumulación de olores extraños. (Yanyun, 2018)

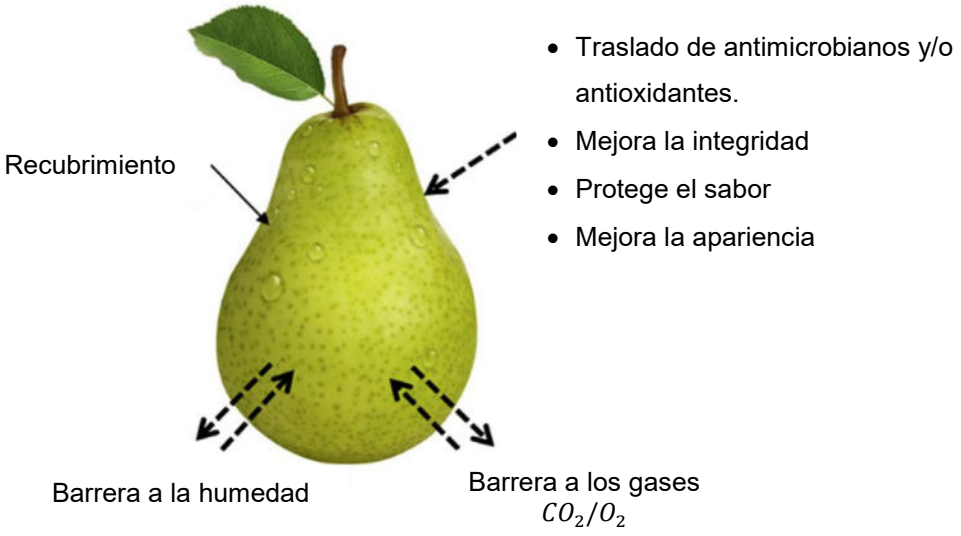


Figura 4. Ilustración de las funciones de un recubrimiento biodegradable.
Fuente: Yanyun, (2018)

2.1.8. La biodegradabilidad de películas y recubrimientos

La biodegradabilidad se define como la capacidad de un material de descomponerse en dióxido de carbono, metano, agua y componentes orgánicos o biomasa, cuyo mecanismo predominante es la acción enzimática de microorganismos que se miden por ensayos estandarizados, probados en períodos

y condiciones de almacenamiento específicos. Tanto las películas como los recubrimientos comestibles pueden elaborarse de sustancias poliméricas naturales como el almidón (de fuentes como maíz, papa, yuca), mucílago de nopal y quitosano. (López *et al.,* 2010)

2.1.9. Compuestos utilizados en los recubrimientos

Las películas y recubrimientos se han clasificado con base en el material estructural, de modo que se habla de películas y recubrimientos basados en lípidos, polisacáridos, proteínas, o mezclas de estos (Quintero *et al.,* 2010).

2.1.9.1. Recubrimientos a base de polisacáridos

Los polisacáridos son la base de coberturas comestibles transparentes y homogéneas con moderadas propiedades mecánicas, se muestran eficaces en propiedades de barrera a gases a pesar de que son altamente hidrofílicos, y por lo que muestran alta permeabilidad al vapor de agua en comparación con películas plásticas comerciales (Campos *et al.,* 2011)

Entre las ventajas potenciales de los recubrimientos a base de polisacáridos se pueden mencionar que no son grasosos, son películas de bajas calorías y pueden emplearse para extender la vida de anaquel de frutas y hortalizas sin alto riesgo de desarrollar condiciones de anaerobiosis, por lo que su aplicación en la agricultura se ha vuelto popular debido a sus propiedades para modificar la atmósfera interna de una manera similar a las atmósferas controladas. (Bósquez, 2003)

2.1.9.1.1. El mucílago de nopal

El mucílago de nopal *Opuntia ficus-indica*, obtenido de cladodios (pencas), es una sustancia hidrocoloidal, heteropolisacárida (con residuos de arabinosa, galactosa, ramnosa y xilosa como azúcares neutros); sus estructuras moleculares son polielectrolitas. (Majdoud *et al.,* 2001)

El mucílago de la especie *Opuntia ficus-indica* está compuesto por hidrocoloides de heteropolisacáridos (arabinosa, galactosa, ácido galacturónico, ramnosa, xilosa y pectina (Del Valle *et al.,* 2005).



Figura 5. Cladodios de nopal (*Opuntia ficus-indica*)
Fuente: Gheribia *et al.,* (2018)

2.1.9.1.2. Características y propiedades del mucílago de nopal

El mucílago es una sustancia pegajosa, gelatinosa y absorbente de agua. Su naturaleza química en general es comparable con las regiones ramificadas de las moléculas de pectina; como complejo polisacárido posee características biofísicas que son deseables para la industria de alimentos, principalmente como agente estabilizante alimentario (Cárdenas *et al.,* 1997) Además es un biopolímero funcional interesante, ampliamente aplicado en la industria cosmética y farmacéutica. (Rodríguez *et al.,* 2014)

2.1.9.2. Aditivos para la elaboración de recubrimientos

En la elaboración de películas y recubrimientos comestibles son incorporados otros componentes que ayudan a mejorar sus propiedades, entre estos se encuentran los plastificantes, los surfactantes, los emulsionantes, los antioxidantes y los reafirmantes de la textura como el glicerol, sorbitol, polietilenglicol, goma galana, entre otros. (Solano *et al.,* 2018)

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

La mayoría de los plastificantes son muy hidrófilos e higroscópicos, por lo que pueden atraer moléculas de agua y formar un gran complejo plastificante. Para las películas comestibles de proteínas y polisacáridos, los plastificantes interrumpen

los enlaces de hidrógeno intermoleculares e intramoleculares, aumentando la distancia entre las moléculas de polímero y reduciendo la proporción de la región cristalina a la amorfa (Krochta, 2002).

La incorporación de emulsionantes puede ser necesaria para obtener recubrimientos y películas emulsionados dado que estos compuestos reducen la tensión superficial en las interfaces agua-lípido y agua-aire. En el caso de recubrimientos y películas proteicos, algunas proteínas tienen suficiente capacidad emulsionante debido a su naturaleza anfifílica (Han & Aristippos, 2005).

Algunos de los emulsionantes usados en la formulación de recubrimientos y películas comestibles son: ácidos grasos, monoacilgliceroles, lecitina y sus derivados, etilenglicol, glicerol monoestearato, ésteres de ácidos grasos y sorbitán o polioxeno (Tweens) y ésteres de sacarosa y ácidos grasos (Baldwin *et al.,* 1999).

2.1.10. Aplicación de las coberturas biodegradables en frutas.

La aplicación de barreras físicas como recubrimientos en la superficie de frutos puede regular la permeabilidad al oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua, retardando el proceso natural de madurez fisiológica. Además de preservarlos contra la infestación de insectos y crecimiento de microorganismos, estas coberturas son una alternativa viable de conservación. El uso de coberturas también mejora las propiedades mecánicas en el manejo de productos hortofrutícolas (Pérez & Báez, 2003).

Otra de las propiedades importantes desde el punto de vista comercial es el brillo que se le da a la fruta, confiriéndole un aspecto más apetecible en el punto de venta. Los recubrimientos más comunes son aquellos que se aplican a las frutas para sustituir la cera natural que se ha eliminado durante el lavado y cepillado de las mismas, procesos realizados con el fin de eliminar el polvo, la suciedad, las esporas de hongos y los pesticidas usados en el campo. (Shellhammer & Krochta, 2006).

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

Experimental

3.1.2. Nivel de investigación

Aplicada

3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto; en la Región Moquegua, los análisis se llevaron a cabo en los Laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad Nacional de Moquegua.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. La población del estudio

Palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass, en un estado inicial de madurez fisiológica (recientemente cosechados) de la zona agrícola en el Centro Poblado de San Antonio, en el Distrito de Moquegua.

3.3.2. Tamaño de muestra

Se adquirieron 70 Kg de palta variedad Hass de uno de los productores de la Asociación de Productores Agrícolas y Exportadores de Moquegua. (APAEXMO)

3.4. INSTRUMENTOS

3.4.1. Materia prima e insumos

- Palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass
- Mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica.)*
- Glicerol SPECTRUM 85%
- Propilenglicol R-JT BAKER 99.5%
- Ácido oleico R-JT BAKER 99.5%

3.4.2. Materiales

- Vaso de precipitados de 500 ml. Marca: PYREX
- Vaso de precipitados de 1000 ml. Marca: PYREX
- Pipeta de vidrio graduada 10 ml. Marca: PYREX
- Pipeta de vidrio graduada 5 ml. Marca: PYREX
- Matraz Erlenmeyer de 500 ml. Marca: PYREX
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml. Marca: PYREX
- Embudo filtrante capacidad 50ml. Marca: PYREX
- Fiola capacidad de 1000 ml. Marca: PYREX
- Probeta capacidad de 100 ml. Marca: PYREX
- Mortero de porcelana Marca: BRAND
- Varillas agitadoras magnéticas, longitud: 25mm
- Pisceta.
- Papel filtro
- Papel platino
- Bandejas de acero inoxidable
- Cucharas de acero inoxidable
- Cajas de cartón
- Papel absorbente
- Cuchillo de acero inoxidable
- Tabla de picar

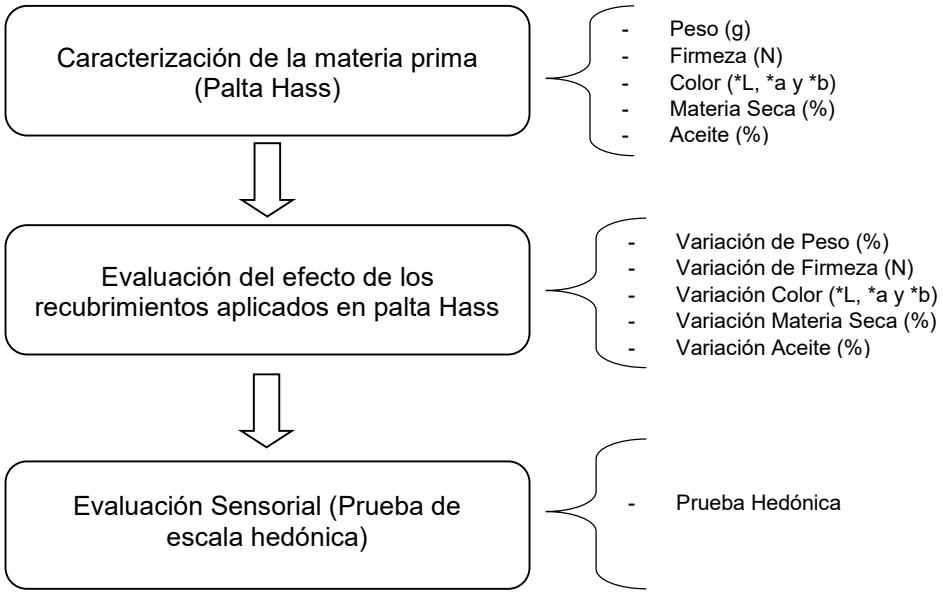
3.4.3. Equipos

- Balanza analítica SARTORIUS Model. ENTRIS224
- Lector de color portátil KONICA-MINOLTA Model.CR-20
- Penetrómetro para fruta PCE- IBÉRICA Model. PTR 200
- Analizador de humedad A&D Model. MX-50
- Termohigrómetro FORT WORTH Model. TX 76102
- Refrigeradora INDURAMA Model. 799DH
- Visicooler TORREY Model. R-14
- Estufa de vacío MEMMERT Model. VO200
- Baño María GEMMY Model. YCW-010E
- Cocinila eléctrica TAURUS Model. X1
- Ventilador MONDIAL

3.5. PROCEDIMIENTOS

La presente investigación evaluó el efecto de los recubrimientos a base de mucílago de nopal y la temperatura de almacenamiento en la conservación de la palta variedad Hass. En la primera etapa se desarrolló la caracterización de la materia prima, donde se evaluaron: el peso, la firmeza, el color, el porcentaje de materia seca y el porcentaje de aceite iniciales. Posteriormente se elaboraron los recubrimientos y fueron aplicados a las muestras, las mismas que fueron almacenadas durante 35 días; cada 7 días se evaluaron las características fisicoquímicas antes mencionadas y finalmente en la tercera etapa se realizó el análisis sensorial de las muestras almacenadas como se puede apreciar en la Figura 6.

Figura 6. Metodología general de la investigación



3.5.1. Determinación de las características fisicoquímicas de la palta recién cosechada.

Los frutos de palto se obtuvieron de la Asociación de Productores Agrícolas y Exportadores de Moquegua (APAEXMO) ubicado en el centro poblado de San Antonio, en el distrito de Moquegua. Las paltas cosechadas se colocaron dentro de cajas plásticas de fondo liso, con perforados en línea en cada lado. Se colocaron 3 capas de paltas, para evitar daños por comprensión durante el transporte.

Las paltas fueron trasladadas el mismo día de la cosecha a temperatura ambiente, en un vehículo de carga acondicionado con sombra para evitar el calentamiento de los frutos. El tiempo aproximado de traslado desde los campos de producción hasta los laboratorios fue de 50 minutos. Una vez descargada la fruta, se tomó una muestra de 30 unidades de palto, para determinar las características fisicoquímicas iniciales de los frutos. Se midió la firmeza, el color en el exocarpio, el porcentaje de materia seca y el peso, los cuales detallamos a continuación:

Firmeza: Se midió la fuerza de penetración sobre la superficie del mesocarpio de la palta, utilizando un penetrómetro manual marca PCE, modelo PTR 200, se utilizó una punta de 8 mm. Las medidas fueron tomadas en seis puntos diferentes del fruto y se obtuvo el promedio de los valores. (Márquez & Pretell, 2009)

Peso: Se determinó, empleando una balanza analítica Sartorius, Modelo ENTRIS224 de 0.0001 mg, de precisión, este procedimiento se realizó antes de iniciar el proceso de aplicación de los recubrimientos.

Color en el epicarpio: Las características del color en la cáscara de las paltas fueron evaluadas usando el lector de color portátil marca Kónica Minolta, modelo CR-20 para determinar los valores de: 1) L*, luminosidad (0, negro; 100, blanco), 2) a* (de rojizo a verduzco) y 3) b* (de amarillento a azulado). El colorímetro fue calibrado con el accesorio de calibración (blanco-estándar). Las medidas fueron tomadas en seis puntos diferentes del fruto y se registraron el promedio de los valores (Mafftonazad & Ramaswamy, 2005)

Porcentaje de materia seca: Para la determinación de materia seca se utilizó un analizador de humedad marca AND modelo MX-50, con lámparas halógenas. Se procedió a hacer dos cortes longitudinales, quedando el fruto dividido en 4 partes. Luego se sacó el cuesco y la cutícula de todas las rebanadas. Se encendió el equipo en el modo estándar y se colocaron 10 gr. de muestra. Teniendo entonces, los datos de peso inicial (húmedo) y final (seco).

Porcentaje de aceite: se determinó según lo propuesto por Parodi *et al.,* (2007) el cual menciona que si se cuenta con el porcentaje de materia seca, se puede determinar el porcentaje de aceite mediante la siguiente ecuación:

$$\%\ \text{Aceite (Hass)} = 0.9908 * \ (\%\ \text{Materia Seca}) - 10.43$$

3.5.2. Determinación del efecto de la aplicación de los recubrimientos sobre las propiedades fisicoquímicas en la palta.

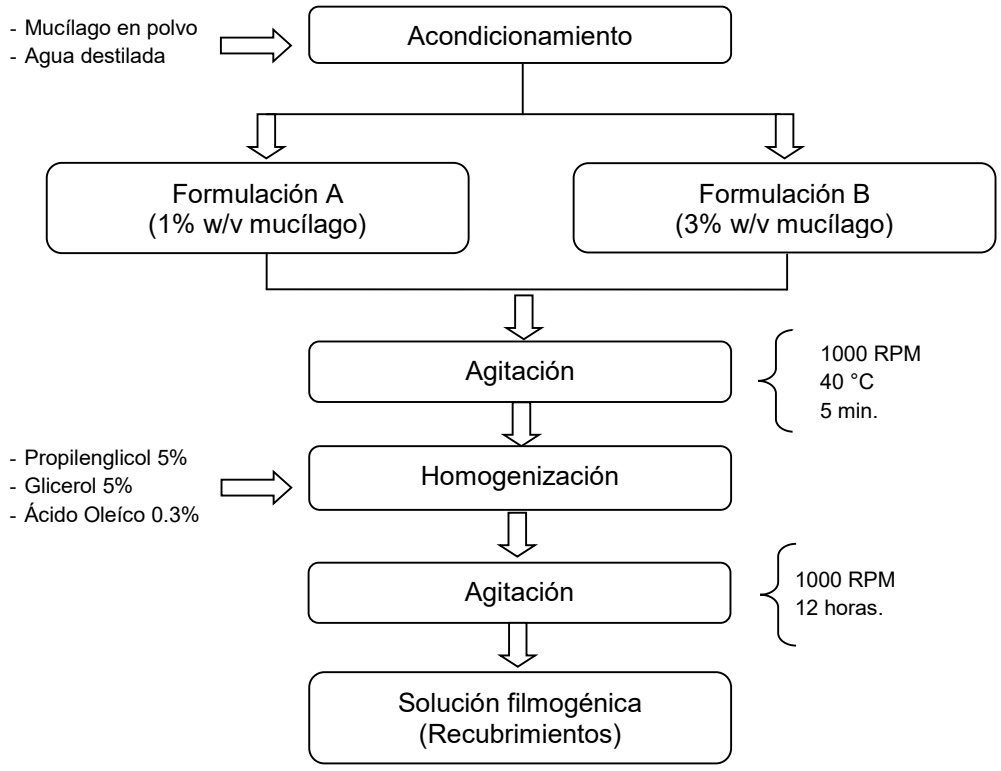
Para la determinación del efecto de la aplicación de los recubrimientos sobre las propiedades fisicoquímicas en la palta se desarrollaron tres etapas las cuales se describen a continuación.

Primera etapa: Elaboración de los recubrimientos.

Para conformar la matriz del recubrimiento biodegradable, se siguió la metodología desarrollada por González (2011), con algunas modificaciones (Márquez & Pretell, 2009).

Para la obtención del mucílago de nopal, se utilizó la metodología de extracción propuesta por Zabala (2012), con algunas modificaciones de Abraján (2008) y Domínguez *et al.,* (2011) (Anexo 14)

Figura 7. Diagrama experimental de la evaluación del efecto de los recubrimientos.



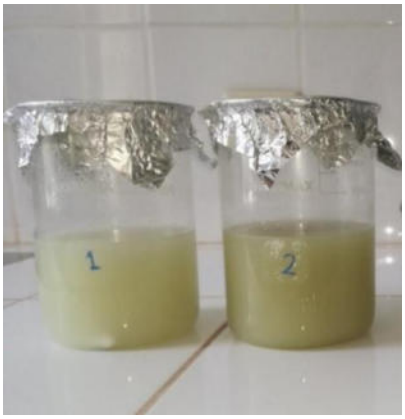


Figura 8. Recubrimientos a base de mucílago de nopal

Se elaboraron dos soluciones de mucílago con agua destilada (1 y 3 % w/v) mediante agitación constante a 1200 rpm, durante 12 horas. La solución precursora para la elaboración de películas consistió en solución de mucílago, glicerol, propilenglicol 400 y ácido oleico. Se evaluaron 2 formulaciones: R1 (1% w/v solución mucílago - 5% glicerol - 5% propilenglicol – 0.3% ácido oleico) y R2 (3% w/v solución mucílago - 5% glicerol - 5% propilenglicol – 0.3% ácido oleico).

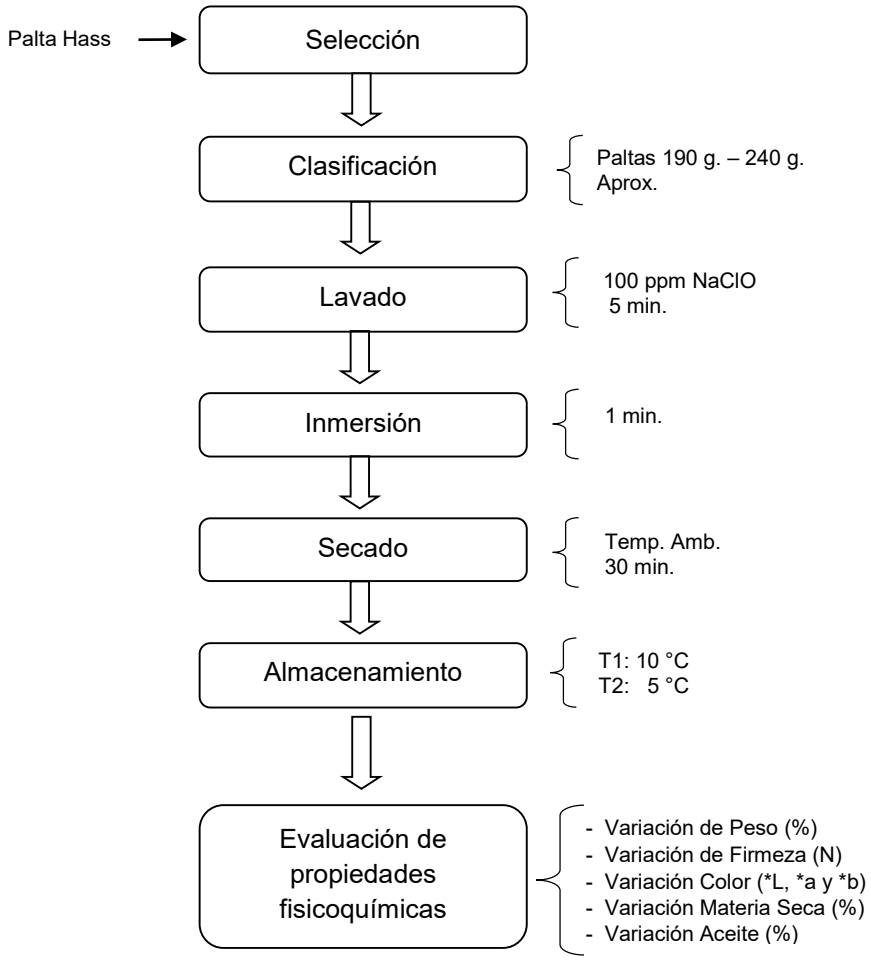
Tabla 3. Formulaciones de recubrimientos a base de mucílago de nopal

Recubrimientos	**R1**	**R2**
Soluciones	5% Glicerol 5% Propilenglicol 0.3% Ácido Oleico 1% (w/v) Mucílago	5% Glicerol 5% Propilenglicol 0.3% Ácido Oleico 3 % (w/v) Mucílago

Segunda etapa: Aplicación de los recubrimientos.

Para la etapa de aplicación se tomó como referencia los procedimientos desarrollados por May, (2009).

Figura 9. Diagrama experimental de la aplicación de los recubrimientos.



- **Selección:** Se seleccionaron las frutas libres de daño físico (golpes, magulladuras, etc.) o daño microbiológico (enfermedades).

- **Clasificación:** Los frutos se clasificaron en función al tamaño, se trabajó con frutos medianos, con un peso aproximado de 190 a 240 g cada uno. Se utilizaron paltas en un estado inicial de madurez fisiológica. (Figura 10)



Figura 10. Paltas clasificadas por tamaños

- **Lavado:** Se realizó un lavado con agua potable a fin de extraer el material contaminante y luego se desinfectaron por inmersión en hipoclorito de sodio 100 ppm durante 5 minutos con la finalidad de reducir la carga microbiana.

- **Inmersión:** A las paltas seleccionadas y clasificadas, se les aplico los tratamientos correspondientes (recubrimientos R1 y R2). La aplicación del recubrimiento se realizó en forma de inmersión por 60 segundos. Esta operación se desarrolló a temperatura ambiente. (Figura 11)

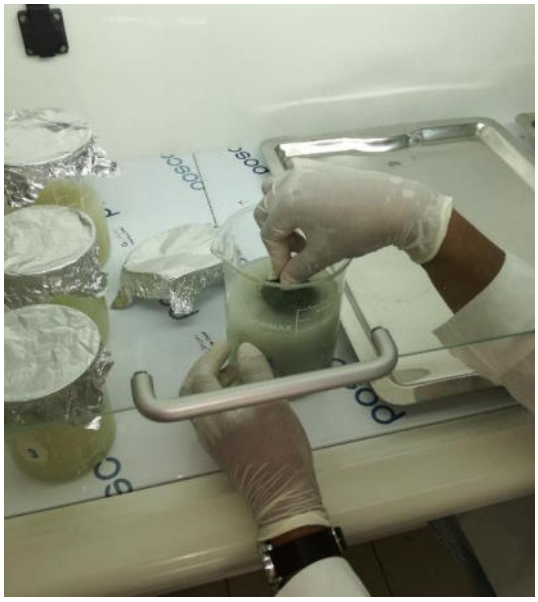


Figura 11. Aplicación de recubrimientos por inmersión

- **Secado:** En esta etapa se colocaron las paltas recubiertas con las soluciones filmogénicas en bandejas de acero inoxidable y posteriormente con la ayuda de un ventilador eléctrico se dejó secar a las paltas, esta operación se desarrolló a temperatura ambiente durante 30 minutos.

- **Almacenamiento:** Las paltas recubiertas con las soluciones filmogénicas fueron etiquetadas de acuerdo al esquema experimental, para luego ser almacenados en las cámaras de refrigeración a 5 y 10 °C. El período de almacenamiento tuvo una duración total de 35 días, con evaluaciones en los períodos de almacenamiento de 0, 7, 14, 21, 28 y 35 días.

Tercera etapa: Métodos analíticos

- **Color en el exocarpio:** Los parámetros de color en el exocarpio (cáscara) de las paltas fueron evaluados usando un lector de color portátil Kónica Minolta modelo CR-20. El cual determinó las coordenadas de: L*, luminosidad (0, negro; 100, blanco), el croma a* (de rojizo a verduzco) y el croma b* (de amarillento a azulado) del sistema CIE Lab. Primeramente se calibró el equipo con el accesorio de calibración (blanco-estándar). Posteriormente se posiciono el lente sobre la superficie del fruto y se tomaron las medidas en seis puntos diferentes y se registraron el promedio de los valores. (Mafftonazad & Ramaswamy, 2005)

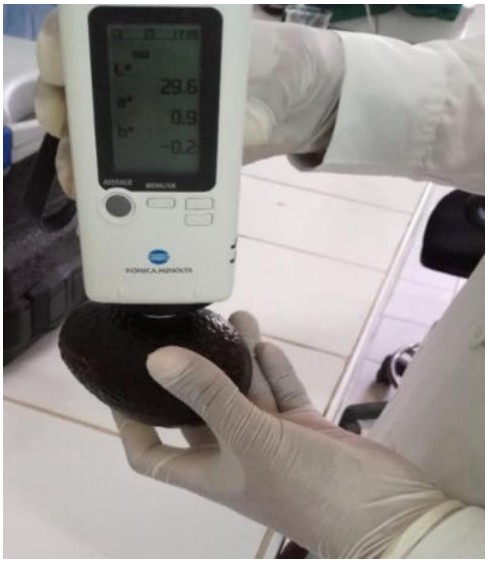


Figura 12. Medición de color en la corteza de la palta

- **Firmeza:** Se midió la fuerza de penetración sobre la superficie del mesocarpio de la palta utilizando un penetrómetro manual marca PCE modelo PTR 200, se utilizó una punta de 8 mm. Las medidas fueron tomadas en seis puntos diferentes del fruto y se obtuvo el promedio de los valores. (Márquez & Pretell, 2009)

- **Pérdida de peso:** Se determinó usando una balanza analítica Sartorius, modelo ENTRIS224 de 0.0001 mg, de precisión, los resultados se obtuvieron por diferencia en los diferentes tiempos de evaluación. Los datos se expresaron en porcentaje, respecto al peso inicial (Aguilar, 2005).

- **Porcentaje de materia seca:** Para la determinación de la materia seca, se utilizó un analizador de humedad marca AND modelo MX-50 con lámparas halógenas (Figura 13).



Figura 13. Balanza de Humedad.

Se procedió a hacer dos cortes longitudinales, quedando el fruto dividido en 4 partes. Luego se sacó el cuesco y la cutícula de todas las rebanadas. Se encendió el equipo en el modo estándar y se colocaron 10 gr. de muestra. Teniendo entonces, los datos de peso inicial (húmedo) y final (seco).

- **Porcentaje de aceite:** se determinó de la misma manera que en la etapa inicial de la investigación, según lo propuesto por Parodi *et al.,* (2007) el cual menciona que si se cuenta con el porcentaje de materia seca, se puede determinar el porcentaje de aceite mediante la siguiente ecuación:

$$\%\ \text{Aceite (Hass)} = 0.9908 * \ (\%\ Materia\ Seca) - 10.43$$

3.5.3. Determinación del efecto de la aplicación de los recubrimientos sobre las propiedades sensoriales en la palta.

Se realizaron pruebas orientadas al consumidor mediante una prueba de escala hedónica, esta prueba es recomendada para la mayoría de estudios, o en proyectos de investigación, donde el objetivo es simplemente determinar si existen diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor (Ramírez, 2012).

Para la determinación del efecto de la aplicación de los recubrimientos sobre las propiedades sensoriales en la palta se realizó la prueba de escala hedónica, la cual fue aplicada al finalizar los métodos analíticos.

Mediante la prueba de escala hedónica se determinó el nivel de agrado que alcanzaron cada uno de los atributos de los tratamientos. Los atributos sensoriales evaluados fueron el color, olor, sabor y textura; medidos según la escala de intervalos de nueve niveles, con el siguiente puntaje: “Me gusta extremadamente”, 9 puntos; “Me gusta mucho”, 8 puntos; “Me gusta moderadamente”, 7 puntos; “Me gusta levemente”, 6 puntos; “No me disgusta ni me disgusta”, 5 puntos; “Me disgusta levemente”, 4 puntos; “Me disgusta moderadamente”, 3 puntos; “Me disgusta mucho”, 2 puntos; “Me disgusta extremadamente”, 1 punto.

La prueba se realizó el día 36, finalizado el almacenamiento, con los tratamientos que fueron almacenados a 5 °C, puesto que las muestras almacenadas a 10 °C no llegaron con las condiciones o atributos mínimos requeridos, para una prueba de este tipo. Los tratamientos evaluados fueron:

- Muestra Control : MC-5 (mucílago 0% / temperatura de almacenamiento 5°C)
- Recubrimiento 1 : R1-5 (recubrimiento 1% mucílago / temperatura de almacenamiento 5 °C)

- Recubrimiento 2 : R2-5 (recubrimiento 3% mucílago / temperatura de almacenamiento 5 °C)

Las pruebas se desarrollaron, en los laboratorios de química, microbiología e investigación y desarrollo de productos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Se colocó las muestras de palta a temperatura ambiente en forma aleatoria en bandejas codificadas con 3 dígitos y se les entrego la cartilla de evaluación (Anexo 13)

3.6. ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1. Esquema experimental.

El esquema experimental tuvo como variables independientes a cada formulación de recubrimiento R1 (solución mucílago 1% - 1.5% glicerol - 1.5% propilenglicol – 0.1% ácido oleico); R2 (solución mucílago 3% - 5% glicerol - 5% propilenglicol – 0.3% ácido oleico); la temperatura (5 y 10 ºC) y la evaluación durante el tiempo de almacenamiento (0, 7, 14, 21, 28 y 35 días) y como variables dependientes a la firmeza, color, peso, porcentaje de materia seca y el porcentaje de aceite. Para la evaluación paramétrica se utilizó un diseño factorial completo, con 4 repeticiones.

Tabla 4. Esquema experimental para la evaluación de las características fisicoquímicas durante el almacenamiento.

<table>
<tr><td colspan="36">Palta Variedad Hass</td></tr>
<tr><td colspan="36">↓</td></tr>
<tr><td colspan="12">Sin Recubrimiento (SR)</td><td colspan="12">Recubrimiento 1 (R1)</td><td colspan="12">Recubrimiento 2 (R2)</td></tr>
<tr><td colspan="12">↓</td><td colspan="12">↓</td><td colspan="12">↓</td></tr>
<tr><td colspan="6">T1 (10°C)</td><td colspan="6">T2 (5°C)</td><td colspan="6">T1 (10°C)</td><td colspan="6">T2 (5°C)</td><td colspan="6">T1 (10°C)</td><td colspan="6">T2 (5°C)</td></tr>
<tr><td colspan="6">↓</td><td colspan="6">↓</td><td colspan="6">↓</td><td colspan="6">↓</td><td colspan="6">↓</td><td colspan="6">↓</td></tr>
<tr><td colspan="6">Tiempo</td><td colspan="6">Tiempo</td><td colspan="6">Tiempo</td><td colspan="6">Tiempo</td><td colspan="6">Tiempo</td><td colspan="6">Tiempo</td></tr>
<tr><td>t1</td><td>t2</td><td>t3</td><td>t4</td><td>t5</td><td>t6</td><td>t1</td><td>t2</td><td>t3</td><td>t4</td><td>t5</td><td>t6</td><td>t1</td><td>t2</td><td>t3</td><td>t4</td><td>t5</td><td>t6</td><td>t1</td><td>t2</td><td>t3</td><td>t4</td><td>t5</td><td>t6</td><td>t1</td><td>t2</td><td>t3</td><td>t4</td><td>t5</td><td>t6</td><td>t1</td><td>t2</td><td>t3</td><td>t4</td><td>t5</td><td>t6</td></tr>
</table>

Donde:

SR: Muestra Control (palta sin recubrimiento)

R1: (solución mucílago 1 % - 5% glicerol - 5% propilenglicol – 0.3% ácido oleico)

R2: (solución mucílago 3 % - 5% glicerol - 5% propilenglicol – 0.3% ácido oleico)

T1: Temperatura de almacenamiento 5 ºC

T2: Temperatura de almacenamiento 10 ºC

to: tiempo de almacenamiento 0 días

t1: tiempo de almacenamiento 7 días
t2: tiempo de almacenamiento 14 días
t3: tiempo de almacenamiento 21 días
t4: tiempo de almacenamiento 28 días
t5: tiempo de almacenamiento 35 días

3.6.2. Método estadístico.

Para la determinación de las características fisicoquímicas de la palta recién cosechada, se utilizó la estadística descriptiva con la finalidad de analizar los valores iniciales de los frutos, para su posterior estudio. Se utilizó el programa estadístico MINITAB versión 18.0.

Para evaluar el efecto de los recubrimientos y las temperaturas de almacenamiento, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para cada característica evaluada, con un nivel de significación del 95% y se utilizó para las comparaciones múltiples el test Least Significant Difference (LSD). Se utilizó el paquete estadístico MINITAB versión 18.0, las gráficas fueron diseñadas en el programa GRAPHPAD-PRISMA 6.0.

Se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskall Wallis para evaluar el efecto de los recubrimientos en las características sensoriales de la palta. Se utilizó el paquete estadístico MINITAB versión 18.0

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación se presentan los resultados que se obtuvieron en cada una de las fases experimentales, las cuales se llevaron a cabo para dar cumplimiento al objetivo general; el cual fue evaluar la influencia de la aplicación de los recubrimientos biodegradables a base de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y la temperatura de almacenamiento en la conservación de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass.

4.1. Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la palta recién cosechada.

Los frutos recolectados se trasladaron al laboratorio de análisis de productos agroindustriales y se realizaron las evaluaciones fisicoquímicas; estas son utilizadas como índices de madurez. (Cerdas *et al.,* 2014) señalan que existe una relación entre los índices de madurez de cosecha y la calidad poscosecha de los frutos. Actualmente, se utilizan indicadores de madurez de cosecha como longitud de los frutos, color de la cascara, tiempo de desarrollo del fruto, número de días restantes para alcanzar la madurez, respiración, firmeza de la pulpa, materia seca y contenido de aceite, entre otros.

A continuación se muestran los valores obtenidos luego de la cosecha de los frutos de palta Hass; las propiedades evaluadas fueron: el peso, la firmeza, el color en el exocarpio (coordenadas CIELab), el porcentaje de materia seca y el porcentaje de aceite. (Tabla 5)

Tabla 5. Características fisicoquímicas de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass recién cosechada.

Parámetro Fisicoquímico	Valor Obtenido
Peso (g)	210.65 ± 13.53
Materia Seca (%)	24.905 ± 1.025
Aceite (%)	14.245 ± 1.015
Parámetros de Color:	
*L	39.446 ± 1.614
*a	-7.022 ± 0.985
*b	19.922 ± 2.198
Parámetros de Textura:	
Firmeza (N)	101.01 ± 2.490

El peso promedio de los paltos, fluctuó entre 179.23 a 244.17 g, estos promedios de peso, corresponden a un código de calibre apto para el mercado de exportación, que según la NTP 011.018 - 2014, la clasificación por calibres está relacionada por el peso del fruto. Los pesos de los paltos corresponden al código de calibre número 16 al 20, que van en el rango de 184 – 274 g. Según el Centro para la Promoción de Importaciones de Países en Desarrollo (CBI) para el mercado europeo los tamaños preferidos de palta Hass van en este rango.

Entre los parámetros de color en la epidermis de la palta, la luminosidad es una de las más significativas; (Aguirre *et al.,* 2017) reporta un rango promedio de luminosidad entre *L = 32 – 34, en el día de iniciado el almacenamiento de las paltas. (Márquez & Pretell, 2009) Reportan los siguientes datos de color al inicio de un estudio sobre distintas coberturas aplicadas a palta Hass; *L = 38, *a = -10 y *b = 20; en contraste con nuestro estudio tenemos que la luminosidad es ligeramente más alta que la reportada por estos autores, *L = 39.44 mientras que los parámetros de *a son menores -7.02 y en el caso del croma “b” son mayores 19.922. La coloración característica en el exocarpio (cáscara) de la palta Hass al inicio de su cosecha es de un verde claro, pero esta puede variar por distintos factores, como las características climatológicas o las prácticas agrícolas. En un estudio realizado por Cox *et al.,*(2004) describen que para la palta Hass, los cambios iniciales de color de "verde esmeralda" a verde más oscuro comienzan en la primera etapa de desarrollo, esta es menor a 3 días después de la cosecha, donde se inicia el proceso de degradación de la clorofila. Esta fase parece deberse principalmente a la síntesis de la cianidina 3-O-glucósido, aunque los carotenoides o las xantopilas pueden jugar algún papel en este proceso bioquímico. Además señalan que las características edafoclimáticas de cada lugar también influyen en este proceso, ya que parece que los paltos cultivados en California generalmente no cambian a una etapa "púrpura", sino que se vuelve directamente a un color negro; esto no se observa generalmente en los cultivos de Chile y Nueva Zelanda.

Los valores de firmeza obtenidos, en esta investigación, posteriores a la cosecha fluctuaron entre 97.35 – 107.49 N. Sandoval *et al*., (2017) reportan una firmeza, promedio de 112.44 ±12.48 N. En otro estudio realizado por Villa *et al.,* (2011), la firmeza obtenida para palta Hass en un estado de madurez inicial fue de 130.51 ±4.8 N. Si bien la medición de firmeza de pulpa luego de la cosecha no es una variable ampliamente utilizada, si puede ser considerada un parámetro más que contribuye a establecer el potencial de almacenamiento de la fruta.

Los resultados obtenidos de los dos parámetros más importantes usados para determinar índice de madurez son los siguientes: materia seca, obtuvo un promedio de 24.905% ± 1.025, y el porcentaje de aceite obtuvo un valor promedio de 14.245% ± 1.015, estos valores son muy importantes; para el proceso de maduración, puesto que de ello dependerá una maduración normal del fruto. (Carvalho *et al.,* 2015) señalan que el porcentaje de materia seca y aceite son indicadores de madurez y atributos de calidad los cuales conllevan a obtener paltos que cumplen con la madurez y calidad comercial optima del fruto y así lograr un periodo de vida útil adecuado. Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de aceptabilidad, tanto nacional como los propuestos internacionalmente. (Franciosi, 2003) Por lo general los valles de la costa central del Perú inician la cosecha de frutos de la variedad Hass con valores mínimos de contenido de aceite de entre 8 - 9 % con un 20 - 21 % en materia seca.

Cada país ha definido los estándares mínimos legales de materia seca para cosechar el palto, variando entre 19 y 25%, dependiendo del cultivar (19.0 % para cv. 'Fuerte', 20,8% para cv. 'Hass' y 24.2 % para cv. 'Gwen') y del país (21 % para Australia, 21.6 – 22.8 % para EE.UU. y 23.0 % para México, Suramérica y Suráfrica) (Hofman *et al.,* 2002; Orhevba & Jinadu, 2011; Kassim *et al.,* 2013). En nuestro país el Ministerio de Agricultura y el Servicio de Sanidad Agraria mencionan que los frutos destinados a la exportación, se encuentren en un rango entre 21,5% a 29% de materia seca; los paltos que estén fuera del rango de este porcentaje, serán rechazados. (SENASA, 2014)

En un estudio realizado por Escobar *et al.,* (2019) se evaluó el efecto de la materia seca como índice de madurez de cosecha y el tiempo de almacenamiento sobre parámetros de calidad de la palta Hass; se trabajó con tres valores de materia seca: 22, 26 y 30% al momento de la cosecha. Los resultados mostraron que a un valor de materia seca de 26 ± 2%, las paltas tuvieron el menor nivel de defectos de pulpa para las regiones de estudio. Esto significa que, al controlar el momento de recolección del fruto, se puede mejorar la calidad poscosecha de la palta. En otro estudio Bernal, (2016) reportó como caracterización de fruto de palta Hass, un 23.81% de materia seca, un 22% de aceite y un peso promedio de 176.320 g, la altitud a la que se reportaron estos datos fue de 1510 m.s.n.m. Este estudio ecofisiológico de palta Hass, analizo la fenología productividad y calidad del fruto a distintas altitudes.

4.2. Determinación del efecto de la aplicación de los recubrimientos sobre las propiedades fisicoquímicas en la palta.

4.2.1. Evaluación del porcentaje de pérdida de peso durante el almacenamiento.

En el figura 14, se muestra la pérdida fisiológica de peso expresada en porcentaje (%) con respecto al peso inicial, para los frutos de palta almacenados a 10°C; se observa que al transcurrir los días de almacenamiento existe una pérdida progresiva del peso tanto en los frutos recubiertos como en las muestras control

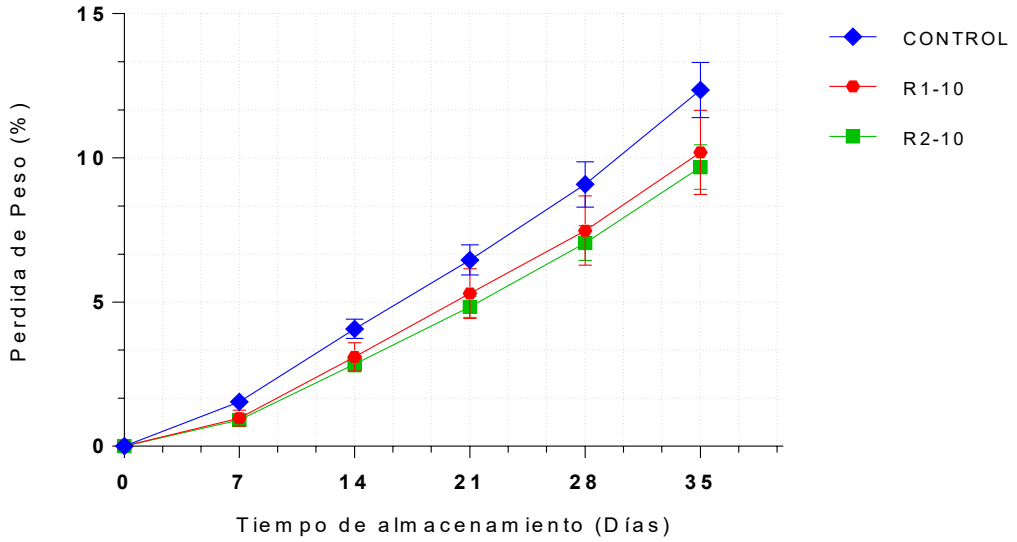


Figura 14. Pérdida de peso durante el almacenamiento a 10°C

Durante los 35 días de almacenamiento a 10°C, R2 presenta la pérdida mínima de peso con un 9.38% en comparación con R1 con un 10.38% y la muestra control presenta un porcentaje de disminución de 12.83%. Similares resultados fueron reportados por Márquez & Pretell, (2009) quienes cubrieron paltas con coberturas biodegradables de carboximetilcelulosa, gelatina – almidón, en condiciones de almacenamiento de 10 y 20 °C.

De acuerdo a un estudio desarrollado por Salinas *et al.,* (2015) donde evaluaron las propiedades físicas, mecánicas y de barrera de películas comestibles a base de mucílago de nopal como alternativa para la aplicación en frutos, confirman que el mucílago de nopal por su carácter hidrofílico forma películas o recubrimientos con mayor permeabilidad que aquellas formuladas solo con lípidos. Por otro lado, Pérez-Gago y Krochta, (2005) describen que al aumentar el contenido

de lípidos se mejora la barrera al vapor de agua de las películas o recubrimientos y de esta manera se aumenta la longitud de la trayectoria de migración (tortuosidad) de las moléculas de agua y así se puede inmovilizar el hidrocoloide en la interface lo que origina como resultado una estructura más ordenada y fuertemente reticulada o entrelazada.

En otro estudio desarrollado por Pineda *et al.,* (2019) donde estudiaron el efecto de un recubrimiento a base de mucílago de nopal sobre la calidad poscosecha de tomate; determinaron que los recubrimientos elaborados con la parte interna del nopal tuvieron una menor pérdida de peso con respecto a los elaborados con la parte externa (clorénquima). Esto puede atribuirse a la red tridimensional compleja que forman el mucílago, gomas y pectinas presentes en el corazón del nopal y que no se encuentran en la misma proporción en el clorénquima, originando una barrera más eficiente para disminuir los flujos de compuestos generados durante los procesos de respiración-transpiración. (Clifford *et al.,* 2002).

Algunos de los factores que influyen en la disminucion de peso en los frutos son la temperatura y la humedad circundantes; Ben & Rodov, (2003) mencionan que algunos de los principales factores de la pérdida de peso poscosecha son la humedad, la temperatura, la presión y el movimiento del aire, los cuales determinan la magnitud de la fuerza impulsora transpiracional, es decir, el gradiente de agua potencial entre el producto y su entorno.

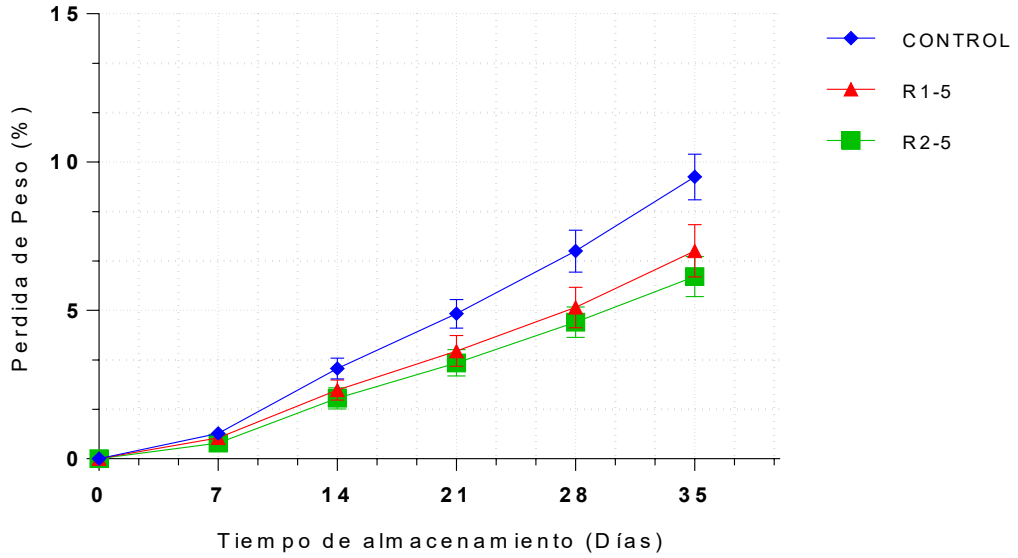


Figura 15. Pérdida de peso durante el almacenamiento a 5° C

En el figura 15, se muestra la pérdida fisiológica de peso expresada en porcentaje (%) con respecto al peso inicial, para los frutos de palta almacenados a 5 °C; la aplicación del recubrimiento R2 logró reducir la pérdida de peso con respecto al recubrimiento R1 tanto en el almacenamiento a 5 °C como en el de 10 °C, de esta manera el recubrimiento con una concentración de 3% de mucílago, ofreció una buena barrera a la transferencia de gases y vapor de agua durante el almacenamiento. Respecto al recubrimiento R1-5 tuvo un porcentaje de pérdida de peso similar al R2-5 (7.01 %, 6.15%) respectivamente.

Maqbool *et al.,* (2011) mencionan que la reducción de la pérdida de peso se realiza por los componentes del recubrimiento que actúan como barrera semipermeable contra el oxígeno y la humedad, lo que reduce la respiración, las reacciones de oxidación y la pérdida de agua, como la migración de agua de la parte interna de la fruta al ambiente circundante.

Tabla 6. Análisis de varianza del porcentaje de pérdida de peso.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	35	1737.06	49.630	321.07	0.000
Lineal	8	1645.70	205.712	1330.82	0.000
Tiempo	5	1467.45	293.490	1898.68	0.000
Temperatura	1	84.70	84.698	547.94	0.000
Concentración	2	93.55	46.773	302.59	0.000
Tiempo*Temperatura	5	51.47	10.295	66.60	0.000
Tiempo*Concentración	10	38.63	3.863	24.99	0.000
Temperatura*Concentración	2	0.06	0.032	0.21	0.812
Tiempo*Temperatura* Concentración	10	1.20	0.120	0.77	0.653
Error	108	16.69	0.155		
Total	143	1753.75			

En la tabla 6 podemos observar el análisis de varianza del porcentaje de pérdida de peso, el cual muestra que el tiempo de almacenamiento, la temperatura y la concentración de los recubrimientos tienen, un efecto significativo a un nivel de confianza del 95%, sobre el porcentaje de pérdida de peso de la palta variedad Hass. Celendón, (2005) reportó un efecto significativo a un nivel de confiabilidad del 95% de las variables, cobertura biodegradable y estado de madurez sobre el

porcentaje de pérdida de peso de la palta variedad Fuerte, almacenada a 7°C durante 40 días de almacenamiento.

En otro estudio Villegas & Albarracín, (2016); donde se aplicó un recubrimiento a base de hidroxipropilmetilcelulosa, que es un coloide hidrofílico con similares propiedades a las del mucilago de nopal, se logró reducir el porcentaje de pérdida de peso en moras. Además se añadió cera de abejas a la formulación del recubrimiento, para evaluar su conservación a 4°C. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p<0,05$) en la variable recubrimiento sobre el porcentaje de pérdida de peso.

Tabla 7. Test: LSD Fisher (% Disminución de peso) Alfa=0.05 DMS = 0.12989 para temperatura.

Error: 0.1546 gl: 108

Temperatura (°C)	Medias	n	E.E.	
10°	4.89	72	0.05	A
5°	3.35	72	0.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

En la tabla 7 se muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística a diferentes temperaturas de almacenamiento por medio de la prueba LSD Fisher, donde a temperaturas de 10 y 5 °C las medias son estadísticamente diferentes. De esta manera podemos decir que la temperatura fue un factor determinante, en la disminución de peso de los tratamientos, teniéndose un menor porcentaje de disminución de peso a 5°C.

Tabla 8. Test: LSD Fisher (% Disminución de peso) Alfa=0.05 DMS=0.15908 para concentración.

Error: 0.1546 gl: 108

Concentración (%)	Medias	n	E.E.	
0%	5.19	48	0.06	A
1%	3.91	48	0.06	B
3%	3.25	48	0.06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 8 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística de las concentraciones de los recubrimientos por medio de la prueba LSD Fisher, la cual muestra que son estadísticamente diferentes entre sí. Podemos observar que a una concentración del 3% se obtuvo una media de 3.25% mientras que los tratamientos control tuvieron una mayor pérdida de peso 5.19%; por lo que podemos decir que hubo un efecto significativo en la disminución del porcentaje de peso, en las muestras recubiertas a base de mucílago de nopal.

Tabla 9. Test: LSD Fisher (% Disminución de peso) Alfa=0.05 DMS=0.31816 para tiempo (días) por temperatura

Error: 0.1546 gl: 108

Tiempo (Días)	Temperatura (°C)	Medias	n	E.E							
35 día	10°	10.87	12	0.11	A						
28 día	10°	8.04	12	0.11		B					
35 día	5°	7.47	12	0.11			C				
21 día	10°	5.72	12	0.11				D			
28 día	5°	5.50	12	0.11				D			
21 día	5°	3.84	12	0.11					E		
14 día	10°	3.55	12	0.11					E		
14 día	5°	2.54	12	0.11						F	
7 día	10°	1.14	12	0.11							G
7 día	5°	0.76	12	0.11							H
1 día	10°	0.00	12	0.11							I
1 día	5°	0.00	12	0.11							I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 9 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística de tiempo (días de almacenamiento) y la temperatura por medio de la prueba LSD Fisher, donde los mayores porcentajes de disminución de peso se encuentran en los últimos días de almacenamiento y a una temperatura de 10°C, por otro lado observamos que el primer día de almacenamiento y a distintas temperaturas no existe diferencia significativa en esta interacción. También podemos observar que durante el transcurso de los días de almacenamiento a una temperatura de 5°C se presentan menores porcentajes de disminución de peso, en contraste con la temperatura de 10°C. Esto puede ser debido a que a una menor temperatura de almacenamiento hay una menor velocidad de respiración y menor producción de etileno. En un estudio realizado por (Osuna *et al.,* 2017) se evaluaron tres temperaturas de refrigeración (4, 6 y 8 °C) por tres y cuatro semanas de simulación de traslado y un testigo; donde el factor con mayor impacto sobre la variable de

porcentaje de disminución de peso fueron las temperaturas y el tiempo de almacenamiento. Los frutos almacenados a 4 °C por tres semanas, al término de la refrigeración, mostraron una pérdida de solo 1.8%, en tanto que los de 6 y 8 °C tuvieron una pérdida de peso de 2.4%, mientras que los frutos testigo almacenados bajo simulación de mercadeo (22 °C) manifestaron 5.6%.

4.2.2. Evaluación de la firmeza durante el almacenamiento.

A medida que transcurrieron los días de almacenamiento, la firmeza disminuyó, tanto en las muestras control como en las paltas recubiertas con las coberturas biodegradables, siendo las ultimas las que presentaron una menor pérdida.

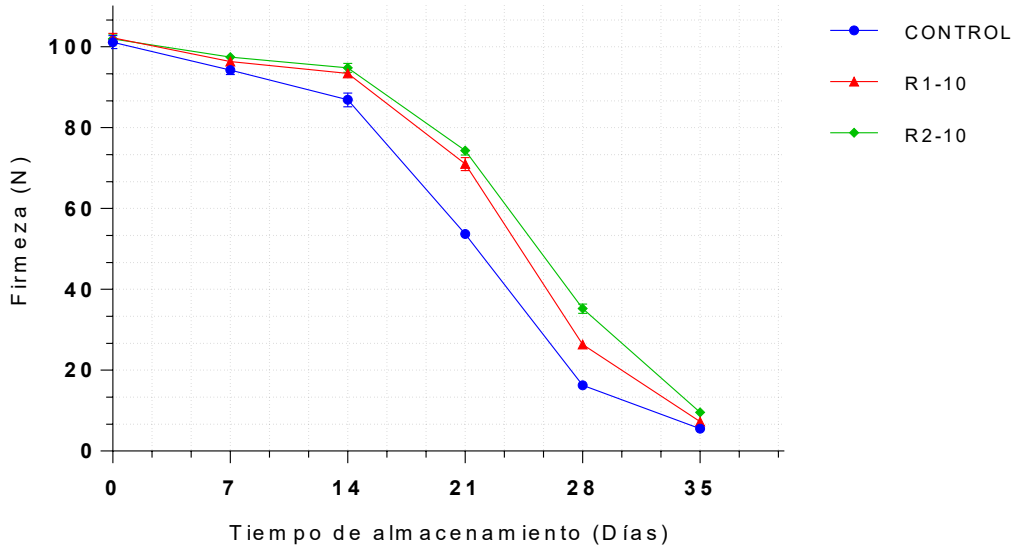


Figura 16. Firmeza durante el almacenamiento a 10°C

En la Figura 16, se muestra los valores de firmeza de los frutos durante el almacenamiento, a una temperatura de 10 °C. Los tratamientos R1-10 y R2-10 presentan una menor aceleración en la pérdida de firmeza durante el almacenamiento, en contraste con los tratamientos control. Al día 35 las paltas sin recubrimiento reportaron la menor firmeza (5.52 N). Los tratamientos con recubrimiento no tuvieron mayor diferencia hasta el día 14. En el día 21 se reporta 71.90 N para el recubrimiento R1-10, mientras que para R2-10, presenta un valor de 74.91 N; se observa una mayor retención de la firmeza para el recubrimiento de una concentración de 3% de mucílago. La mayor firmeza presentada en las paltas

con coberturas se puede atribuir a su baja permeabilidad al O_2 y mayor retención del CO_2, lo que permite retrasar los procesos fisiológicos relacionados a la madurez. Esta retención de la firmeza se puede explicar por el retardo en la degradación de los componentes de la pared celular tales como las pectinas, que es el resultado de enzimas tales como la pectinesterasa y poligalacturonasa.

Estas modificaciones en las células vegetales producen la pérdida de agua, que es considerada un importante factor en los cambios de la textura de frutas y hortalizas (Aguilar *et al.,* 2008).

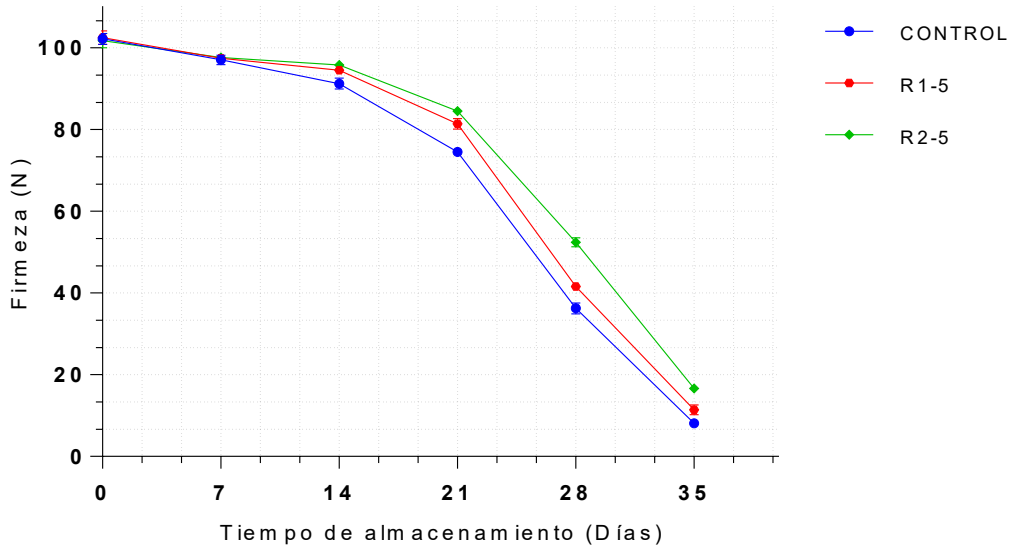


Figura 17. Firmeza durante el almacenamiento a 5 °C.

Bajo las condiciones de almacenamiento a 5 °C, el comportamiento de los frutos fue similar a los que fueron almacenados a 10 °C, hasta aproximadamente el día 14, donde la muestra control (MC-5) comenzó a presentar una mayor aceleración en la pérdida de la firmeza 90.65 N. Para el mismo día se reporta: R1-5: 94.78 N y R2-5: 95.43 N. (Figura 17). Benítez *et al.,* (2013) Afirman que la transferencia de agua de las frutas al medio ambiente no está solamente relacionada con la pérdida de peso, también lo está con la pérdida de firmeza. Nuestros resultados muestran que la firmeza fue afectada por los tres factores en estudio, siendo la temperatura y el tiempo de almacenamiento los de mayor influencia. Según (Cheng *et al.,* 2008) afirman que la firmeza del tejido de la fruta está relacionada con la estructura y los compuestos entre las paredes celulares. Los cambios en la estructura de las paredes celulares incluyen disminuciones en la

hemicelulosa y la galactosa, la disolución de las pectinas, las actividades de las enzimas hidrolizantes como la poligalacturonasa ablandan el tejido de la fruta durante la maduración y la senescencia.

Tabla 10. Análisis de varianza para la firmeza.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	35	176632	5046.6	7873.39	0.000
Lineal	8	173625	21703.2	33859.72	0.000
Tiempo	5	170548	34109.7	53215.48	0.000
Temperatura	1	1524	1524.3	2378.07	0.000
Concentración	2	1553	776.3	1211.16	0.000
Tiempo*Temperatura	5	1598	319.6	498.69	0.000
Tiempo*Concentración	10	1137	113.7	177.32	0.000
Temperatura*Concentración	2	83	41.6	64.97	0.000
Tiempo*Temperatura* Concentración	10	189	18.9	29.42	0.000
Error	108	69	0.6		
Total	143	176701			

En la Tabla 10, observamos el análisis de varianza la cual particiona la variabilidad entre los valores de la firmeza, observados en varios componentes; el tiempo, la temperatura y la concentración presentaron efectos significativos ($p < 0.05$). Estos hallazgos concuerdan por los reportados por (Aguilar *et al.,* 2008) los cuales reportaron diferencia significativa ($p < 0,05$) de la cobertura a base de gelatina-almidón y tiempo de almacenamiento de 40 días a 6 °C, sobre la firmeza en la pulpa de palta.

Tabla 11. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=0.26449 para temperatura

Error: 0.6410 gl: 108

Temperatura (°C)	Medias	n	E.E.	
5°	71.42	72	0.09	A
10°	64.91	72	0.09	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 11 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística de temperatura por medio de la prueba LSD Fisher, donde la temperatura de 5 °C presenta un valor de 71.42 N, frente a la temperatura de 10 °C cuyo valor es de 64.91 N, existiendo una diferencia significativa para la variable firmeza.

Tabla 12. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=0.32393 para concentración

Error: 0.6410 gl: 108

Concentración (%)	Medias	n	E.E.	
3%	71.83	48	0.12	A
1%	68.80	48	0.12	B
0%	63.87	48	0.12	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 12 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para el factor concentración por medio de la prueba LSD Fisher, donde los mayores valores de firmeza se encuentran en los tratamientos con recubrimientos, existiendo una diferencia de medias estadísticamente significativa. Por lo que podemos decir que existió un efecto de los recubrimientos en la retención de la firmeza de los frutos evaluados.

Tabla 13. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=0.64787 para tiempo (días) por temperatura

Error: 0.6410 gl: 108

Tiempo (Días)	Temperatura (°C)	Medias	n	E.E.	
1 día	5°	101.93	12	0.23	A
1 día	10°	101.40	12	0.23	A
7dia	5°	97.33	12	0.23	B
7dia	10°	96.51	12	0.23	C
14dia	5°	93.62	12	0.23	D
14dia	10°	91.14	12	0.23	E
21dia	5°	80.30	12	0.23	F
21dia	10°	66.75	12	0.23	G
28dia	5°	43.88	12	0.23	H
28dia	10°	26.15	12	0.23	I
35dia	5°	11.45	12	0.23	J
35dia	10°	7.52	12	0.23	K

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 13 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para la combinación de factores tiempo (días de almacenamiento) y la temperatura por medio de la prueba LSD Fisher, donde se observa que existe una diferencia de medias entre los tratamientos, desde el séptimo día hasta finalizado el almacenamiento, por otro lado las medias son estadísticamente iguales iniciado el proceso de almacenamiento a las dos temperaturas (5°C y 10°C).

También podemos observar que durante el transcurso de los días de almacenamiento a una temperatura de 5°C se presentan valores mayores de firmeza en contraste con la temperatura de 10°C, al dia 28 se tiene una media de 43.88 N a una temperatura de almacenamiento de 5°C y para 10 °C una firmeza de 26.15 N, lo que nos demuestra que hay una mejor respuesta a la retención de firmeza a una menor temperatura de almacenamiento.

Tabla 14. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=0.79347 para tiempo por concentración

Error: 0.6410 gl: 108

Tiempo (Días)	Conc. (%)	Medias	n	E.E.	
1 día	3%	101.82	8	0.28	A
1 día	1%	101.81	8	0.28	A
1 día	0%	101.37	8	0.28	A
7dia	3%	97.80	8	0.28	B
7dia	1%	96.95	8	0.28	C
7dia	0%	96.00	8	0.28	D
14dia	3%	94.81	8	0.28	E
14dia	1%	93.96	8	0.28	F
14dia	0%	88.37	8	0.28	G
21dia	3%	79.36	8	0.28	H
21dia	1%	77.01	8	0.28	I
21dia	0%	64.22	8	0.28	J
28dia	3%	44.27	8	0.28	K
28dia	1%	34.13	8	0.28	L
28dia	0%	26.65	8	0.28	M
35dia	3%	12.94	8	0.28	N
35dia	1%	8.95	8	0.28	O
35dia	0%	6.57	8	0.28	P

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 14 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para la combinación de factores tiempo (días de almacenamiento) y la concentración de los recubrimientos por medio de la prueba LSD Fisher, la cual

muestra que existe una diferencia significativa entre la medias de los tratamientos respecto a la firmeza. En el primer día de almacenamiento no existe una diferencia significativa entre los tratamientos, como podemos observar en la tabla se tienen los siguientes valores de firmeza: 101.82 N, 101.82 N, 101.37 N, para las concentraciones 3%, 1% y 0% respectivamente. A los 21 días de almacenamiento se observa una diferencia más notoria; a una concentración del 3% se tiene 79.36N y a una concentración del 1% 77.01 N, y para la muestra control 64.22 N.

Tabla 15. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=0.45811 para temperatura por concentración

Error: 0.6410 gl: 108

Temperatura (°C)	Concentración (%)	Medias	n	E.E.					
5°	3%	74.57	24	0.16	A				
5°	1%	71.49	24	0.16		B			
10°	3%	69.09	24	0.16			C		
5°	0%	68.19	24	0.16				D	
10°	1%	66.11	24	0.16					E
10°	0%	59.54	24	0.16					F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 15 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para la combinación de factores temperatura y concentración por medio de la prueba LSD Fisher, para la variable de estudio “firmeza”, donde se evidencia una diferencia significativa entre los todos los tratamientos, teniéndose mejores resultados para la combinación de factores de 5°C (temperatura de almacenamiento) y 3% (concentración), con una media de 74.57 N. Por el contrario la mayor pérdida de firmeza se dio para la combinación de factores de 10°C (temperatura de almacenamiento) y 0% (muestras sin recubrimiento), con un valor de 59.54 N. En una investigación desarrollada por González *et al.,* (2017) con recubrimientos base de goma gelana y glicerol, aplicados a palta Hass, reportan un efecto benéfico en la retencion de la firmeza; en este estudio los frutos fueron almacenados a temperatura ambiente. Durante la primera semana la firmeza para las paltas sin recubrimiento fue de 74.3 N, y entre 73.7 y 75.8 N, para frutos con recubrimiento. Las paltas recubiertas y sin recubrir presentaron una disminución en los valores de firmeza, hasta 7.6 N y 3.5 N respectivamente, después de la semana 9 de almacenamiento. Las frutas recubiertas lograban tener valores de resistencia, entre 20.1 y 45.7 N, después de seis semanas de almacenamiento; por el contrario, las frutas sin recubrimiento, solo lograban tener valores de resistencia de 13.6 N.

Tabla 16. Test: LSD Fisher (firmeza) Alfa=0.05 DMS=1.12214 para tiempo por temperatura por concentración

Error: 0.6410 gl: 108

Tiempo (Días)	Temp (°C)	Conc. (%)	Medias	n	E.E.	
1 día	5°	1%	102.38	4	0.40	A
1 día	10°	3%	101.89	4	0.40	AB
1 día	5°	3%	101.75	4	0.40	AB
1 día	5°	0%	101.67	4	0.40	AB
1 día	10°	1%	101.24	4	0.40	B
1 día	10°	0%	101.08	4	0.40	B
7 día	10°	3%	97.98	4	0.40	C
7 día	5°	3%	97.63	4	0.40	CD
7 día	5°	1%	97.38	4	0.40	CD
7 día	5°	0%	96.98	4	0.40	CD
7 día	10°	1%	96.52	4	0.40	DE
14 día	5°	3%	95.43	4	0.40	EF
7 día	10°	0%	95.03	4	0.40	FG
14 día	5°	1%	94.78	4	0.40	FG
14 día	10°	3%	94.18	4	0.40	GH
14 día	10°	1%	93.13	4	0.40	H
14 día	5°	0%	90.65	4	0.40	I
14 día	10°	0%	86.10	4	0.40	J
21 día	5°	3%	83.80	4	0.40	K
21 día	5°	1%	82.11	4	0.40	L
21 día	5°	0%	75.00	4	0.40	M
21 día	10°	3%	74.91	4	0.40	M
21 día	10°	1%	71.91	4	0.40	N
21 día	10°	0%	53.44	4	0.40	O
28 día	5°	3%	52.78	4	0.40	O
28 día	5°	1%	41.63	4	0.40	P
28 día	5°	0%	37.24	4	0.40	Q
28 día	10°	3%	35.77	4	0.40	R
28 día	10°	1%	26.63	4	0.40	S
28 día	10°	0%	16.06	4	0.40	T
35 día	5°	3%	16.05	4	0.40	T
35 día	5°	1%	10.68	4	0.40	U
35 día	10°	3%	9.82	4	0.40	U
35 día	5°	0%	7.63	4	0.40	W
35 día	10°	1%	7.23	4	0.40	W
35 día	10°	0%	5.52	4	0.40	X

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 16 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para la combinación de los factores tiempo – temperatura - concentración por medio de la prueba LSD Fisher, donde se evidencia que la combinación de factores de temperatura de 10°C y los frutos sin recubrimiento al día 35 de almacenamiento presentaron la mayor pérdida de firmeza 5.52 N; por otro lado en el primer día de almacenamiento, no existieron diferencias significativas en todas las combinaciones

de temperatura y concentración, Al día 35 también podemos observar que las combinaciones, 5°C de temperatura y 0% concentración y 10°C de temperatura con 1% de concentración, no muestran diferencias significativas; Asi mismo podemos observar que al día 35, con una temperatura de 5°C y una concentración de 3% de mucílago se obtuvo la mejor respuesta de retención de la firmeza 16.05N. Podemos afirmar que el factor temperatura tuvo una mayor influencia en la retención de la firmeza, por encima del factor concentración.

4.2.3. Evaluación de los parámetros de color durante el almacenamiento.

A continuación se presentan los resultados de los parámetros colorimétricos obtenidos, donde: L* es el indicador de la luminosidad, a* es el indicador de cromaticidad en el eje verde (-) a rojo (+) y b* es el indicador de cromaticidad en el eje azul (-) a amarillo (+), estos parámetros fueron medidos sobre la superficie del exocarpio de los frutos de palta. Los tratamientos fueron identificados como: MC-5 (tratamientos sin recubrimiento almacenados a 5°C), MC-10 (tratamientos sin recubrimiento almacenados a 10 °C), R1-5 (tratamientos con recubrimiento con 1% de mucílago y almacenados a 5 °C), R1-10: (tratamientos con recubrimiento con 1% de mucílago y almacenados a 10 °C), R2-5: (tratamientos con recubrimiento con 3% de mucílago y almacenados a 5 °C) , R2-10: (tratamientos con recubrimiento con 3% de mucílago y almacenados a 10 °C).

El cambio de color en frutos y vegetales se debe a la degradación de la clorofila que descubre la presencia de los carotenoides, además de antocianinas y flavonoides (Sivakumar *et al.*, 2011). La palta Hass se caracteriza por el cambio en la coloración en el exocarpio durante el proceso de maduración de verde a púrpura oscuro (Cox *et al.,* 2004).

En la figura 18, podemos observar el comportamiento de la luminosidad L* a las dos temperaturas evaluadas, durante los 35 días de almacenamiento. El valor de la luminosidad, tiene un rango de cero a cien donde el valor de cero representa el negro más oscuro y el blanco más brillante está representado por el valor de cien. En el caso de los tratamientos evaluados, los valores de luminosidad fueron disminuyendo conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento. La disminución de los valores de luminosidad de las frutas es un indicador del oscurecimiento que sufren durante su almacenamiento. (Holcroft & Kader, 1999).

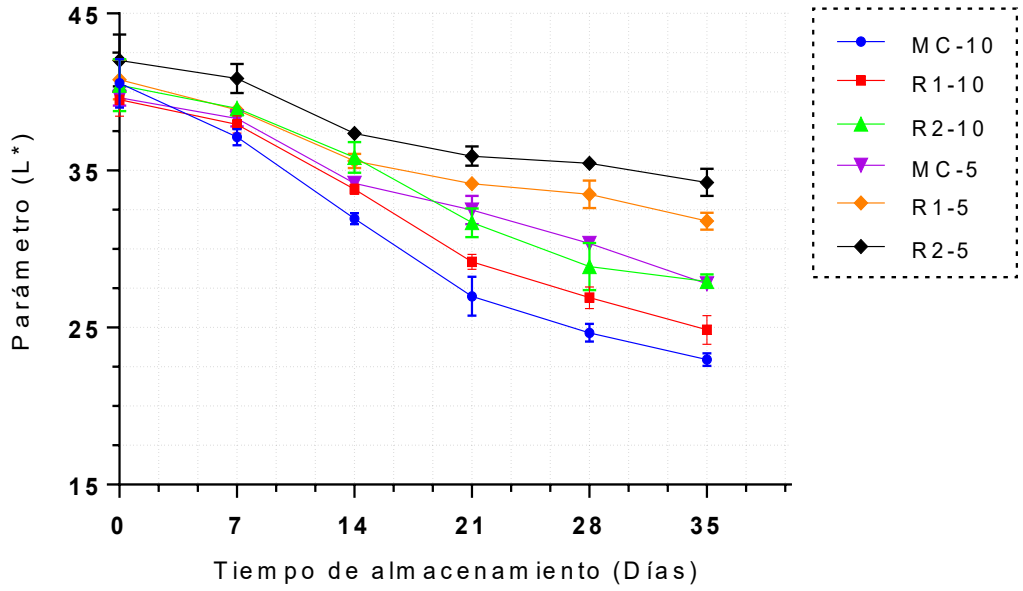


Figura 18. Evolución de la luminosidad *L durante el almacenamiento a 5 y 10°C

Los frutos recubiertos con una concentración de 3% fueron los que presentaron resultados más favorables al evitar en mayor medida el cambio en la luminosidad, tanto en el almacenamiento a 10 °C como a 5 °C. Al finalizar el almacenamiento se reportó los siguientes valores de luminosidad: *L = 27.94 a 10 °C y *L = 34.24 a 5 °C, para una concentración de 3%. Por otro lado, los valores para los tratamientos sin recubrimientos fueron los siguientes: *L = 22.97 a 10 °C y *L = 27.77 a 5 °C.

Hasta la primera semana de almacenamiento se observó un comportamiento similar entre los tratamientos a las dos temperaturas; llegado el día 14 se observa una disminución considerable de los valores de luminosidad, en los tratamientos almacenados a 10°C. En una investigación similar Rodríguez, (2017), al evaluar la luminosidad de paltos con un recubrimiento natural y aceites esenciales de orégano y tomillo, con una temperatura de almacenamiento de 6° C, reportó a los 24 días valores entre 26.34 y 27.57 para orégano y para tomillo respectivamente. Se puede inferir esta diferencia significativa de luminosidad, a los componentes de los recubrimientos puesto que al utilizar componentes plastificantes le otorgarán un brillo mayor a la superficie del fruto, en consecuencia los valores de luminosidad serán más altos.

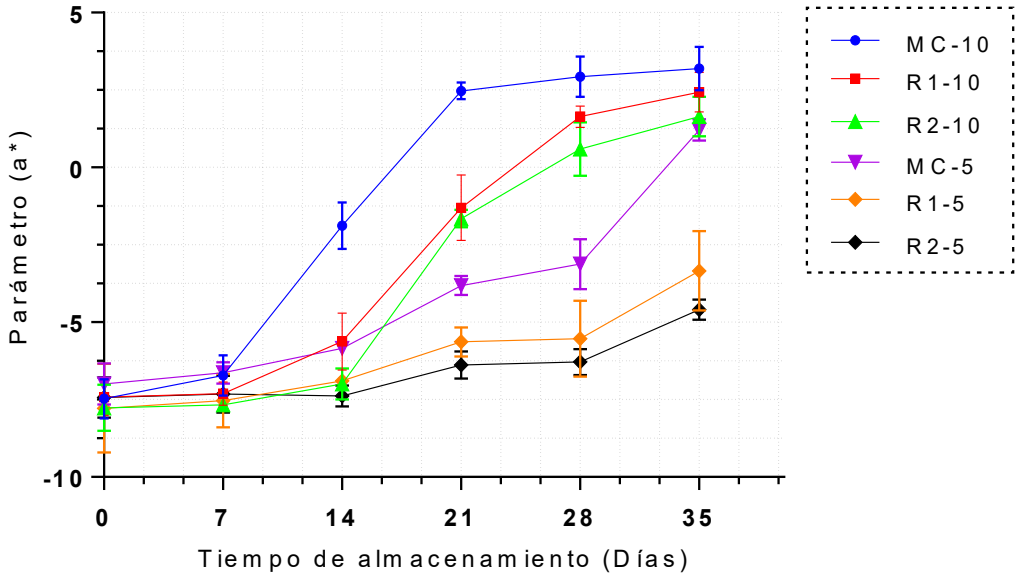


Figura 19. Evolución del croma *a durante el almacenamiento a 5 y 10°C

La coordenada de croma (a*) mostró valores negativos hasta la segunda semana de almacenamiento entre -9.73 a -1.15, para todos los tratamientos. Asi mismo el tratamiento control (MC-10) mostro un comportamiento acelerado a partir del día 7, presentando una diferencia más notoria en comparación con los demás tratamientos (Figura 19). Estos valores corresponden a un color verde oscuro tenue que con el transcurrir de los días va tomando una tonalidad más oscura. Los frutos de palta Hass en Perú tienden a coloraciones purpuras negruzcas cuando alcanzan la madurez de consumo. Según Cox ***et al.,*** (2004), el cambio de color en la cáscara de la palta Hass se da de verde a púrpura, o negro en un tiempo entre 8 y 12 días, a temperatura ambiente, lo cual se debe a cambios químicos en la cáscara: la clorofila α y β disminuye, mientras que las antocianinas y la cianidina-3-glucosido aumenta.

Los tratamientos con recubrimientos y almacenados a una temperatura de 5 °C, mostraron una diferencia más notoria en los valores de la coordenada de color a*, en contraste con los demás tratamientos, finalizado los 35 días de almacenamiento. Las paltas recubiertas con una concentración de 1% y 3% almacenados a 5°C tuvieron los siguientes valores: -3.337 y -4.5938 respectivamente, finalizado el almacenamiento. Estos valores corresponden a una coloración purpura oscura tenue, mientras que la coloración en los tratamientos a

10°C presentaron una coloración purpura negruzca en un cien por ciento de la superficie del exocarpio.

La pérdida del color verduzco ocurrió a una velocidad mucho más lenta en las paltas con recubrimientos que en los controles, lo que significa que los recubrimientos mostraron una mejor retención del color en la cáscara. Similares resultados fueron reportados por Escobar ***et al.,*** (2019) donde se evaluó el tiempo de almacenamiento sobre parámetros de calidad de la palta Hass, almacenados a 5°C durante 0, 3, 4 y 5 semanas. Los resultados tuvieron valores positivos bajos (a* = 0,43 a 7,0) en la etapa de madurez de consumo, lo cual concuerda con nuestros resultados tomando en cuenta que dicha investigación no utilizó ningún tipo de ceras o recubrimientos.

En otra investigación Márquez ***et al.,*** (2013) reporta valores del croma (a*) negativos hasta el día 10 en las paltas control; hasta 20 días para las muestras con cobertura de aceite esencial de clavo de olor y hasta 25 días en el caso de los frutos con cobertura de extracto de molle y extracto de matico, demostrándose que la pérdida del color verduzco hacia un color negro durante la maduración de la palta Hass es mayor en la muestra control.

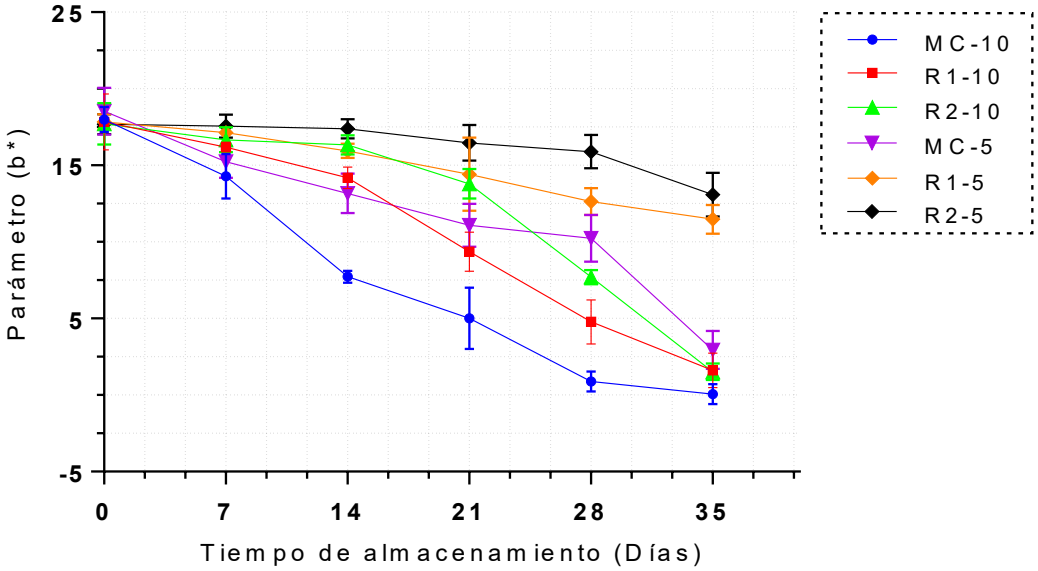


Figura 20. Evolución del croma *b durante el almacenamiento a 5 y 10°C

En la figura 20, se observa la evolución del parámetro de color (**b*) durante el almacenamiento. Las muestras control almacenadas a 10 °C, fueron las que evidenciaron un descenso más acelerado a comparación de los recubrimientos R1-10 y R2-10, el día 7 tuvo un valor de b* 14.29 y al día 14 bajo hasta 7.73, mientras que la muestra control almacenada a 5°C fue de 15.23 a 13.16. En el caso de los tratamientos almacenados a 5°C se mostraron mejores resultados en los recubrimientos R1-5 y R2-5, los valores al final de la evaluación fueron: 11.47 y 13.08 respectivamente. (Márquez & Pretell, 2009), reportaron valores similares al día 20 de almacenamiento; estos valores corresponden a las coberturas a base de gelatina-almidón y aloe vera a una temperatura de almacenamiento de 10 °C.

Según Maftoonazad & Ramaswamy (2008), los menores cambios de color en los frutos recubiertos pueden estar relacionados con el efecto del recubrimiento, debido a la creación de una especie de atmósfera modificada creada en la superficie de la fruta. En otra investigación desarrollada por Salunkhe *et al.,* (1991) pudieron evidenciar que la presencia de CO_2 en la atmósfera de almacenamiento es un factor importante para prevenir la degradación de la clorofila que trae como consecuencia un acelerado cambio del color durante la maduración del fruto. Se determinó que la retención de clorofila aumenta en el brócoli por un aumento progresivo de CO_2 y disminución de O_2. Las concentraciones más altas de CO_2 disminuyen los procesos de desverdización en albaricoques y melocotones.

Los comportamientos de las curvas, para las coordenadas colorimétricas y las diferencias relacionadas al tiempo de almacenamiento entre los distintos tratamientos pudieron ser mejor examinados concluidos los 35 días de refrigeración, (Anexo 15), puesto que la coloración del exocarpio, fue muy similar. En el caso de los frutos almacenados a 5°C, al ser visualizadas externamente no denotaban diferencias en la coloración negruzca-morada entre los tratamientos. Al ser cortadas longitudinalmente por la mitad se pudo notar la diferencia en el estado de maduración.

Los cambios de coloración, se pudieron visualizar a partir de la tercera semana, donde se produce un cambio parcial, de verde a morado-negruzco, en el caso de las paltas almacenadas a 5 °C. Sin embargo las paltas almacenadas a 10 °C ya presentaban este cambio de coloración a partir de la segunda semana. En el caso de los frutos almacenados a 10°C, estuvieron consumibles aproximadamente, hasta la tercera semana de almacenamiento. Estos frutos ingresaron a una etapa

de senescencia, por consiguiente finalizaron su ciclo de vida más antes de lo esperado; es por ello que la etapa final de la investigación (análisis sensorial) se desarrolló con los tratamientos almacenados a 5 °C.

Tabla 17. Análisis de varianza para los parámetros de color (*L, *a y *b)

Croma	Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Val. F	Val. p
	Tiempo	5	2859.58	571.916	850.66	0.000
	Temperatura	1	441.63	441.633	656.88	0.000
	Concentración	2	303.45	151.723	225.67	0.000
	Tiempo*Temperatura	5	189.74	37.947	56.44	0.000
*L	Tiempo*Concentración	10	57.73	5.773	8.59	0.000
	Temperatura*Concentración	2	3.17	1.587	2.36	0.099
	Tiempo*Temperatura*Concentración	10	13.08	1.308	1.94	0.047
	Error	108	72.61	0.672		
	Total	143	3940.98			
	Tiempo	5	1184.41	236.883	521.43	0.000
	Temperatura	1	328.93	328.925	724.04	0.000
	Concentración	2	147.91	73.957	162.80	0.000
	Tiempo*Temperatura	5	249.49	49.898	109.84	0.000
*a	Tiempo*Concentración	10	43.77	4.377	9.63	0.000
	Temperatura*Concentración	2	0.50	0.249	0.55	0.580
	Tiempo*Temperatura*Concentración	10	41.85	4.185	9.21	0.000
	Error	108	49.06	0.454		
	Total	143	2045.93			
	Tiempo	5	2661.31	532.262	298.45	0.000
	Temperatura	1	586.70	586.700	328.97	0.000
	Concentración	2	507.85	253.923	142.38	0.000
	Tiempo*Temperatura	5	416.16	83.233	46.67	0.000
*b	Tiempo*Concentración	10	219.10	21.910	12.29	0.000
	Temperatura*Concentración	2	0.73	0.363	0.20	0.816
	Tiempo*Temperatura*Concentración	10	130.25	13.025	7.30	0.000
	Error	108	192.61	1.783		
	Total	143	4714.71			

En el Tabla 17, se observa el análisis de varianza a un nivel de confianza del 95% para los parámetros de color L*, a* y b* para el exocarpio de la palta. El análisis de varianza muestra que las variables independientes tiempo de almacenamiento, temperatura y concentración de los recubrimientos tuvieron un efecto significativo sobre la variación de los valores de L*, a* y b*.

La aplicación de los recubrimientos minimizaron el cambio de color en el exocarpio de los frutos en las dos condiciones de almacenamiento, en contraste con las muestras sin cobertura, siendo la temperatura de almacenamiento el factor con mayor influencia, puesto que las paltas almacenadas a 10 °C al día 35 ya se encontraban en una etapa de senescencia, no aptas para el consumo. El recubrimiento R2-5 (mucílago 3%) registró los valores con mayor efecto de ralentización del color, siendo esta concentración la más favorable para su aplicación. Se evidenció de esta manera a la temperatura como un factor de mayor influencia en la retención de la coloración. Asi mismo se puede observar que el factor concentración también tuvo una influencia aunque en menor medida

En una investigación desarrollada por Maftoonazad & Ramaswamy (2008) donde se evaluó el efecto de un recubrimiento a base de pectina sobre la cinética del cambio de calidad en paltas almacenadas a 5, 10 y 20 °C, presentaron resultados similares en el viraje del color, los resultados mostraron diferencias en el valor de luminosidad (*L) en todos los tratamientos, con diferencias significativas ($P < 0.01$) entre los no recubiertos y el recubierto, con una mayor pérdida de brillo en las paltas sin recubrimiento.

Tabla 18. Test: LSD Fisher (Color L*) Alfa=0.05 DMS=0.27088 para temperatura

Error: 0.6723 gl: 108

Temperatura (°C)	Medias	n	E.E.	
5°	35.74	72	0.10	A
10°	32.24	72	0.10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 18 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística de temperatura por medio de la prueba LSD Fisher, para la variable L* (luminosidad); donde la temperatura de 5 °C presenta una media de 35.74 L*, frente a la temperatura de 10 °C cuyo valor es de 32.24 L*, existiendo una diferencia significativa, entre estos dos niveles. Como se mencionó anteriormente los frutos con coberturas, ralentizaron el viraje del color, pero el factor temperatura según los resultados fue el de mayor influencia en el viraje del color.

Tabla 19. Test: LSD Fisher (Color L*) Alfa=0.05 DMS=0.33176 15908 para concentración

Error: 0.6723 gl: 108

Concentración (%)	Medias	n	E.E.	
3%	35.80	48	0.12	A
1%	33.91	48	0.12	B
0%	32.25	48	0.12	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 19 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para el factor concentración por medio de la prueba LSD Fisher, para la variable L* (luminosidad); donde los mayores valores de luminosidad se encuentran en los tratamientos con recubrimientos, existiendo una diferencia de medias estadísticamente significativa. Por lo que podemos decir que existió un efecto de los recubrimientos en la retención del oscurecimiento de los frutos evaluados.

Tabla 20. Test: LSD Fisher (Color L*) Alfa=0.05 DMS=0.66352 para tiempo (días) por temperatura

Error: 0.6723 gl: 108

Tiempo (Días)	Temperatura (°C)	Medias	n	E.E.	
1 día	5°	40.82	12	0.24	A
1 día	10°	40.19	12	0.24	A
7dia	5°	39.35	12	0.24	B
7dia	10°	38.00	12	0.24	C
14dia	5°	35.71	12	0.24	D
21dia	5°	34.19	12	0.24	E
14dia	10°	33.86	12	0.24	E
28dia	5°	33.10	12	0.24	F
35dia	5°	31.27	12	0.24	G
21dia	10°	29.29	12	0.24	H
28dia	10°	26.82	12	0.24	I
35dia	10°	25.26	12	0.24	J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 20 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para la combinación de factores tiempo (días de almacenamiento) y la temperatura por medio de la prueba LSD Fisher, donde se observa que al primer día de

almacenamiento no existe una diferencia de medias entre las dos temperaturas. Sin embargo a partir del séptimo día de evaluación existe una diferencia significativa entre los tratamientos; siendo la de menor media, al día 35 y una temperatura de 10 °C; lo que nos demuestra que hay una mejor respuesta a la retención de la luminosidad a una temperatura de 5°C

Tabla 21. Test: LSD Fisher (Color L*) Alfa=0.05 DMS=0.81264 para tiempo por concentración

Error: 0.6723 gl: 108

Tiempo (Días)	Concentración (%)	Medias	n	E.E.								
1 día	3%	41.26	8	0.29	A							
1 día	1%	40.15	8	0.29		B						
1 día	0%	40.10	8	0.29		B						
7dia	3%	39.91	8	0.29		B						
7dia	1%	38.40	8	0.29			C					
7dia	0%	37.73	8	0.29			C					
14dia	3%	36.59	8	0.29				D				
14dia	1%	34.72	8	0.29					E			
21dia	3%	33.80	8	0.29						F		
14dia	0%	33.06	8	0.29						F		
28dia	3%	32.18	8	0.29							G	
21dia	1%	31.68	8	0.29							G	H
35dia	3%	31.09	8	0.29								H
28dia	1%	30.20	8	0.29								I
21dia	0%	29.74	8	0.29								I
35dia	1%	28.32	8	0.29								J
28dia	0%	27.51	8	0.29								J
35dia	0%	25.37	8	0.29								K

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 21 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para la combinación de factores tiempo (días de almacenamiento) y la concentración de los recubrimientos por medio de la prueba LSD Fisher. Podemos observar en la tabla que en el primer día de almacenamiento, a las concentraciones 0% y 1%, no presentan diferencias significativas así mismo al séptimo día de almacenamiento a una concentración de 3% muestra una media igualmente no significativa a las dos anteriormente mencionadas. Por otro lado se observa que la menor luminosidad se da a los 35 días de almacenamiento con los tratamientos sin cobertura.

Tabla 22. Test: LSD Fisher (Color a*) Alfa=0.05 DMS=0.22267 para temperatura

Error: 0.4543 gl: 108

Temperatura (°C)	Medias	n	E.E.	
10°	-2.61	72	0.08	A
5°	-5.63	72	0.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 22 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística de temperatura por medio de la prueba LSD Fisher, para a* (indicador de cromaticidad en el eje verde (-) a rojo (+)); la cual indica que mientras el valor sea más negativo será más verde y si es más positivo será más rojo. La prueba nos indica que existe una diferencia significativa entre las dos temperaturas para esta variable, siendo la temperatura de 5 °C la que presento una menor disminución de los valores de cromaticidad a*: -5.63; conservando la coloración verde de la piel de los frutos.

Tabla 23. Test: LSD Fisher (Color a*) Alfa=0.05 DMS=0.27271 para concentración

Error: 0.4543 gl: 108

Concentración (%)	Medias	n	E.E.		
0%	-2.72	48	0.10	A	
1%	-4.52	48	0.10		B
3%	-5.10	48	0.10		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 23 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para el factor concentración por medio de la prueba LSD Fisher, para la variable a* (indicador de cromaticidad en el eje verde (-) a rojo (+)); donde los menores valores de a*, se encuentran en los tratamientos con recubrimientos, lo que significa que mostraron una ralentización en el viraje de verde a purpura negruzco que es el cambio de coloración que se manifiesta en la maduración de la palta variedad Hass. La tabla 23 muestra la diferencia de medias estadísticamente significativa, por lo que podemos decir que existió un efecto de los recubrimientos en la retención del cambio de coloración de los frutos evaluados, conservando la coloración verde de la piel de los frutos. Sin embargo la media de las muestras sin recubrimiento presentan un cambio con mayor notoriedad, con un croma a*: -2.72.

Tabla 24. Test: LSD Fisher (Color a*) Alfa=0.05 DMS=0.54542 para tiempo (días) por temperatura

Error: 0.4543 gl: 108

Tiempo (Días)	Temperatura (°C)	Medias	n	E.E.				
35 día	10°	2.42	12	0.19	A			
28 día	10°	1.72	12	0.19		B		
21 día	10°	-0.16	12	0.19			C	
35 día	5°	-2.24	12	0.19				D
14 día	10°	-4.83	12	0.19				E
28 día	5°	-4.98	12	0.19				E
21 día	5°	-5.28	12	0.19				E
14 día	5°	-6.71	12	0.19				F
7 día	5°	-7.16	12	0.19				F G
7 día	10°	-7.23	12	0.19				F G
1 día	5°	-7.40	12	0.19				G
1 día	10°	-7.55	12	0.19				G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 24 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para la combinación de factores tiempo (días de almacenamiento) y la temperatura por medio de la prueba LSD Fisher, donde se observa que la primera semana de almacenamiento no existe una diferencia significativa entre los tratamientos a las dos temperaturas, el primer día de evaluación a 10 °C se obtuvo un valor de -7.55 y a 5°C para el mismo día se obtuvo un valor de -7.40 y al séptimo día de evaluación a 10°C se obtuvo un valor de -7.23 y a una temperatura de almacenamiento de 5°C se obtuvo un valor del croma *a de -7.16. Por otra parte la menor media registrada se reporta al día 35 y a una temperatura de 10°C, su valor fue de 2.42, en comparación con la otra temperatura de almacenamiento de 5 °C que fue de -2.24 a*; como habíamos mencionado anteriormente mientras más negativo es el valor quiere decir que hay una mayor retención del viraje del color verde en este caso, dado por el factor temperatura. De esta manera podemos afirmar que el factor temperatura tuvo un mayor grado de influencia en la retención de una coloración más verde. Estos resultados concuerdan con la investigación realizada por (Osuna *et al.,* 2017) donde el factor de mayor impacto en el almacenamiento refrigerado de paltas, fueron la temperatura y el tiempo de almacenamiento donde a mayor temperatura, mayor pérdida de peso y vire de color. Aunque también se reportan en otros estudios que temperaturas de refrigeración por debajo de 5 °C causan daño externo en los frutos.

Tabla 25. Test: LSD Fisher (Color a*) Alfa=0.05 DMS=0.66800 para tiempo por concentración

Error: 0.4543 gl: 108

Tiempo (Días)	Concentración (%)	Medias	n	E.E.					
35 día	0%	2.20	8	0.24	A				
28 día	0%	-0.10	8	0.24		B			
35 día	1%	-0.46	8	0.24		B			
21 día	0%	-0.67	8	0.24		B			
35 día	3%	-1.48	8	0.24			C		
28 día	1%	-1.94	8	0.24			C		
28 día	3%	-2.85	8	0.24				D	
21 día	1%	-3.47	8	0.24				D	E
14 día	0%	-3.87	8	0.24					E
21 día	3%	-4.02	8	0.24					E
14 día	1%	-6.26	8	0.24					F
7 día	0%	-6.68	8	0.24					F	G
14 día	3%	-7.19	8	0.24						G	H
1 día	0%	-7.23	8	0.24						G	H
7 día	1%	-7.42	8	0.24							H
7 día	3%	-7.50	8	0.24							H
1 día	3%	-7.60	8	0.24							H
1 día	1%	-7.60	8	0.24							H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 25 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para la combinación de factores tiempo (días de almacenamiento) y la concentración de los recubrimientos por medio de la prueba LSD Fisher, la cual muestra que en la primera semana de almacenamiento no existió una diferencia significativa entre los valores de cromaticidad a*. Sin embargo a medida que trascurrían los días se fue notando la diferencia entre los valores, el cual indica que mientras el valor sea más negativo la coloración será más verde y si es más positivo será más rojo; en nuestro caso los tratamientos sin recubrimiento, finalizado el tiempo de almacenamiento obtuvieron el mayor cambio de cromaticidad con un valor de 2.20 a*.

Tabla 26. Test: LSD Fisher (Color b*) Alfa=0.05 DMS=0.44118 para temperatura

Error: 1.7834 gl: 108

Temperatura (°C)	Medias	n	E.E.		
5°	14.24	72	0.16	A	
10°	10.21	72	0.16		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 26 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística de temperatura por medio de la prueba LSD Fisher, para b* (indicador de cromaticidad en el eje azul (-) a amarillo (+)); la cual indica que mientras el valor sea más negativo será más azul y si es más positivo será más amarillo. Los resultados mostraron una tendencia de valores positivos (amarillos) a valores negativos (azules), existiendo una diferencia significativa entre las temperaturas de almacenamiento, siendo la temperatura de 5°C la que mejor efecto causo en las paltas.

Tabla 27. Test: LSD Fisher (Color b*) Alfa=0.05 DMS=0.54033 para concentración

Error: 1.7834 gl: 108

Concentración (%)	Medias	n	E.E.		
3%	14.32	48	0.19	A	
1%	12.59	48	0.19		B
0%	9.76	48	0.19		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 27 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para el factor concentración por medio de la prueba LSD Fisher, para b* (indicador de cromaticidad en el eje azul (-) a amarillo (+)); la cual muestra una diferencia significativa entre las concentraciones, obteniéndose mejores resultados con los tratamientos a los cuales se les aplico los recubrimientos. La mejor media fue de 14.32 b*, para una concentración de 3%. Como lo mencionamos anteriormente, los recubrimientos en las frutas pueden crear una atmósfera modificada entre la película y la superficie de los mismos. Kader, (1986) afirma que la pérdida de la clorofila y la biosíntesis de carotenoides y antocianinas pueden ser retrasadas en frutos y vegetales mantenidos en atmósferas modificadas y/o controladas. Maftoonazad & Ramaswamy (2005) estudiaron el efecto de recubrimientos a base de metilcelulosa en la vida poscosecha de paltas. Ellos reportaron una disminución en la velocidad de degradación del color verde en frutos tratados. Lo anterior lo atribuyeron a la presencia de concentraciones elevadas de CO_2 alrededor de los frutos.

Tabla 28. Test: LSD Fisher (Color b*) Alfa=0.05 DMS=1.08067 para tiempo (días) por temperatura

Error: 1.7834 gl: 108

Tiempo (Días)	Temperatura (°C)	Medias	n	E.E.								
1 día	10°	17.85	12	0.39	A							
1 día	5°	17.24	12	0.39	A	B						
7 día	5°	16.65	12	0.39		B	C					
7 día	10°	15.72	12	0.39			C	D				
14 día	5°	15.50	12	0.39				D				
21 día	5°	13.99	12	0.39					E			
28 día	5°	12.92	12	0.39					E	F		
14 día	10°	12.75	12	0.39						F		
21 día	10°	9.39	12	0.39							G	
35 día	5°	9.17	12	0.39							G	
28 día	10°	4.46	12	0.39								H
35 día	10°	1.07	12	0.39								I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 28 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para la combinación de factores tiempo (días de almacenamiento) y la temperatura por medio de la prueba LSD Fisher, para b* (indicador de cromaticidad en el eje azul (-) a amarillo (+)). De acuerdo a estos resultados podemos afirmar que la temperatura de 5 °C tuvo un mejor efecto en la reducción de los cambios asociados al color amarillo - azul, durante el almacenamiento. El primer día de evaluación no se notaron diferencias significativas entre las dos temperaturas; a 10°C se obtuvo un valor de 17.85 *b, y para 5 °C 17.24 *b. Con el transcurrir de los días se observó el mismo comportamiento. Finalizado el almacenamiento se obtuvo una media de 1.07 b* y 9.17 b* para 10 °C y 5 °C respectivamente. Como ya habíamos mencionado la temperatura es un factor importante en la conservación general del fruto tanto en la disminución de la coloración del exocarpio de la palta, como en las otras variables evaluadas en esta investigación. Según (Watkins & Nock, (2012), los beneficios de temperaturas de almacenamiento más bajas proporcionan al fruto tasas reducidas de respiración, pérdida de agua reducida, sensibilidad reducida al etileno y una disminución de la susceptibilidad de los productos a la descomposición. En general, cuanto menor es la temperatura de almacenamiento, mayor es la vida de almacenamiento de un producto determinado, siempre que la temperatura de congelación para el producto no se alcanza.

Tabla 29. Test: LSD Fisher (Color b*) Alfa=0.05 DMS=1.32354 para tiempo por concentración

Error: 1.7834 gl: 108

Tiempo (Días)	Concentración (%)	Medias	n	E.E.									
1 día	0%	18.27	8	0.47	A								
1 día	3%	17.70	8	0.47	A	B							
7 día	3%	17.12	8	0.47	A	B							
14 día	3%	16.86	8	0.47		B							
7 día	1%	16.67	8	0.47		B							
1 día	1%	16.67	8	0.47		B							
21 día	3%	15.14	8	0.47			C						
14 día	1%	15.07	8	0.47			C						
7 día	0%	14.76	8	0.47			C						
21 día	1%	11.90	8	0.47				D					
28 día	3%	11.80	8	0.47				D					
14 día	0%	10.45	8	0.47					E				
28 día	1%	8.71	8	0.47						F			
21 día	0%	8.05	8	0.47						F	G		
35 día	3%	7.30	8	0.47							G	H	
35 día	1%	6.54	8	0.47								H	I
28 día	0%	5.55	8	0.47									I
35 día	0%	1.51	8	0.47									J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

La tabla 29 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística para la combinación de factores tiempo (días de almacenamiento) y la concentración de los recubrimientos por medio de la prueba LSD Fisher, para b*. Podemos observar que hubo un comportamiento similar entre la variación de medias durante el almacenamiento, considerando siempre un valor superior en la concentración de 3%. Finalizado el almacenamiento los tratamientos con coberturas tuvieron los mismos efectos que los otros parámetros de color evaluados; reduciendo el tiempo de viraje en la coloración del exocarpio de las paltas.

Durante el proceso de almacenamiento se pudo observar que hubo un retraso en la evolución normal del color, influenciados por la temperatura y la concentración de los recubrimientos. El análisis demostró que se retrasó por más tiempo el viraje del color de la corteza de los frutos de palta Hass; el color verde, tardo un mayor periodo de tiempo en cambiar a la tonalidad verde-oscura la cual representa el estado de madurez en la palta.

4.2.4. Evaluación del porcentaje de materia seca durante el almacenamiento.

Respecto al contenido de materia seca de las paltas recubiertas durante el almacenamiento, se presentan valores entre 23.86 - 25.50 %, en el primer día de almacenamiento para las dos temperaturas. Finalizado el almacenamiento se observó una diferencia notoria de los porcentajes, entre las temperaturas de almacenamiento, donde R2-5, presenta el menor cambio en el porcentaje 30.79 % MS, mientras que las muestran control llegaron a 32.33% (Figura. 21). Con lo cual se puede evidenciar que el contenido de materia seca cambia a medida que avanza el estado de madurez, esto se debe en principio a la pérdida de agua del fruto durante su almacenamiento. (Sandoval *et al*., 2017)

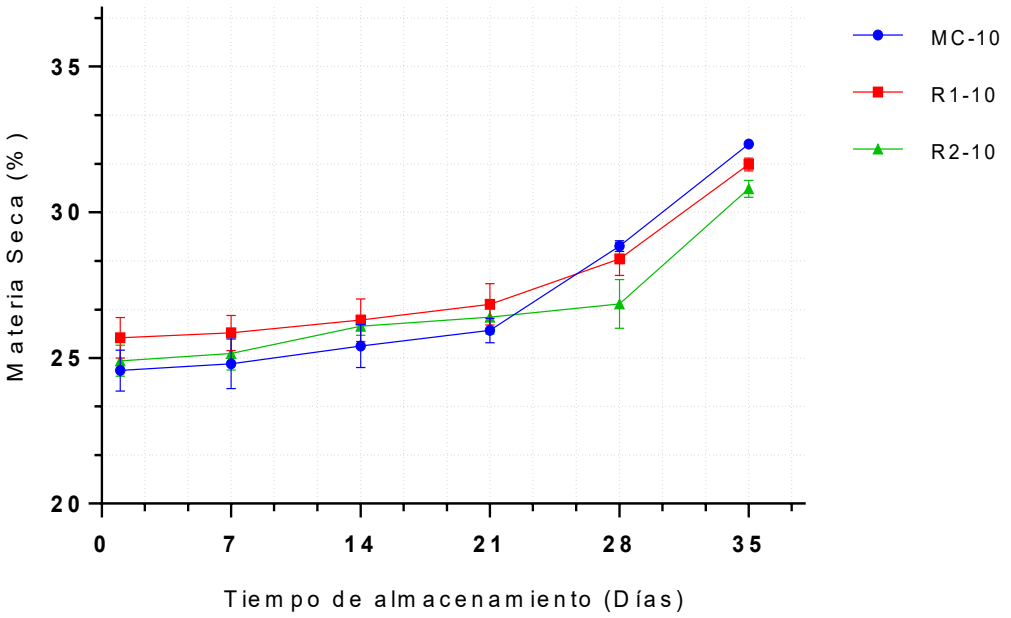


Figura 21. Evolución del porcentaje de materia seca durante el almacenamiento a 5°C

En la figura 22 observamos el comportamiento de la materia seca expresada en porcentaje (%) durante el almacenamiento a 10 °C; donde los frutos sin recubrimiento presentan un incremento en su porcentaje de materia seca al transcurrir el tiempo de almacenamiento. Al día 35, se reportaron los siguientes datos MC-10: 35.11%, R1-10: 35.11% y R2-10: 33.52%. Según estos resultados podemos decir que el factor temperatura ha tenido una mayor influencia en el aumento del porcentaje de materia seca.

En una investigación similar Zambrano & Parodi, (2014) determinaron el efecto de distintas coberturas naturales comestibles sobre la conservación poscosecha de frutos de palta “Hass”. Reportaron valores de materia seca de 24.3% al dia 30 de almacenamiento a 5°C. Concluido el almacenamiento en frío para este mismo tratamiento se reportó como porcentaje de materia seca final 26.1%. Estos resultados indican un menor incremento del porcentaje de materia seca, en contraste con los tratamientos evaluados a la misma temperatura en nuestra investigación, lo que no se reporta de la investigación antes mencionada es el porcentaje inicial de materia seca, por lo que no podemos indicar cuanto fue el incremento desde la poscosecha. Este valor es muy importante, considerando que de este dependerá que los frutos tengan una correcta maduración. Diversos autores mencionan (Kader 1999; Flitsanoy *et al.,* 2000; Hofman *et al.,* 2013) que la calidad de la palta depende de la madurez de cosecha y que el desarrollo de los atributos de calidad de consumo, están íntimamente relacionados. Es importante estimar índices de madurez que definan la cosecha. En la industria de la palta orientada a la exportación, la cosecha de los frutos en su madurez óptima, es relevante debido a que proporcionará un producto de calidad, confianza en el mercado y asegurará la aceptabilidad por parte del consumidor.

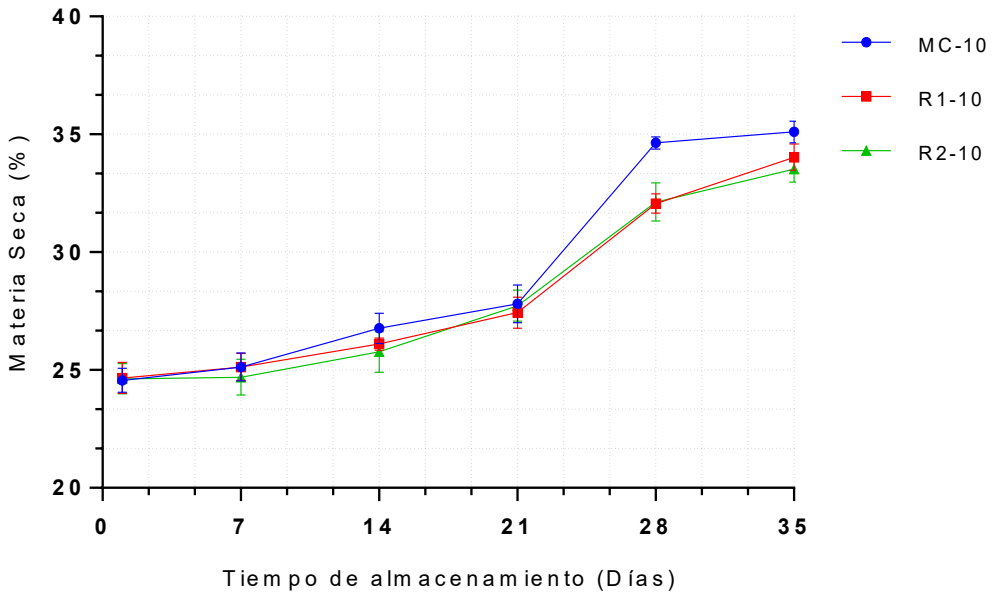


Figura 22. Evolución del porcentaje de materia seca durante el almacenamiento a 10°C

Cuando la palta es cosechada antes de haber alcanzado la madurez de corte o madurez fisiológica, el fruto presenta desórdenes y características sensoriales no deseables, además la calidad alimenticia es deficiente, se marchita mientras se ablanda o se ablanda irregularmente. (Hofman & Jobin, 1997)

En la tabla 30; observamos el análisis de varianza la cual particiona la variabilidad entre los valores de la materia seca, examinados en varios componentes; el tiempo, la temperatura y la concentración. Estos factores presentaron efectos significativos ($p < 0.05$) en esta variable. Estos hallazgos concuerdan por los reportados por Guerreros, (2017) que realizó un estudio de quitosano y almidón como recubrimiento biodegradable para prolongar la vida útil en palta (*Persea americana* Mill.) cultivar "Fuerte". Se evaluaron recubrimientos a base de quitosano, almidón de papa y almidón de maíz los cuales reportaron diferencia significativa ($p<0,05$) sobre la materia seca en la pulpa de palta.

Tabla 30. Análisis de varianza para la materia seca.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	35	1148.18	32.805	89.32	0.000
Lineal	8	1021.76	127.721	347.76	0.000
Tiempo	5	961.35	192.270	523.52	0.000
Temperatura	1	51.86	51.862	141.21	0.000
Concentración	2	8.55	4.275	11.64	0.000
Tiempo*Temperatura	5	99.36	19.872	54.11	0.000
Tiempo*Concentración	10	18.11	1.811	4.93	0.000
Temperatura*Concentración	2	6.72	3.361	9.15	0.000
Tiempo*Temperatura* Concentración	10	2.23	0.223	0.61	0.802
Error	72	26.44	0.367		
Total	107	1174.63			

4.2.5. Evaluación del porcentaje de aceite durante el almacenamiento

La figura 23, muestra la evolución del porcentaje de aceite en los frutos almacenados a 10 °C, en función del tiempo de almacenamiento. Se puede notar que al transcurrir el tiempo existe un incremento del porcentaje de aceite, en todos los tratamientos. Sin embargo, a partir del día 21 se nota una marcada diferencia en las paltas control (MC), en comparación con las paltas recubiertas con

coberturas (R1 y R2), al día 28 se tiene 23.90% (MC) y R1 21.38% R2 21.42%. Esto nos refleja que en mayor o menor grado, los recubrimientos a base de mucílago actuaron, por otro lado el factor temperatura también influyo en mayor medida puesto que los tratamientos almacenados a 5°C muestran un menor incremento en el porcentaje de aceite, incluida las muestras control (Figura 24). Estableciendo un contraste entre los tratamientos; los que fueron formulados con una concentración de 3% de mucílago, presentaron un menor nivel de contenido graso. Este incremento del contenido graso es normal en el proceso de maduración de la palta. La madurez del fruto está basada en el metabolismo de lípidos, con una rápida acumulación de aceite y de materia seca (Kikuta & Erickson, 1968)

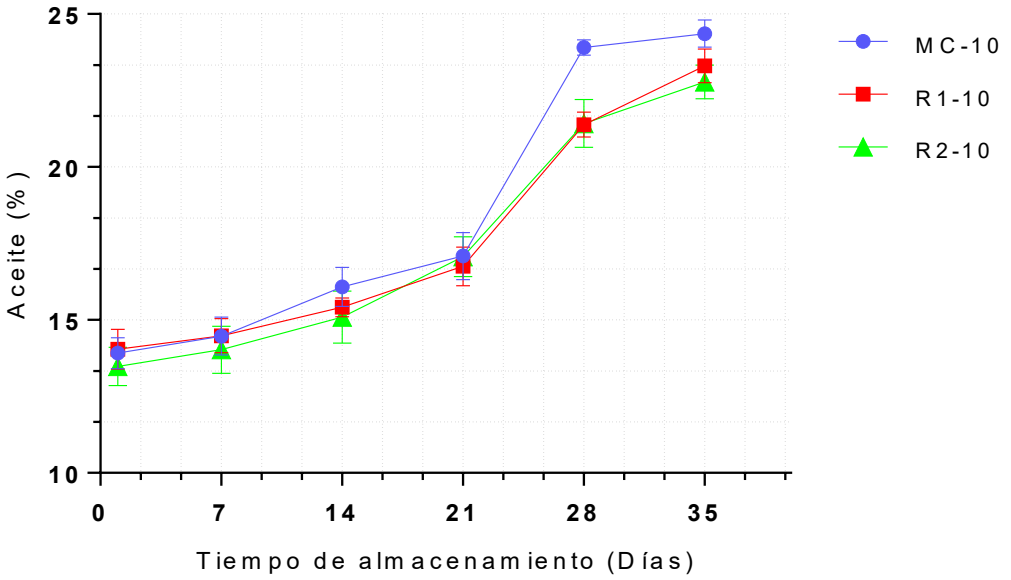


Figura 23. Evolución del porcentaje de aceite durante el almacenamiento a 10 °C

Zambrano & Parodi, (2014) determinaron el efecto de coberturas naturales sobre la conservación poscosecha de palto “Hass” utilizando como coberturas a carboximetilcelulosa, goma de tara, almidón de yuca y almidón de papa. Sus resultados mostraron que las coberturas y concentraciones ensayadas no impidieron la acumulación de aceite en la pulpa, ello indica que en general el proceso de maduración y en todo caso, la síntesis de aceite no se dilató por efecto de los tratamientos.

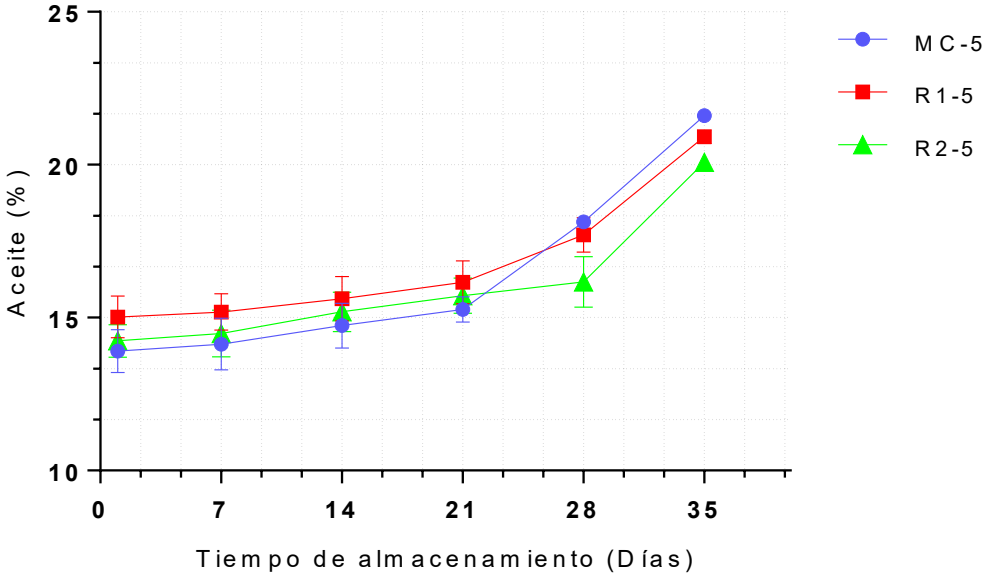


Figura 24. Evolución del porcentaje de aceite durante el almacenamiento a 5°C

En el tabla 31 se observa el análisis de varianza a un nivel de confianza del 95 % para el porcentaje de aceite para palta variedad Hass con recubrimientos a base de mucílago de nopal. El análisis de varianza muestra que las variables independientes tuvieron un efecto significativo sobre la variación del contenido graso.

Tabla 31. Análisis de varianza para el porcentaje de aceite.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	35	1127.15	32.204	89.32	0.000
Lineal	8	1003.05	125.381	347.76	0.000
Tiempo	5	943.74	188.749	523.52	0.000
Temperatura	1	50.91	50.912	141.21	0.000
Concentración	2	8.39	4.197	11.64	0.000
Tiempo*Temperatura	5	97.54	19.508	54.11	0.000
Tiempo*Concentración	10	17.78	1.778	4.93	0.000
Temperatura*Concentración	2	6.60	3.299	9.15	0.000
Tiempo*Temperatura* Concentración	10	2.19	0.219	0.61	0.802
Error	72	25.96	0.361		
Total	107	1153.11			

El proceso de acumulación de aceite durante la maduración de los frutos de palto, tiene una fuerte correlación con el incremento de materia seca (Parodi *et al.,* 2007; Kassim *et al.,* 2013)

Los valores de materia seca y aceite, de los frutos de palto son muy discutidos por los investigadores, varias investigaciones señalan que existe una importante correlación entre estos durante la maduración del fruto en el árbol como en la poscosecha. El departamento técnico de Pro-Hass en el Perú, recientemente realizó una investigación sobre el porcentaje de materia seca y aceite de la palta en nuestro país. Se realizó un muestreo durante los años 2014 – 2016; cada una de las muestras de materia seca que se obtuvieron de los resultados presentados previamente, fueron enviadas al laboratorio de horticultura de la Universidad Nacional Agraria La Molina para que se haga la determinación del porcentaje de aceite. Cuando se corrieron los datos, la correlación fue muy clara con un R^2 de 0.95, no fue necesario repetir el experimento la siguiente campaña. Se tomaron muestras no solo de la Costa, sino de fundos a 500, 1300 y 2300 m.s.n.m. y la correlación fue muy alta. Esto quiere decir que para una fruta a un nivel determinado de materia seca, el nivel de aceite va a ser el mismo, independientemente del lugar de producción. Finalmente, a distintos niveles de porcentaje de materia seca: 19, 21, 23, 25, 27 y 29, se almacenó fruta por 30 y 45 días a 6°C y se evaluó luego de madurar cada fruta bajo condiciones controladas de 20 °C. Los resultados arrojaron lo esperado, que a mayor % materia seca la incidencia de daños de pudrición peduncular, de cuerpo y el oscurecimiento vascular disminuyeron de manera significativa. (PRO-HASS, 2018)

Por lo anteriormente mencionado podemos decir que el porcentaje de materia seca y el contenido de aceite tienen una estrecha relación; además que él porcentaje de materia seca es un factor primordial al momento de la cosecha, así como los tiempos de almacenamiento influyen en la mayoría de los parámetros fisicoquímicos de la palta Hass en un estado de madurez de consumo. Según Ma *et al.,* (2017) la vida útil de la palta resulta ser de tres a cuatro semanas, cuando es almacenado en condiciones de humedad y temperaturas adecuadas. Varias técnicas han sido utilizadas, con el fin de extender la vida útil de la palta, aunque algunas pueden presentar inconvenientes; por ejemplo, la refrigeración, si bien retrasa la maduración y prolonga la vida útil, el frío prolongado conlleva a una descomposición y daño del fruto.

4.3. Determinación del efecto de la aplicación de los recubrimientos sobre las propiedades sensoriales en la palta Hass.

A fin de evaluar el grado de aceptación de las paltas recubiertas con las soluciones de cobertura a base de mucílago de nopal, es que se sometió a una evaluación sensorial a los tratamientos que fueron almacenados a 5°C, debido a que los frutos almacenados a 10°C, ingresaron a una etapa de senescencia, por consiguiente finalizaron su vida útil mucho antes del tiempo de almacenamiento que fue de 35 días. La aceptabilidad se midió aplicando una prueba de escala hedónica de 9 niveles.

La figura 25 muestra los niveles de aceptación que los panelistas otorgaron a las muestras evaluadas. De acuerdo a los resultados obtenidos, los panelistas prefirieron en primer lugar las paltas a las cuales se les aplicó el recubrimiento R2-5 (3% mucílago); seguidamente la preferencia fue para las paltas recubiertas con el recubrimiento R1-5 (1% mucílago), estos tratamientos obtuvieron puntuaciones más altas en cada uno de los niveles de calificación en contraste con los tratamientos control.

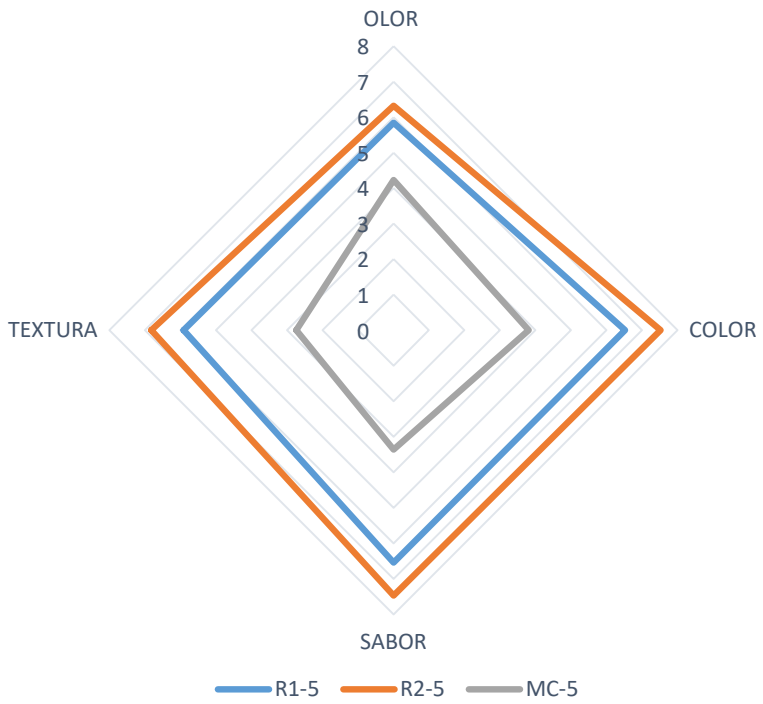


Figura 25. Diagrama radial de la prueba de aceptabilidad general

Con los resultados obtenidos de esta evaluación, se puede inferir que los consumidores no detectaron cambios o alteraciones indeseables en las propiedades organolépticas de las muestras, por efecto de los recubrimientos.

La categoría con mayor grado de negatividad (me disgusta extremadamente), fue calificada por 7 consumidores lo que representa un 12.5% para los tratamientos control en la característica sensorial de textura, que concuerda con los resultados obtenidos anteriormente en las pruebas fisicoquímicas realizadas. Por otro lado ningún consumidor calificó esta categoría (me disgusta extremadamente) para los tratamientos con recubrimientos. Los mayores puntajes se obtuvieron en el recubrimiento R1-5: 39.3 % en la categoría 6: Me gusta levemente y para R2-5: 41.1 % en la categoría 7: me gusta moderadamente.

La característica sensorial de color obtuvo un grado de aceptación de un 39% en la categoría (me gusto moderadamente), esto para las muestras R1-5 (1% mucílago), mientras que en el recubrimiento R2-5 (3% mucílago), 20 consumidores calificaron que les gusta mucho, esto equivalente al 36%. Para la característica sensorial del olor se obtuvo una menor rango de diferencia entre las muestras control y los tratamientos con cobertura; 15 panelistas (27%) calificaron como “no les gusta ni les disgusta”, esto para la muestra control, mientras que para los recubrimientos R1-5 y R2-5 mostraron los siguientes resultados (16: 29%; 20: 36%) respectivamente, para la misma categoría. De acuerdo a estos resultados podemos inferir que la aplicación del recubrimiento no generó modificaciones significativas en estas propiedades sensoriales. En el caso del olor se evidenció que los diferentes olores de materiales utilizados en la elaboración del recubrimiento se atenuaron a tal punto que resultaron imperceptibles para el consumidor.

Para la característica sensorial de sabor, 16 consumidores (29%) calificaron como “me disgusta moderadamente” a las muestras control, para el caso del R1-5, 23 panelistas (41%) la calificaron como: “me gusto levemente” y para el recubrimiento R2-5, 25 panelistas (45%) opinaron que les gustaba mucho. Realizando una sumatoria de las categorías de aceptabilidad positivas, tenemos que para los tratamientos con un 3% de mucílago se obtuvo un 100%, esto quiere decir que los consumidores calificaron desde me gusta levemente hasta me gusta extremadamente, teniendo la aceptabilidad más alta.

El análisis sensorial muestra claramente que la aplicación del recubrimiento a las paltas logra mantener las propiedades organolépticas características del fruto. En la evaluación del color, la textura y el olor el panel mostró preferencia por los frutos recubiertos. Estas propiedades son utilizadas como indicadores de frescura y calidad de los productos frescos mínimamente procesados y se tienen como criterio muy importante para determinar su aceptabilidad por parte del consumidor. Al evaluar cubiertas comestibles a base de quitosano, Materano *et al.,* (2014) encontraron efectos positivos en las propiedades sensoriales con relación al control en piña. Por otro lado Aguilar, (2005) evaluó las propiedades organolépticas de palta Hass con recubrimientos y obtuvo disimilitudes entre tratamientos, determinando la existencia de diferencia significativa en las características sensoriales de frutos de palta Hass recubiertos con gelatina-almidón y refrigeradas a 6 °C en relación a paltas sin coberturas almacenadas en condiciones normales durante 40 días.

4.3.1. Determinación de la aceptabilidad general de la palta con recubrimientos biodegradables.

La información obtenida en las pruebas sensoriales fue analizada utilizando la prueba de Kruskal Wallis al 5%. Los rangos de significancia son ordenados de menor a mayor, por lo que los datos inferiores indican mejor aceptación. Esta prueba no paramétrica es equivalente a una forma de análisis de varianza (Montgomery, 2002).

Los resultados muestran una significancia, menor a 0.05, por lo que podemos decir, que las características sensoriales evaluadas son estadísticamente diferentes. (Aguilar, 2005) evaluó las propiedades organolépticas de la palta Hass, recubiertas con gelatina-almidón; los consumidores detectaron cambios o alteraciones indeseables, determinando la existencia de diferencia significativa en las características sensoriales de los frutos. Cabe resaltar que estos frutos fueron refrigerados a 6 °C en relación a paltas sin coberturas almacenadas en condiciones normales durante 40 días. (Celendón, 2005) reportó un efecto significativo ($p<0.05$) de las variables cobertura biodegradable y estado de madurez sobre las características sensoriales de la palta variedad Fuerte, almacenada a 7 °C durante 40 días.

4.3.1.1 Olor

Respecto a la característica sensorial “olor” la prueba de Kruskal Wallis determinó diferencias significativas para los tratamientos, encontrándose tres rangos de significación. En el rango de mayor aceptación se ubicaron los tratamientos R2-5 (3% mucílago) y R1-5 (1% mucílago), mientras que el de menor aceptación, fueron los tratamientos control. La prueba nos indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con recubrimiento. Por el contrario si existe una diferencia entre los tratamientos con recubrimientos y las muestras control. Las medianas nos muestran una diferencia de dos niveles en la categorización de la prueba, siendo 6: “Me gusta levemente” y 4: “me disgusta levemente”. En cuanto a estos resultados podemos inferir que la puntuación se debió, más a la rancidez oxidativa de la pulpa, puesto que los recubrimientos obtuvieron mayores puntuaciones, descartando de esta manera algún olor extraño emitido por los componentes del recubrimiento.

Tabla 32. Prueba de Kruskal Wallis para el análisis sensorial (olor)

Variable	Concentración	N	D.E.	Medianas	gl	p
Olor	0%	56	1.26	4	2	<0.05
	1%	56	1.26	6		
	3%	56	1.25	6		

4.3.1.2 Color

Según el análisis de Kruskal-Wallis, el efecto de los tratamientos en la característica sensorial del color, nos da como resultado que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con recubrimiento, pero si entre las muestras sin recubrimiento. Para esta característica la mediana fue de 8 equivalente a “Me gusta mucho” en los tratamientos R2-5 (3% mucílago), mientras que para las muestras sin cobertura presentan una valoración de 4: “me disgusta levemente”. Esto indica que los panelistas prefieren un color intenso en la pulpa de la palta. Según (Valenzuela, 1996) esto se debe a que comúnmente las personas asocian un verde intenso y luminoso a un producto fresco y natural, mientras que el color verde-amarillo lo relacionan a un producto rancio u oxidado.

Tabla 33. Prueba de Kruskal Wallis para el análisis sensorial (color)

Variable	Concentración	N	D.E.	Medianas	gl	p
Color	0%	56	1.25	4	2	<0.05
	1%	56	1.01	7		
	3%	56	0.95	8		

4.3.1.3 Sabor

La prueba de Kruskal Wallis respecto a la característica sensorial "sabor", mostró diferencias significativas para los tratamientos. En el rango de mayor aceptación se ubicaron los tratamientos R2-5 paltas recubiertas con una concentración del 3% de mucílago y R1-5 paltas recubiertas con una concentración del 1% de mucílago. La prueba nos indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo las medianas nos muestran una diferencia de los niveles en la categorización de la prueba, siendo 8: "Me gusta mucho" y 6: "me gusta levemente" para R2-5 (3% mucílago) y R1-5 (1% mucílago) respectivamente (Tabla 34). El sabor característico de la pulpa de la palta Hass no sólo está asociado con el contenido de aceite, sino también con la velocidad de respiración y la producción de etileno (Obenland *et al.,* 2012), así como con los compuestos volátiles (Bayarri *et al.,* 2006). Las diferencias de la prueba de aceptabilidad mostradas por las muestras recubiertas y las muestras control, pudieran deberse a que las coberturas ofrecieron una menor velocidad de respiración, disminuyendo los cambios en esta característica sensorial, por otro lado una mayor velocidad de respiración trae por consecuencia cambios en el sabor de la pulpa más notorios.

Tabla 34. Prueba de Kruskal Wallis para el análisis sensorial (sabor)

Variable	Concentración	N	D.E.	Medianas	gl	p
Sabor	0%	56	1.23	3	2	<0.05
	1%	56	0.99	6		
	3%	56	0.81	8		

4.3.1.4 Textura

En el caso de la característica sensorial “textura” la prueba de Kruskall Wallis, determinó diferencias significativas para los tratamientos con cobertura y los tratamientos control. En el rango de mayor aceptación se ubicaron los tratamientos R2-5 (3% mucílago) y R1-5 (1% mucílago). Sin embargo las medianas nos muestran una diferencia en los niveles de la categorización de la prueba, siendo 3: “Me disgusta moderadamente” para las muestras sin cobertura. Por otro lado las muestras con coberturas muestran un puntaje de 7: “Me gusta moderadamente” y 6: “me gusta levemente” para R2-5 (3% mucílago) y R1-5 (1% mucílago) respectivamente. En cuanto a estos resultados podemos inferir que los recubrimientos ofrecieron un menor ablandamiento al fruto notándose considerablemente en las pruebas realizadas.

Tabla 35. Prueba de Kruskal Wallis para el análisis sensorial (textura)

Variable	Concentración	N	D.E.	Medianas	gl	p
Textura	0%	56	1.09	3	2	<0.05
	1%	56	0.94	6		
	3%	56	0.92	7		

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permitieron concluir que:

- Las características fisicoquímicas de las paltas recién cosechadas, estuvieron dentro de los parámetros de calidad de la palta Hass (24.90 % materia seca y 14.24% aceite), lo cual permitió un desarrollo normal de los frutos durante el almacenamiento.

- La aplicación del recubrimiento con un 3% de mucílago de nopal, 5% glicerol, 5% propilenglicol y 0.3% ácido oleico en combinación con la temperatura de refrigeración de 5 °C, resultó la combinación de parámetros más efectivos; para poder prolongar la vida útil de la palta Hass. Sin embargo los frutos almacenados a 10°C, con recubrimientos y sin ellos, llegaron a una etapa de senescencia entre la tercera y cuarta semana de almacenamiento. Finalizado los 35 días de almacenamiento los tratamientos almacenados a 5°C y con una concentración del 3% de mucílago presentaron, la menor pérdida de peso (5.82%), mayor firmeza (16.05 N) y la mayor retención de las coordenadas colorimétricas L* (34.24), a* (-4.59) y b* (13.08); por otro lado las muestras sin recubrimiento presentaron la mayor pérdida de peso (9.44%), menor firmeza (7.62 N) y la menor retención de las coordenadas colorimétricas L* (22.97), a* (1.21) y b* (2.94).

- El análisis sensorial mostró que los consumidores tenían preferencia para las muestras recubiertas con las soluciones de cobertura a base de mucílago de nopal, en contraste a las muestras control; el recubrimiento que tuvo la mayor aceptación en cada una de las categorías de la prueba fue el recubrimiento R2-5 (3% w/v solución mucílago - 5% glicerol - 5% propilenglicol – 0.3% ácido oleico). La aceptabilidad de la palta fue positivamente relacionada con el color de la pulpa, incluso más que con el sabor, con una puntuación general de 8, equivalente a “Me gusta mucho”, y en el caso del sabor con una puntuación de 7, equivalente a “Me gusta moderadamente”. Por otro lado el recubrimiento no afectó el sabor natural de las paltas, que es un aspecto importante con respecto al uso de recubrimientos, del mismo modo las propiedades sensoriales de color, textura y olor no se vieron afectadas por la aplicación del recubrimiento.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de los recubrimientos en frutos de palta de otra variedad existentes en nuestra región.
- Realizar pruebas con métodos combinados de tal manera que se pueda mejorar las propiedades de barrera de los recubrimientos y obtener beneficios complementarios para optimizar la calidad de los frutos.
- Evaluar las propiedades funcionales de las soluciones filmogénicas.
- Demostrar la idoneidad de los recubrimientos con otras variables no consideradas en la investigación como la tasa de respiración.
- Realizar ensayos con otros rangos de temperatura de almacenamiento de los frutos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abraján Villaseñor, M. A. (2008). *Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (Opuntia ficus-índica) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. (Tesis Doctoral).* Universidad Politécnica de Valéncia. Departamento de Tecnología de Alimentos. http://hdl.handle.net/10251/3794

Aguilar Mendez, M. A. (2005). *Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate (Tesis de maestría en tecnología avanzada).* Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. México D.F.: Instituto Politecnico Nacional de México. https://repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/10573/1/PTA_M_20050624_001.pdf

Aguilar Méndez, M., San Martín Martínez, E., Tomás, S., Cruz Orea, A., & Fonseca, J. R. (2008). Gelatine–starch films: Physicochemical properties and their application in extending the postharvest shelf life of avocado (Persea americana). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 185 – 193. https://doi.org/10.1002/jsfa.3068

Aguilar Morales, J. (2012). *Métodos de conservación de Alimentos.* (1.ª ed.). Estado de México: Red Tercer Milenio S.C. http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico_administrativo/Metodos_de_conservacion_de_alimentos.pdf

Aguirre Joya, J. A., Ventura Sobrevilla, J., Martínez Vazquez, G., Ruelas Chacón, X., Rojas, R., & Rodríguez Herrera, R. (2017). Effects of a natural bioactive coating on the quality and shelf life prolongation at different storage conditions of avocado (Persea americana Mill.) cv. Hass. *Food Packaging and Shelf Life*, 102-107. https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.09.003

Andrade, J., Acosta, D., Mucheli, M., & Luna, G. (2013). Elaboración y evaluación de un recubrimiento comestible para la conservación postcosecha del tomate de árbol (Cyphomandra betacea Cav. Sendt). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 60 - 72. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5104084.pdf

Arana, I. (2012). *"Physical Properties of Foods" Novel Measurement Techniques and Applications* (1st. ed.). Boca Raton London New York: Taylor & Francis Group, LLC. https://doi.org/10.1201/b11542

Arias Velásquez, C., & Toledo Hevia, J. (2007). *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales "Tecnicas mejoradas de postcosecha procesamiento y comercialización de frutas".* Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). http://www.fao.org/documents/card/es/c/3898a360-5ae8-4f64-a648-96ef9630b73b/

Baldwin, E. A., Burns, J. K., Kazokas, W., Brecht, J. K., Hagenmaier, R. D., Bender, R. J., & Pesis, E. (1999). Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (Mangifera indica L.) ripening during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 17: 215-226. https://doi.org/10.1016/S0925-5214(99)00053-8

Barrientos, A., Garcia, E., & Avitia, E. (1996). Anatomia del fruto del Aguacate ¿Drupa o baya? *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 2(2): 189-198. http://www.avocadosource.com/Journals/CHAPINGO/1996_II_2_189.pdf

Bayarri, S., Taylor, A. J., & Hort, J. (2006). The role of fat in flavor perception: effect of partition and viscosity in model emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 8862-8868. https://doi.org/10.1021/jf061537k

Benítez, S., Achaerandio, I., & Sepulcre, F. (2013). Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 29-36. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.02.009

Ben-Yehoshua, S., & Rodov, V. (2003). Transpiration and water stress. En *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables. Bartz, J. A. ; Brecht , J. K.* (págs. 111-159). Florida: University of Florida. Gainesville. https://irrec.ifas.ufl.edu/postharvest/HOS_5085C/Reading%20Assignments/BartzBrecht-5-Transpiration%20and%20Water%20Stress.pdf

Bernal E., J. A., & Díaz D., C. A. (2008). Generalidades del Cultivo. En *Tecnología para el cultivo de aguacate.* Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13459/43103_50479.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bernal Estrada, J. A. (2016). *Estudios ecofisiológicos en aguacate C.V. Hass en diferentes ambientes como alternativa productiva en Colombia.* Medellín, Colombia. https://core.ac.uk/download/pdf/77278209.pdf

Blakey, R. J., Bower, J. P., & Berting, I. (2009). Influence of water and ABA supply on the ripening pattern of avocado (Persea americana Mill.) fruit and the prediction of water content using Near Infrared Spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, 53, 72-76. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.03.004

Bósquez Molina, E. (2003). *Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa (Citrus latifolia Tanaka) (Tesis de Doctorado).* México: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. http://148.206.53.233/tesiuami/UAMI10845.pdf

Campos, C., Gerschenson, L., & Flores, S. (2011). Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food Bioprocess Technolghy*, 849-875. https://doi.org/10.1007/s11947-010-0434-1

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*, 152-157. https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Goycoolea/publication/242096813_Rheology_and_Aggregation_of_Cactus_Opuntia_ficus-indica_Mucilage_in_Solution/links/02e7e53a461d75159f000000/Rheology-and-Aggregation-of-Cactus-Opuntia-ficus-indica-Mucilage-in-

Carvalho, C., Velasquéz, M., & Van Royen, Z. (2015). Porcentaje mínimo de materia seca para una cosecha adecuada del aguacate C.V. Hass en Colombia. *Postharvest and Processing*, 417-422. http://www.avocadosource.com/wac8/section_05/carvalhocp2015.pdf

Celendón, L. (2005). *Estudio del efecto de tres coberturas de ceras naturales, sobre la prolongación de la vida de almacenaje refrigerado de paltas (Persea americana Mill.) cv. Fuerte en dos estados de madurez. (Tesis de Pregrado).*

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Quillota: Área de Fruticultura, Facultad de Agronomía. http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/A-B-C/CeledonLuis2005.pdf

Cerdas Araya, M., Montero Calderon, M., & Somarribas Jomes, O. (2014). Verificación del contenido de materia seca como indicador de cosecha para aguacate (Persea Americana) Cultivar Hass en la zona intermedia de producción de los Santos. *Agronomia Costarricense*, 207-214. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/15205/14510

Chávez, M. (2019). "Perú rompe record de exportación de palta". (C. d. Lima, Ed.) *Comercio Exterior*, 18-20. https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r868_3/comercio%20exterior.pdf

Cheng, G., Duan , X., Yang, B., Jiang , Y., Lu , W., & Luo , Y. (2008). Effect of hydroxyl radical on the scission of cellular wall polysaccharides in vitro of banana fruit at various ripening stages. *Acta Physiologiae Plantarum*, 257–263. https://doi.org/10.1007/s11738-007-0116-4

Clark, J., McGlone, A., Requejo, C., White, A., & Woolf, B. (2003). Dry matter determination in "Hass" avocado . *Spectroscopy Postharvest Biology and Technologie*, 301-308.

Clifford, S., Arndt , S., Popp, M., & Jones, H. (2002). Mucilages and polysaccharides in Ziziphus species (Rhamnaceae): Localization, composition and physiological roles during drought - stress. *Experymental Botany, 53*(366). https://doi.org/10.1093/jexbot/53.366.131

Cowan , A. K., & Wolstenholme, B. N. (2003). Avocados. En *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (págs. 348–353). Scottsville, South Africa: Elsevier Science Ltd.

Cox, K., McGhie, A., & Woolf, A. B. (2004). Skin colour and pigment changes during ripening of Hass avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 287-294.

Cummings, K., & Schroeder, C. (1942). Anatomy of the avocado fruit. *California avocado society*, 56-64.

Del Valle, V., Hernandez, M. P., Guarda , A., & Galotto, M. (2005). Development of cactus - mucilage edible coating (opuntia ficus indica) and its application to extend strawberry (Fragaria ananassa) shelf-life. *Food Chemistry*, 751-756. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.002

Domínguez Canales, V. S., Zegbe Domínguez, J. A., Alvarado Nava, D., & Mena Covarrubias, J. (2011). *Extracción y purificación de mucílago de nopal.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP) Bol. Núm. 21.

El-Mageed, M. A. (2007). Development of volatile compounds of avocado and casimiroa during fruit maturation. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 15, 89-99.

Embuscado, M., & Huber, K. (2009). Edible films and coatings for food applications. *Springer Dordrecht Heidelberg*.

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), Información Tecnológica.*, 199-210.

Figueroa, J., Salcedo, J., Aguas, Y., Olivero , R., & Narvaez , G. (2011). Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva al uso del propoleo en su formulación. *Revista Colombiana De Ciencia Animal - RECIA*, 3(2), 386-400. https://doi.org/10.24188/recia.v3.n2.2011.414

Flitsanoy U., A., Mizrach, M., Akerman, G., Zauberman, U., & Itzano, G. (2000). Measurement of avocado softening at various temperatures using ultrasound. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 279-286.

Franciosi, R. (2003). *El Palto. Producción, cosecha y post-cosecha.* Lima, Perú: Ediciones Cimagraf.

Garbanzo Solis, M. (2010). *Manual del Aguacate - Buenas practicas de cultivo variedad Hass* (2.ª ed.). San Jose, Costa Rica: Sistema Unificado de Información Institucional - Agencia de Servicios Agropecuarios de Frailes. http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-4259.pdf

Gheribia, R., Puchotb, L., Vergeb, P., Jaoued-Grayaac, N., Meznic, M., Habibib, Y., & Khwaldiaa, K. (2018). Development of plasticized edible films from Opuntia ficus-indica mucilage: A comparative study of various polyol plasticizers. *Carbohydrate Polymers*, 204-211.

Gil Salaya, G. F. (2012). *Fruticultura: Madurez de la Fruta y Manejo Postcosecha Frutas de clima templado y subtropical.* (Cuarta ed.). Chile: Ediciónes Universidad Católica de Chile - Facultad de Agronomía y Ingenieria Forestal.

González Cuello, R., Pérez Mendoza, J., & Gelvez Ordóñez, V. (2017). Incremento en la vida útil post cosecha del aguacate (Persea americana) utilizando recubrimientos a base de goma gelana. *Rev. U.D.CA Act. & Div. Cient.*, 20(1): 101-110. https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n1.2017.67

González G., L. R. (2011). Desarrollo y evaluación de una película comestible obtenida del mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica) utilizada para reducir la tasa de respiración de nopal verdura. *Investigaciòn Multidisciplinaria Universitaria* (10), 131-138. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4106660

GRAM. (2018). *Anuario Estadístico Agropecuario - Moquegua 2018.* Gerencia Regional de Agricultura Moquegua: https://www.dropbox.com/s/d93pcqghd4c23t4/ANUARIO_ESTADISTICO_AGROPECUARIO_2018.pdf?dl=0

Guerreros Espinoza, M. (2017). *“Quitosano y almidón como recubrimiento biodegradable para prolongar la vida útil en palta (Persea americana Mill.) Cultivar Fuerte”.* Arequipa: (Tesis de Pre-grado) Universidad Nacional de San Angustin.

Han, C., Zhao, Y., Leonard, S., & Traber, M. (2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (Fragaria × ananassa) and raspberries (Rubus ideaus). *Postharvest Biology and Technology*, 67-68. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.01.008

Han, J. H., & Aristippos, C. (2005). *"Edible films and coatings: an review" In: Innovations in Food Packaging.* Pepsico Advanced Research, Plano, TX, USA: Elsevier Ltd ISBN: 0-12-3 1 1632-5.

Hartill, W. T., & Everett, K. R. (2002). Inoculum sources and infection pathways of pathogens causing stem-end rots of “Hass” avocado (Persea Americana). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30(4), 249–260. https://doi.org/10.1080/01140671.2002.9514221

Hofman P., J., Bower, J., & Woolf, A. (2013). The Avocado: Botany, Production and Uses. *In C. International, ed. Harvesting, packing, post- harvest technology, transport and processing. Oxfordshire, Oxford.*, 489-540.

Hofman, P. J., Fuchs, Y., & Milne, D. N. (2002). *The Avocado: Botany, production and uses. "Harvesting, packing, postharvest technology, transport and processing".* (B. Whiley, & B. Schaffer, Edits.) London, UK.

Hofman, P., & Jobin-Décor, M. (1997). "Avocado fruit sampling procedures affect the accuracy of the dry Quality". *In: Conference '97: searching for quality. Cutting, J. G. (Ed.). Joint Meeting of the Australian Avocado Growers Association, Inc. y NZ Avocado Growers Association, Inc. Rotorua, New Zealand.*, 76-82.

Holcroft, D. M., & Kader, A. A. (1999). Controlled atmosphere induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. *Postharv. Biol. Technol*, 17:19-32.

Kader, A. A. (1986). Biochemical and Physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, 40, 99-104.

Kader, A., & Arpaia, M. L. (1992). Postharvest handling systems: Subtropical fruits. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, 233-240.

Kader., A. (1999). Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Acta Horticulturae*, (485):203–208.

Kassim, A., Workneh, T. S., & Bezuidenhout, C. (2013). Postharvest Handling of avocado fruit, . *African Journal of Agricutural Research*, 2385-2402.

Kikuta, Y., & Erickson, L. (1968). Seasonal changes of avocado lipids. *Turing fruit development and storoge. En: Calif Avocado Soc Yearb*, 102-108.

Köhne, J. S., & Kremer-Köhne, S. (1995). *Picking Hass avocados without pedicel. .* South African Avocado Growers’ Association Yearbook.

Krochta, J. M. (2002). Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. En *Protein-based Films and Coatings* (págs. 1-41). CRC Press, Boca Raton, FL. https://doi.org/10.1201/9781420031980.ch1

Kruger, F. J., Claassens, N. J., Kritzinger, M., & Cleaasens, V. E. (1999). A short review of recent research on the impact of climatic conditions on the postharvest quality of South African export avocados. *Rev. Chapingo Ser.Hortic*, 5, 339-345.

Landahl, S., Meyer, M. D., & Terry, L. A. (2009). Spatial and temporal analysis of textural and biochemical changes of imported avocado cv. Hass during fruit ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 7039-7047.

Lee, K., Schiffiman, M., & Coggins, W. (1983). Maturity studies of avocado fruit based on picking and dry weight. *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 390-394.

Londoño B., M. (2008). Manejo Poscosecha. En *Tecnología para el Cultivo del aguacate.* Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

López, A., Rivas , J., Loiza, M., & Sabino, M. (2010). Degradación de películas plastificadas de quitosano obtenidas a partir de conchas de camarón (L. vannamei). *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 25 (2), 133-143. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652010000200014

Ma, L., Zhang, M., Bhandari, B., & Gao, Z. (2017). Recent developments in novel shelf life extension technologies of fresh-cut fruits and vegetables. *Trends Food Sci & Technol.*, 1010-1016.

Mafftonazad, N., & Ramaswamy, H. (2005). "Extension de la vida util del agacuate a base de recubrimientos de metilcelulosa". *Departamento de Ciencia de los Alimentos de la Universidad Mcgill-Mcdonald*.

Maftoonazad , N., & Ramaswamy, H. S. (2008). Effect of pectin-based coating on the kinetics of quality change associated with stored avocados. *Journal of Food Processing*, 32, 621–643.

Magwaza, L. S., & Tesfay, S. Z. (2015). A Review of Destructive and Non-destructive Methods for Determining Avocado Fruit Maturity. *Food and*

Bioprocess Technology, 1995-2011. https://doi.org/10.1007/s11947-015-1568-y

Majdoud, H., Sadok, R., & Deratani, A. (2001). "Polysaccharides from prickly pear peel and nopals of Opuntia ficus indica: extraction, characterization and polyelectrolyte behavior. *Polymer International*, 552-560.

Maqbool, M., Ali, A., Alderson, P. G., Zahid, N., & Siddiqui, Y. (2011). Effect of a Novel Edible Composite Coating Based on Gum Arabic and Chitosan on Biochemical and Physiological Responses of Banana Fruits during Cold Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5474-5482.

Márquez V., L., Pretell V., C., & Minchón M., 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. *Pueblo Continente*, 395-405.

Márquez, L., & Pretell, C. (2009). Efecto de las coberturas biodegradables y temperatura sobre el color, firmeza y pérdida de peso en palta (Persea Americana Mill) Hass, durante el almacenamiento. *Pueblo Continente*, 379-389. http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/550

Materano, W., Zambrano, A., Valera, C., Torres, M., Maffei , I., & Quintero. (2014). Efecto de la aplicación de quitosano como recubrimiento comestible sobre la conservación de la calidad de piña mínimamente procesada. . *Rev. Fac. Agron. (LUZ) Supl.*, 1: 730-741.

May Gutiérrez, M. (2009). Desarrollo de un recubrimiento comestible a base de mucílago de nopal (Opuntia spp). *(Tesis de maestría).* Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Queretaro, Mexico. http://www.remeri.org.mx/portal/REMERI.jsp?id=oai:ri.uaq.mx:123456789/2740

MINAGRI. (2019). *"La Situación del Mercado Internacional de la Palta" Su análisis desde una perspectiva de las exportaciones peruanas.* (M. d. Riego, Ed.) http://minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2019?download=14480:la-situacion-del-mercado-internacional-de-la-palta&start=20

Obando Paredes, G., Avalos Carranza, C., & Mendez Vilchez, W. (2015). Efecto del uso de biopelicula sobre la calidad post-cosecha y tiempo de vida útil en Persea Americana "palto" var. Hass. *Postcosecha e Industrialización (VIII Congreso Mundial de la Palta)*, 441 - 448.

Oberland , D., Collin, S., Sievert, J., Negm, F., & Arpaia, M. (2012). Influence of maturity and ripening on aroma volatiles and flavor in Hass avocado. *Postharvest Biology and Technology*, 71: 41-50.

Olaeta, J., & Undurraga, P. (1995). Estimación del índice de madurez en palto. *Harvest and Postharvest Tecnologies for Fresh Fruits and Vegetables*, 421-426.

Olorunda, A. O. (2000). Recent advances in postharvest technologies of banana and plantain in Africa. *Acta Horticulturae*, 540: 517-597.

Osuna García, J. A., Nolasco González, Y., Herrera González, J. A., & Guzmán Maldonado, S. H. (2017). Influencia del clima y rugosidad sobre la tolerancia a refrigeración del aguacate 'Hass'. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3911-3921.

Parodi, G., Sanches, M., & Daga, W. (2007). Correlación del contenido de aceite, materia seca y humedad de pulpa como indicadores de cosecha en frutos de palto (Persea americana Mill) VAR. Hass cultivada bajo condiciones de dos localidades en Chincha-Perú. *VI World Avocado Congress*, 12 - 16.

Pastor Navarro, C. (2010). Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropil metilcelulosa: caracterización y aplicación. *(Tesis Doctoral).* Departamento de Tecnología de Alimentos: Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España. http://hdl.handle.net/10251/8534

Pérez De los Cobos Agüero, R. (2012). Crecimiento y maduración del fruto en aguacate (Persea americana Mill) cv. Hass. *(Proyecto de fin de Carrera).* Universidad de Almería, Almería, España. http://repositorio.ual.es/handle/10835/1913

Pineda Mendoza, N., Bernardino Nicanor, A., Teniente Martínez, G., Juarez Goiz, J., Filardo Kerstupp, S., & González Cruz, L. (2019). Efecto de un recubrimiento a base de mucílago de nopal sobre la calidad postcosecha de tomate. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 366-371. http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/3/49.pdf

PROHASS-PERÚ. (2018). "Perú exporta calidad". *ProHass Informa Perú - Revista de los productores de Palta Hass en el Perú "*, 5-70.

Quintero, J., Falguera, V., & Muñoz, A. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofruticulas. *Tumbaga*, 93-118.

Ramírez, S. (2012). *Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor.* Cali - Colombia. Universidad del Valle. https://www.academia.edu/28353054/AN%C3%81LISIS_SENSORIAL_PRUEBAS_ORIENTADAS_AL_CONSUMIDOR

Rodríguez R., R. (2017). *Efecto de la aplicación poscosecha de un recubrimiento natural y aceites esenciales en el sistema antioxidante y metabolismo secundario de aguacate (Persea Americana Mill., cv. 'Hass') orgánico.".* (Tesis de Posgrado), Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Química. http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1346

Rodríguez-Gonzales, S., Martinez-Flores, H. E., Chávez-Moreno, C. K., Marcias-Rodríguez, L. I., Zavalia-Méndoza, E., & Garnica-Romo, M. G. (2014). Extraction and characterization of mucilage from wild species of Opuntia. *Journal of Food Process Engineering*, 37(3). 285-292.

Salinas Salazar, V. M., Trejo Márquez, M., & Lira Vargas, A. (2015). Propiedades físicas, mecánicas y de barrera de películas comestibles a base de mucílago de nopal como alternativa para la aplicación en frutos. *Rev. Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 193-198. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=813/81343176007

Salunkhe, D. K., Bolin , H. R., & Reddy, N. R. (1991). *Storage, processing, and nutritional quality of fruits and vegetables. pp. 156-161.* Boca Raton, Florida: CRC Press.

Sandoval S., J., Hernández-Gómez,, M., Rodriguez Fonzeca, P., & Herrera Arévalo, A. (2017). Evaluación de variables físico químicas de importancia en la calidad del fruto de aguacate (Persea americana Mill.) cv. Hass producido en cuatro municipios de Colombia. *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate*, 353-364.

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. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04008.x

SIEA. (2018). *Sistema Integrado de Estadística Agraria.* Ministerio de Agricultura y Riego:http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuario-de-produccion-agricola

Singh, S. (2011). Preservation technologies for fresh fruits and vegetables. *International journal for reviews in postharvest biology and technology*, 1: 1-7. https://access.portico.org/stable?au=phx64r3xsbs

Solano D., L. G., Alamilla B., L., & Jiménez M., C. (2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 30-42. https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153

Swarts, D. H. (1976). A practical method of determining the oil content of avocados for growers. Citrus and subtropical fruit. *The Horticulture Journal*, 511, 1977-3000.

Thompson, A. K. (2010). *Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables.* Oxford, UK,: 2nd ed.; CAB International:.

Trejo Márquez, M. (2010). *Aplicación de recubrimientos comestibles "Procesos Tecnolólogicos de Futas y Hortalizas".* Cuautitlán: Universidad Nacional Autónoma de Mexico "Facultad de Estudios Superiores".

U.S. Department of Agriculture. (2011). *Avocado, almond, pistachio and walnut Composition.* Washington, DC: Nutrient Data Laboratory USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24. U.S. Department of Agriculture.

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 Nutricion Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición*, 84-90.

Vargas, M., Pastor, C., Chiralt, A., Mc Clements, D., & Gonzalez, C. (2008). Recent advances edibles coatings for fresh and minimally processed fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48 : 496-511. https://doi.org/10.1080/10408390701537344

Villa, J., Molina, F., Ayala , G., Olivas, I., & Gonzales, G. (2011). Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of "Hass Avocado". *FRIM 44(5)*, 1231-1237.

Villegas, C., & Albarracín, W. (2016). Aplicación y efecto de un recubrimiento comestible sobre la vida util de la mora (Rubus Glaucus Benth). *VITAE, Revista de la Facultad de Ciencias Farmaceúticas y Alimentarias*, 202-209. https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v23n3a06

Watkins, C. B., & Nock, J. F. (2012). *Production Guide for Storage of Organic Fruits and Vegetables* (Vol. NYS IPM Publication No. 10). New York: Department of Horticulture, Cornell University. https://hdl.handle.net/1813/42885

Whiley, A., Schafer, B., & Wolstenholme, B. (2002). *The Avocado Botany, production and uses.* Tropical Research and Education Center, University of Florida. http://dx.doi.org/10.1079/9781845937010.0000

Yahia, E. M. (2002). Avocado. En D. Rees, G. Farrel, & J. Orchard, *Crop Post-Harvest: Science and Technology* (págs. 159-180). West Sussexs-USA: Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1002/9781444354652.ch8

Yahia, E. M. (2011). Avocado (Persea americana Mill.). En *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* (págs. 125-185). New Zealand: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition.

Yanyun, Z. (2018). Edible Coatings for Extending Shelf-Life of Fresh Produce During Postharvest Storage. En *Encyclopedia of Food Security and Sustainability* (págs. 506-510). Oregon State University, Corvallis, OR, United States: Elsevier Inc. All rights reserved.

Zabala Mendoza, E. (2012). *Optimización del proceso de extracción del mucílago de cinco especies de Opuntia (L.) Miller de Michoacán (Tesis de Maestría).* Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/1996

Zambrano N., L., & Parodi M., G. (2014). Efecto de coberturas naturales en el almacenamiento en frío de frutos de palto (Persea americana Mill) cv. Hass. *Anales Cientificos Universidad Nacional Agraria La Molina*, 355-364.

ANEXOS

Anexo 1. Evaluación de las características físicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass recién cosechada.

Muestra	Peso (g)	Firmeza (N)	Color (Cielab)		
			L*	a*	b*
1	218.782	99.239	39.68	-6.93	20.84
2	222.478	101.235	41.22	-7.66	22.69
3	210.194	103.95	41.56	-7.81	23.45
4	198.347	100.227	40.28	-6.48	20.66
5	188.911	100.853	39.36	-7.5	19.19
6	213.475	102.349	38.88	-5.89	18.78
7	229.294	105.31	43.13	-8.39	22.22
8	191.194	99.942	40.37	-6.00	22.00
9	219.494	102.11	39.30	-5.99	19.05
10	225.243	101.832	40.81	-7.27	22.84
11	194.243	105.38	39.75	-6.48	21.55
12	210.423	107.494	37.69	-5.84	16.79
13	244.171	103.65	42.29	-8.31	20.70
14	217.238	103.534	39.81	-5.85	19.56
15	179.234	100.401	40.72	-7.93	23.44
16	211.438	98.121	38.44	-6.02	18.35
17	214.491	98.48	38.22	-6.13	18.03
18	220.002	99.101	37.89	-5.85	16.94
19	209.853	101.32	35.77	-5.36	15.89
20	212.481	100.012	39.49	-7.69	20.11
21	219.304	97.349	36.95	-7.03	17.33
22	219.441	101.84	39.01	-8.41	18.89
23	215.271	99.39	38.00	-6.94	17.47
24	211.288	97.349	39.58	-7.96	18.35
25	209.933	98.489	41.37	-8.49	22.30
26	219.002	98.422	38.99	-8.71	18.00
27	201.391	101.94	37.07	-6.08	17.99
28	203.348	98.79	38.82	-7.32	21.87
29	198.771	100.81	40.00	-7.65	22.72
30	190.721	101.29	38.93	-6.68	19.67
Promedio	**210.649**	**101.007**	**39.446**	**-7.022**	**19.922**

Anexo 2. Evaluación de las características fisicoquímicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass recién cosechada.

Muestra	Materia Seca (%)	Aceite (%)
1	23.483	12.837
2	26.033	15.363
3	24.581	13.925
4	25.006	14.346
5	22.746	12.107
6	25.439	14.775
7	25.483	14.819
8	24.483	13.828
9	25.825	15.157
10	25.252	14.590
11	26.331	15.659
12	25.994	15.325
13	23.693	13.045
14	24.558	13.902
15	24.662	14.005
Promedio	24.905	14.245

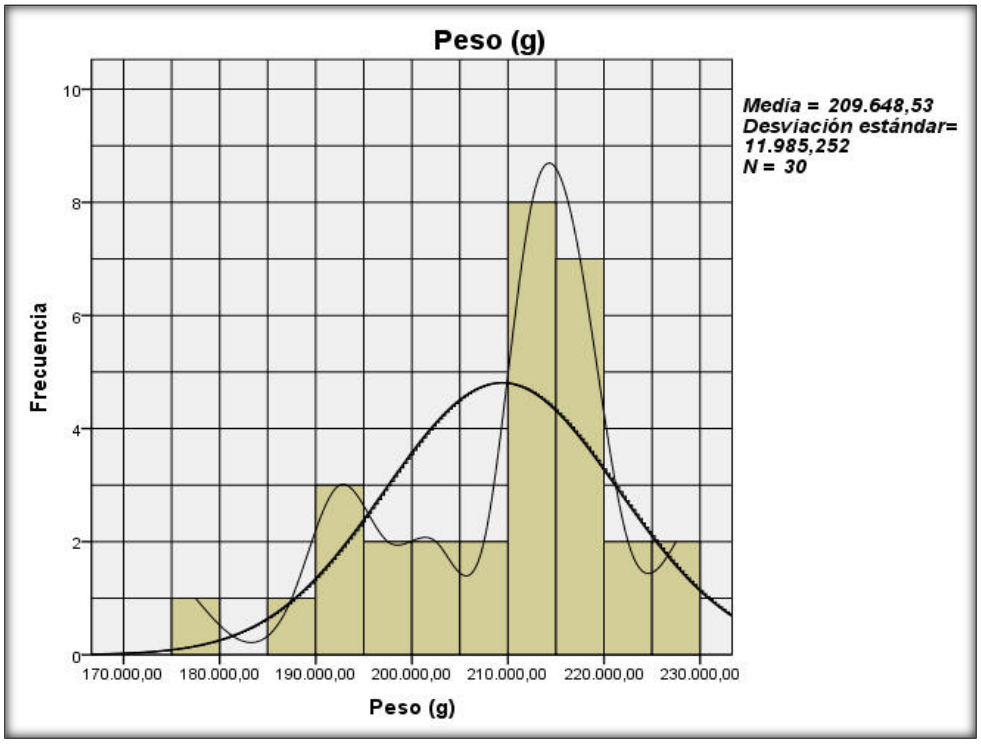
Anexo 3. Estadísticos descriptivos características fisicoquímicas (materia seca y aceite) de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass recién cosechada.

Variable	N	Media	Desv. Est.	Var.	Mediana
Materia seca (%)	15	24.905	1.025	1.050	25.006
Aceite (%)	15	14.245	1.015	1.031	14.346

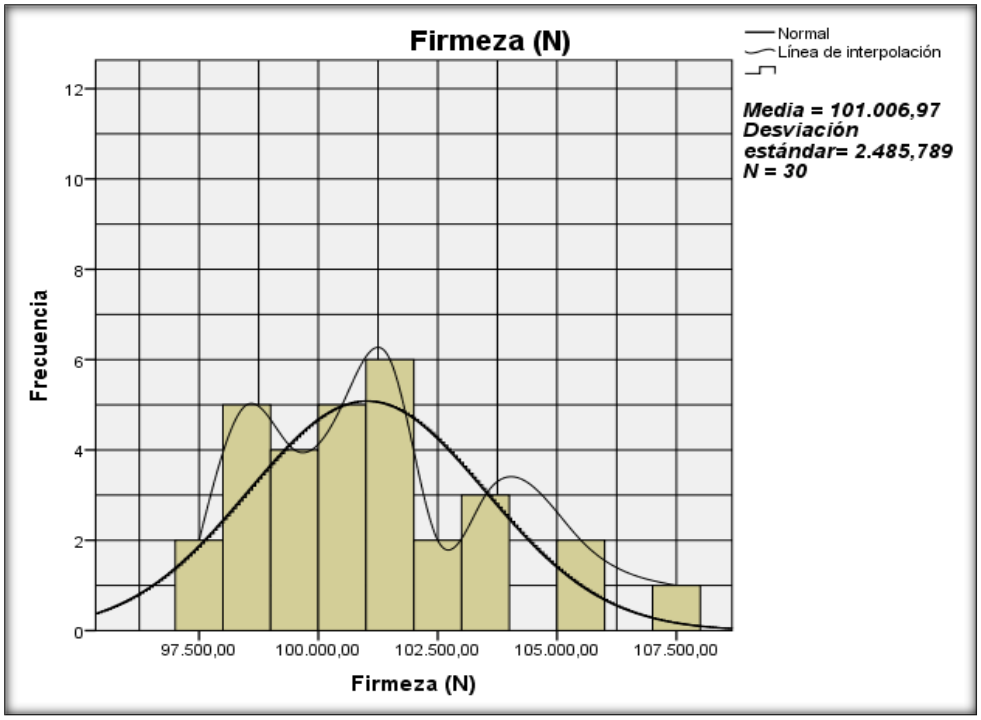
Anexo 4. Estadísticos descriptivos características físicas de la palta (Persea americana Mill) variedad Hass recién cosechada.

Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	Mediana
Peso (g)	30	210.65	13.53	183.00	211.96
Firmeza (N)	30	101.01	2.49	6.18	100.83
Color (*L)	30	39.446	1.614	2.604	39.425
Color (*a)	30	-7.022	0.985	0.970	-6.985
Color (*b)	30	19.922	2.198	4.829	19.615

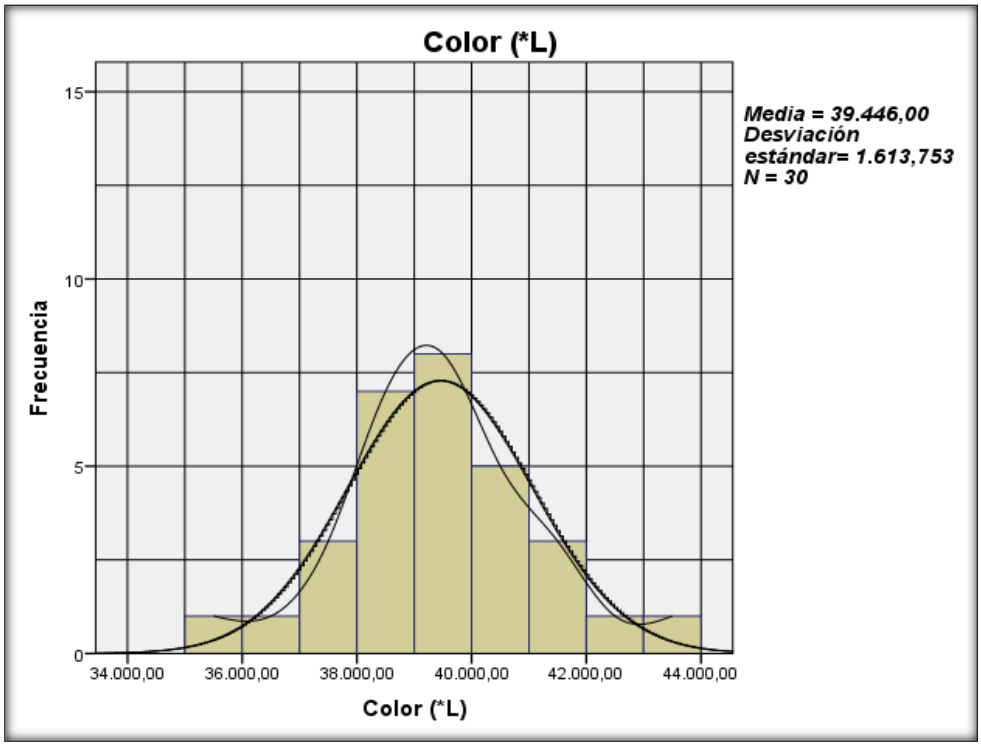
Anexo 5 Histogramas características físicas de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass. recién cosechada (peso).



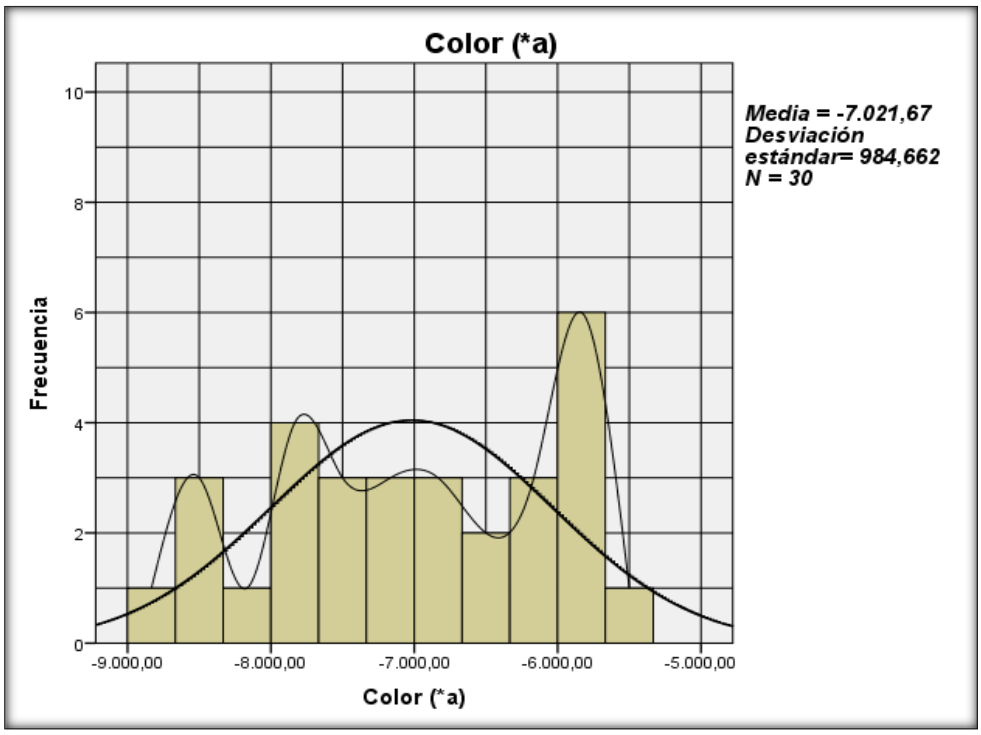
Anexo 6. Histogramas características físicas de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass. recién cosechada (Firmeza).



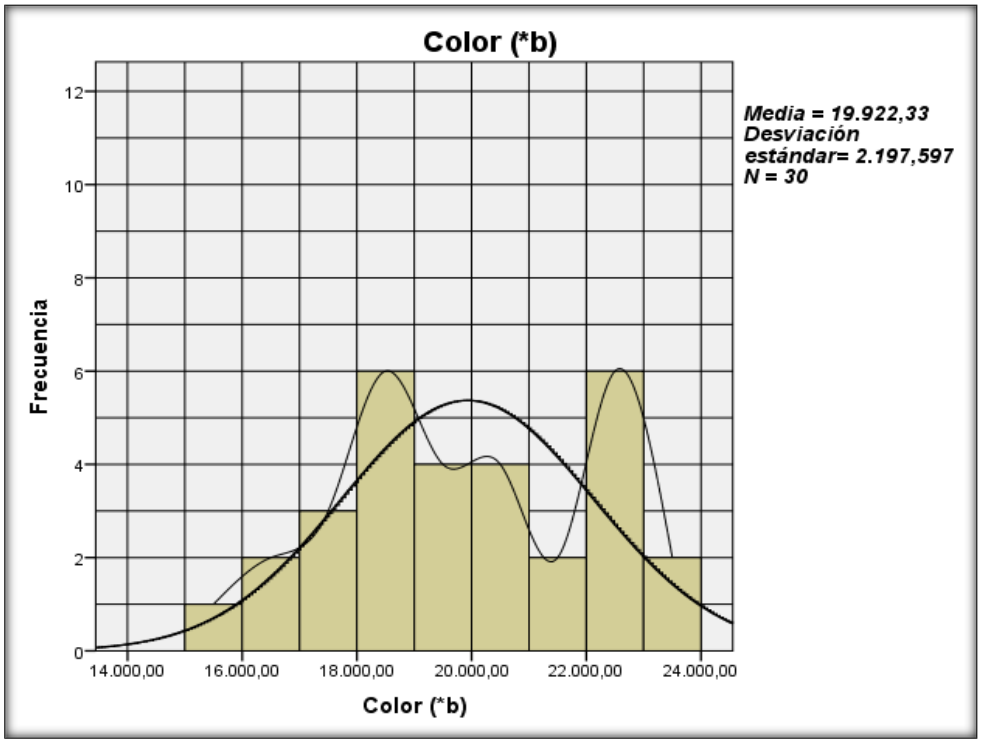
Anexo 7. Histogramas características físicas de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass. recién cosechada (Color *L).



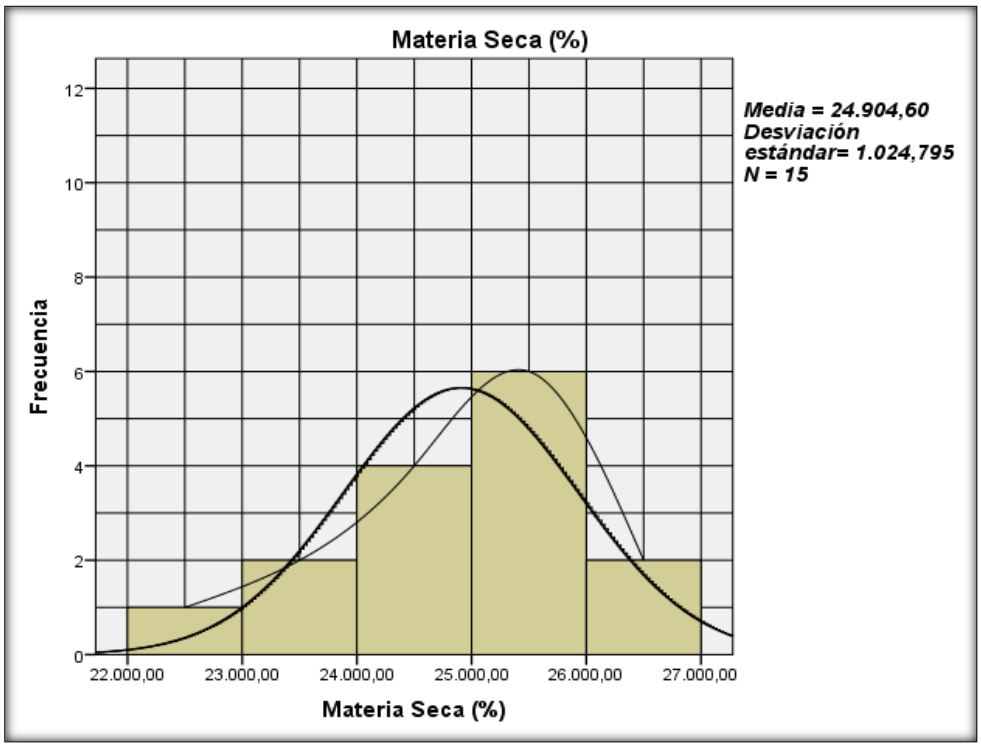
Anexo 8. Histogramas características físicas de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass. recién cosechada (Color *a).



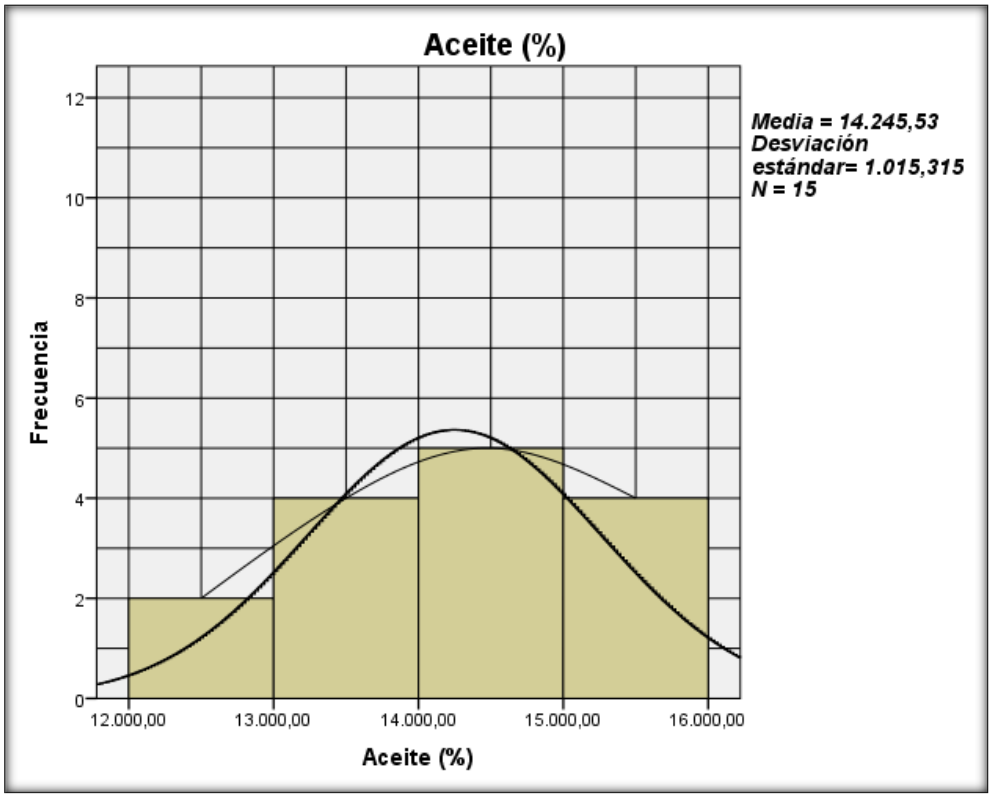
Anexo 9. Histogramas características físicas de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass. recién cosechada (Color *b).



Anexo 10. Histogramas características físicas de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass. recién cosechada (Materia Seca %).



Anexo 11. Histogramas características físicas de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass. recién cosechada (Aceite %).



Anexo 12. Análisis estadísticos descriptivos de la prueba sensorial.

Variable	Conteo total	N	Porcentaje	Media	Error estándar de la media	Media. Rec.	Desv.Est.
olor	56	56	100	5.83	0.16	5.80	1.26
color	56	56	100	6.51	0.13	6.54	1.00
sabor	56	56	100	6.53	0.13	6.50	0.99
textura	56	56	100	5.91	0.12	5.92	0.94

Variable	Varianza	Coef. Var.	Suma de cuadrados	Mín.	Mediana	Máx.	Rango
olor	1.592	21.61	1997.0	4.0	6.0	9.0	5.0
color	1.018	15.48	2435.0	4.0	7.0	8.0	4.0
sabor	0.981	15.15	2446.0	5.0	6.0	9.0	4.0
textura	0.883	15.90	2005.0	4.0	6.0	8.0	4.0

Anexo 13. Prueba de aceptación hedónica de 9 puntos

Nombre: …….

Fecha: ……

INSTRUCCIONES:

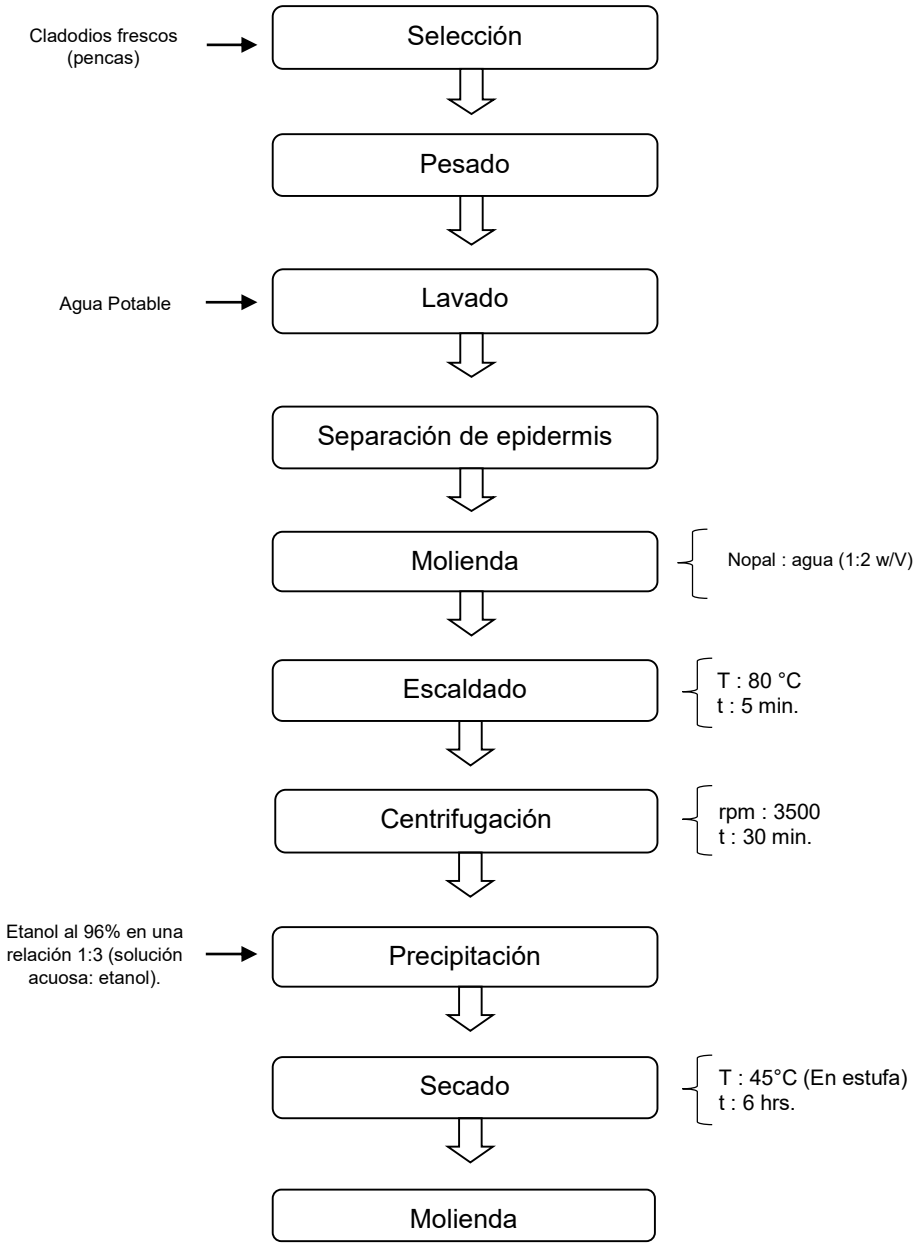
Frente a usted se presentan "X" muestras de palta. Por favor observe y pruebe cada una de ellas, iniciando en la primera columna de la izquierda hacia la derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me disgusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	COLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 14 Metodología general de extracción de mucílago de nopal



Anexo 15. Panel fotográfico



Fotografía 1. Recubrimientos a base de mucílago de nopal RA: (solución mucílago 1 % - 5% glicerol - 5% propilenglicol – 0.3% ácido oleico) RB: (solución mucílago 3 % - 5% glicerol - 5% propilenglicol – 0.3% ácido oleico)



Fotografía 2. Proceso de agitación para la homogenización de los componentes del recubrimiento biodegradable.



Fotografía 3. Paltas Variedad Hass recién cosechadas listas para el proceso de selección y lavado.



Fotografía 4. Proceso de inmersión de las paltas en las soluciones filmogénicas.



Fotografía 5. Paltas recubiertas con las soluciones a base de mucílago de nopal listas para el proceso de secado.



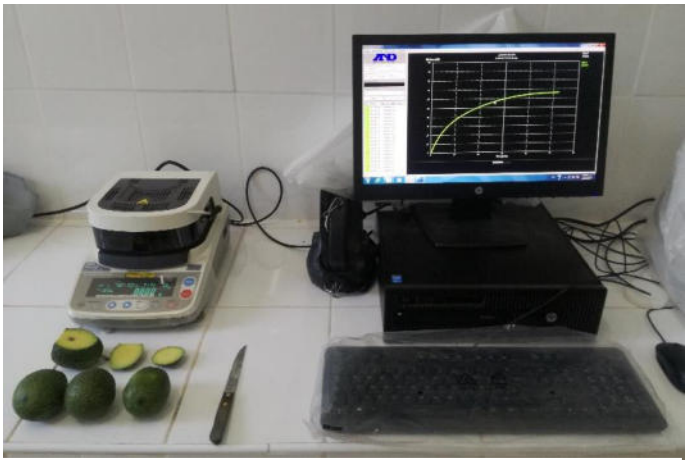
Fotografía 6. Determinación de la firmeza utilizando un penetrometro digital para fruta PCE-PTR 200



Fotografía 7. Paltas recubiertas con las soluciones a base de mucílago de nopal codificadas listas para el almacenamiento



Fotografía 8. Determinación del color utilizando un colorímetro (CR-20) KONICA-MINOLTA



Fotografía 9. Determinación de la materia seca y porcentaje de humedad utilizando un analizador de humedad MX-50.



Fotografía 10. Paltas recubiertas almacenadas a 10°C



Fotografía 11. Panelistas haciendo las pruebas de análisis sensorial



Fotografía 12. Panelistas haciendo las pruebas de análisis sensorial

Fotografía 13. Evolución del color en el exocarpio de paltas almacenadas a 10°C



LEYENDA:

A: Día 1 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
B: Día 1 de almacenamiento / 1% Mucílago
C: Día 1 de almacenamiento / 3% Mucílago
D: Día 7 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
E: Día 7 de almacenamiento / 1% Mucílago
F: Día 7 de almacenamiento / 3% Mucílago
G: Día 14 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
H: Día 14 de almacenamiento / 1% Mucílago
I: Día 14 de almacenamiento / 3% Mucílago
J: Día 21 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
K: Día 21 de almacenamiento / 1% Mucílago
L: Día 21 de almacenamiento / 3% Mucílago
M: Día 28 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
N: Día 28 de almacenamiento / 1% Mucílago
O: Día 28 de almacenamiento / 3% Mucílago
P: Día 35 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
Q: Día 35 de almacenamiento / 1% Mucílago
R: Día 35 de almacenamiento / 3% Mucílago

Fotografía 14. Evolución del color en el exocarpio de paltas almacenadas a 5°C



LEYENDA:

A: Día 1 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
B: Día 1 de almacenamiento / 1% Mucílago
C: Día 1 de almacenamiento / 3% Mucílago
D: Día 7 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
E: Día 7 de almacenamiento / 1% Mucílago
F: Día 7 de almacenamiento / 3% Mucílago
G: Día 14 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
H: Día 14 de almacenamiento / 1% Mucílago
I: Día 14 de almacenamiento / 3% Mucílago
J: Día 21 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
K: Día 21 de almacenamiento / 1% Mucílago
L: Día 21 de almacenamiento / 3% Mucílago
M: Día 28 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
N: Día 28 de almacenamiento / 1% Mucílago
O: Día 28 de almacenamiento / 3% Mucílago
P: Día 35 de almacenamiento / MC (Sin recubrimiento)
Q: Día 35 de almacenamiento / 1% Mucílago
R: Día 35 de almacenamiento / 3% Mucílago