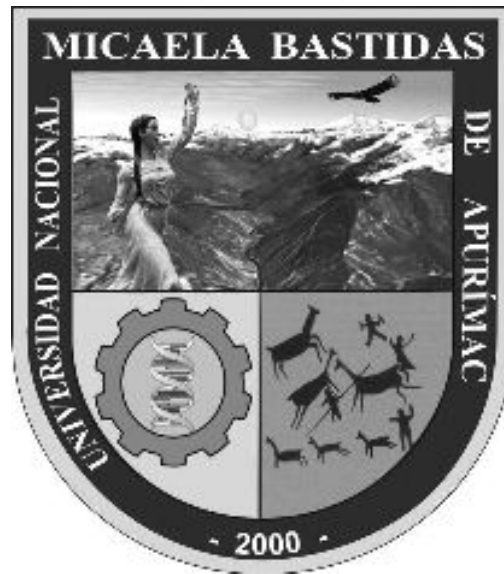


UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“EVALUACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES DE HARINA DE MAÍZ MORADO (*Zea mays L.*) Y PROPÓLEO EN LA CONSERVACIÓN DE PALTA FUERTE (*Persea americana*)”

TESIS

Presentado por:

Bach. RONALD DÍAZ SAENZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ABANCAY – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

“EVALUACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES DE HARINA DE MAÍZ MORADO (*Zea mays L.*) Y PROPÓLEO EN LA CONSERVACIÓN DE PALTA FUERTE (*Persea americana*)”

Presentado por **RONALD DÍAZ SÁENZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Sustentado y aprobado el 16 de Enero del 2019, ante los Jurados Evaluadores:

Presidente:

Ing. Alfredo Fernández Ayma

Primer Miembro:

Ing. Ruth Mery Ccopa Flores

Segundo Miembro:

Ing. Alex Ernesto Muñoz Cáceres

Asesor:

Dra. Dagnith Liz Bejarano Luján

Agradecimiento

A la Dra. Dagnith Liz Bejarano Luján asesora del trabajo de investigación, mi sincero agradecimiento por su gran apoyo, por su tiempo, su paciencia, su orientación y sus conocimientos que ayudaron a culminar la tesis.

A los Ingenieros integrantes del jurado: Ing. Alfredo Fernández Ayma, Ing. Ruth Mery Ccopa Flores e Ing. Alex Ernesto Muñoz Cáceres por sus sugerencias en la mejora de este trabajo.

Al Ing. Luis Ricardo Paredes Quiroz por las orientaciones y el apoyo incondicional en los trámites documentarios.

A los Ing. Melquiades Barragán Condori, Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres por sus consejos y apoyo referente a mi trabajo de investigación.

Al Ing. Jack Edson Hernández Mávila, docente de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, por el apoyo brindado en el análisis de textura de las paltas con películas comestibles.

Al Ing. Rogelio Sillo Sillo, Mg. de la Pontificia Universidad Católica del Perú, por el apoyo en cuanto a los contactos para realizar los análisis de las muestras.

A la Mg. Ana María Osorio Anaya responsable del laboratorio de nanotecnología e innovación tecnológica de la facultad de Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por el contacto para realizar los análisis.

A todos los docentes de la EAPIA – UNAMBA por el apoyo en las orientaciones para poder concluir el presente trabajo de investigación.

Dedicatoria

*A Dios por otorgarme la vida y salud
para lograr mis objetivos, además de
su infinita bondad y amor.*

*A mis padres Julia y Santiago, mis abuelitos Juana y Alberto,
mis hermanos Javier, Valentín, Maribel y Rubén,
Mis sobrinos Gamaliel Matías, Mateo Leonel y Gabriel Elías
y a toda mi familia y amigos.
Admiro vuestra fortaleza y dedicación con lo cual
puedo alcanzar una de las metas más
importantes de mi vida.*

Gracias por todo y por haber fomentado el deseo de superación.



Índice

Introducción.....	1
Resumen.....	3
Abstract.....	4
Capítulo I. Planteamiento del problema	5
1.1. Descripción del problema	5
1.2. Enunciado	5
1.3. Objetivos	6
1.4. Justificación	6
1.5. Delimitación.....	6
Capítulo II. Marco teórico.....	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Marco referencial	9
2.2.1. Películas comestibles	9
2.2.1.1. Características generales.....	9
2.2.1.2. Biopolímeros para la formación de películas comestibles	10
2.2.1.2.1. Maíz morado.	10
2.2.1.2.1.1. Propiedades y composición del maíz morado.....	11
2.2.1.2.1.2. Humedad.	11
2.2.1.2.1.3. Antocianinas.....	11
2.2.1.2.1.4. Almidón.	13
2.2.1.2.2. Propóleo.....	15
2.2.1.2.3. Aditivos para la formación de películas comestibles.....	17
2.2.1.2.3.1. Glicerol.	17
2.2.1.2.3.2. Agua.	17
2.2.1.2.3.3. Etanol.....	18
2.2.1.3. Tecnologías para la aplicación de películas y recubrimientos comestibles	18
2.2.1.3.1. Casting.	18
2.2.1.3.2. Inmersión.	18
2.2.1.4. Aplicación de recubrimientos comestibles.....	18
2.2.1.4.1. Palta fuerte.....	19
2.2.1.4.1.1. Composición química del producto.	19
2.2.1.4.1.2. Índice de madurez y contenido de aceite.	20
2.2.1.4.1.3. Pardeamiento enzimático.....	22
2.2.1.4.1.4. La cosecha.....	22
2.2.1.4.1.5. Tasa de respiración.....	23
2.2.1.4.1.6. Conservación de la palta en refrigeración.	23

	iv
2.2.1.4.1.7. <i>Enfremeddades y fisiopatias de postcosecha.</i>	24
2.3. Definición de términos	25
Capítulo III. Diseño metodológico	26
3.1. Definición de variables	26
3.2. Operacionalización de variables	26
3.3. Hipótesis de la investigación	27
3.4. Tipo y diseño de la investigación	27
3.5. Población y muestra	29
3.6. Procedimiento de la investigación	29
3.6.1. Obtención de harina de maíz morado (HMM) y películas comestibles	30
3.6.2. Obtención de extracto etanólico de propóleo (EEP) y películas comestibles	31
3.6.3. Obtención de películas comestibles de ambos biopolímeros (HMM:P)	32
3.6.4. Aplicación de recubrimientos comestibles de HMM:P (80:20)	33
3.6.5. Análisis realizados durante el estudio.	34
3.6.5.1. Propóleo	34
3.6.5.1.1. <i>Humedad.</i>	34
3.6.5.1.2. <i>Cenizas.</i>	34
3.6.5.1.3. <i>Material insoluble.</i>	35
3.6.5.2. Harina de maíz morado	35
3.6.5.2.1. <i>Humedad.</i>	35
3.6.5.2.2. <i>Cenizas.</i>	35
3.6.5.2.3. <i>Contenido de antocianinas totales.</i>	36
3.6.5.3. Solución filmogénica y películas comestibles	37
3.6.5.3.1. <i>Viscosidad.</i>	37
3.6.5.3.2. <i>pH.</i>	38
3.6.5.3.3. <i>Espesor y resistencia a la tracción.</i>	38
3.6.5.3.4. <i>Solubilidad.</i>	38
3.6.5.3.5. <i>Microscopía electrónica de barrido (SEM).</i>	39
3.6.5.3.6. <i>Permeabilidad al vapor de agua.</i>	39
3.6.5.4. Palta fuerte con recubrimiento comestible	40
3.6.5.4.1. <i>pH.</i>	41
3.6.5.4.2. <i>Análisis de textura.</i>	41
3.6.5.4.3. <i>Porcentaje de acidez titulable.</i>	41
3.6.5.4.4. <i>Porcentaje de humedad.</i>	42
3.6.5.4.5. <i>Porcentaje de aceite.</i>	42
3.6.5.4.6. <i>Porcentaje de pérdida de peso.</i>	43

	v
3.6.5.4.7. <i>Evaluación de atributos sensoriales.</i>	43
3.7. Material de la investigación	44
3.7.1. Pruebas de entrada de proceso y salida de la investigación	44
3.7.2. Instrumentos de investigación	45
Capítulo IV. Resultados	46
4.1. Descripción de los resultados	46
4.1.1. Propiedades fisicoquímicas del propóleo y harina de maíz morado	46
4.1.1.1. <i>Humedad, cenizas y material insoluble</i>	46
4.1.1.2. <i>Humedad, cenizas y contenido de antocianinas totales.</i>	46
4.1.2. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de las películas comestibles ...	46
4.1.2.1. <i>Viscosidad.</i>	46
4.1.2.2. <i>pH</i>	47
4.1.2.3. <i>Espesor y resistencia a la tracción.</i>	47
4.1.2.4. <i>Solubilidad.</i>	48
4.1.2.5. <i>Microscopia electrónica de barrido (SEM).</i>	48
4.1.2.6. <i>Permeabilidad al vapor de agua</i>	49
4.1.3. Evaluación de propiedades fisicoquímicas de la palta fuerte	50
4.1.3.1. <i>pH</i>	50
4.1.3.2. <i>Análisis de textura.</i>	50
4.1.3.3. <i>Porcentaje de acidez titulable</i>	51
4.1.3.4. <i>Porcentaje de humedad.</i>	52
4.1.3.5. <i>Porcentaje de aceite.</i>	52
4.1.3.6. <i>Porcentaje de pérdida de peso.</i>	53
4.1.3.7. <i>Evaluación de los atributos sensoriales de la palta fuerte.</i>	54
4.1.3.7.1. <i>Atributo de aceptabilidad</i>	54
4.1.3.7.2. <i>Atributo de apariencia.</i>	54
4.1.3.7.3. <i>Atributo de aroma.</i>	55
4.1.3.7.4. <i>Atributo de astringencia</i>	56
4.1.3.7.5. <i>Atributo de textura.</i>	57
4.1.3.7.6. <i>Atributo de sabor</i>	57
4.2. Contrastación de hipótesis	58
4.2.1. Hipótesis estadísticas	58
4.3. Discusión de resultados	59
4.3.1. Humedad, cenizas y material insoluble del propóleo.	59
4.3.2. Humedad, cenizas y contenido de antocianinas totales de la harina maíz morado	59
4.3.3. Propiedades físicas y mecánicas de las películas comestibles	59

	vi
4.3.3.1. <i>Viscosidad.</i>	59
4.3.3.2. <i>pH.</i>	60
4.3.3.3. <i>Espesor y resistencia a la tracción.</i>	60
4.3.3.4. <i>Solubilidad.</i>	61
4.3.3.5. <i>Microscopia electrónica de barrido (SEM).</i>	61
4.3.3.6. <i>Permeabilidad al vapor de agua</i>	61
4.3.4. Propiedades fisicoquímicas de la palta fuerte	62
4.3.4.1. <i>pH.</i>	62
4.3.4.2. <i>Análisis de textura.</i>	63
4.3.4.3. <i>Porcentaje de acidez titulable.</i>	63
4.3.4.4. <i>Porcentaje de humedad.</i>	64
4.3.4.5. <i>Porcentaje de aceite</i>	64
4.3.4.6. <i>Porcentaje de pérdida de peso.</i>	65
4.3.5. Atributos sensoriales de la palta fuerte	65
Capítulo V. Conclusiones	67
Bibliografía	69
Anexos	75

Tablas

Tabla 1. <i>Composición químico proximal de harinas.</i>	11
Tabla 2. <i>Sustituyentes y estructura de las antocianinas.</i>	12
Tabla 3. <i>Porcentaje de amilosa y amilopectina de almidones de diferente origen.</i>	14
Tabla 4. <i>Composición química de palta en 100 g.</i>	20
Tabla 5. <i>Operacionalización de variables.</i>	26
Tabla 6. <i>Diseño estadístico de obtención de películas comestibles.</i>	27
Tabla 7. <i>Diseño estadístico de aplicación de recubrimiento comestible a la palta fuerte.</i>	27
Tabla 8. <i>Diseño estadístico de evaluación de las características fisicoquímicas para la palta fuerte a temperatura ambiente y refrigeración (HMM:P-80:20)</i>	28
Tabla 9. <i>Diseño estadístico de evaluación sensorial de la palta fuerte a temperatura ambiente.</i>	28
Tabla 10. <i>Humedad, cenizas y material insoluble de propóleo de la comunidad Supalla-Aymaraes.</i> .	46
Tabla 11. <i>Humedad, cenizas y contenidos de antocianinas totales en la harina de maíz morado.</i>	46
Tabla 12. <i>Velocidad de deformación, esfuerzo cortante y viscosidad de las soluciones filmogénicas.</i>	46
Tabla 13. <i>Composición de las soluciones formadoras y pH de películas comestibles.</i>	47
Tabla 14. <i>Resumen del promedio de los datos de la permeabilidad.</i>	49
Tabla 15. <i>Análisis de la varianza del pH de palta CR y SR a TA y TR.</i>	50
Tabla 16. <i>Análisis de la varianza de la textura (mm) de palta CR y SR a TA y TR.</i>	50
Tabla 17. <i>Análisis de la varianza del porcentaje de acidez de palta CR y SR a TA y TR.</i>	51
Tabla 18. <i>Análisis de la varianza del porcentaje de humedad de palta CR y SR a TA y TR.</i>	52
Tabla 19. <i>Análisis de la varianza del porcentaje de aceite de palta CR y SR a TA y TR.</i>	52
Tabla 20. <i>Análisis de la varianza del porcentaje de pérdida de peso de palta CR y SR a TA y TR.</i>	53
Tabla 21. <i>Análisis de la varianza del atributo de aceptabilidad de palta a CR-TA y SR-TA.</i>	54
Tabla 22. <i>Análisis de la varianza del atributo de apariencia de palta a CR-TA y SR-TA.</i>	55
Tabla 23. <i>Análisis de la varianza del atributo de apariencia de palta a CR-TA y SR-TA.</i>	55
Tabla 24. <i>Análisis de la varianza del atributo de astringencia de palta a CR-TA y SR-TA.</i>	56
Tabla 25. <i>Análisis de la varianza del atributo de textura de palta a CR-TA y SR-TA.</i>	57
Tabla 26. <i>Análisis de la varianza del atributo de sabor de palta a CR-TA y SR-TA.</i>	57

Figuras

<i>Figura 1.</i> Control de transferencia de películas comestibles.	9
<i>Figura 2.</i> Maíz Morado.....	10
<i>Figura 3.</i> Palta, variedad fuerte.....	19
<i>Figura 4.</i> Fotografías (a y b): cosecha de palta fuerte en la comunidad de Supalla - Aymaraes.	22
<i>Figura 5.</i> Fotografías digitales de: (a) molienda. (b) tamizado de harina de maíz morado.	30
<i>Figura 6.</i> Obtención de películas comestibles de harina de maíz morado.....	30
<i>Figura 7.</i> Fotografías de HMM en solución acuosa. (a) pH 4,05 (b) pH 6,53 (c) pH 9,0.....	30
<i>Figura 8.</i> Fotografías de HMM en solución hidroalcohólica. (a) pH 4,05 (b) pH 6,0 (c) pH 9,0.....	31
<i>Figura 9.</i> Fotografías digitales. (a) EEP. (b) centrifugado de EEP. (c) evaporación del EEP.	31
<i>Figura 10.</i> Fotografías de PC de propóleo. (a) pH 4,05 (b) pH 6,53 (c) pH 10,0.	32
<i>Figura 11.</i> Fotografías de PC de HMM con 40% de EEP. (a) pH 4,2 (b) pH 6,1 (c) pH 10,0.	32
<i>Figura 12.</i> Fotografías de PC de HMM con 30% de EEP. (a) pH 4,2 (b) pH 6,1 (c) pH 9,0.	32
<i>Figura 13.</i> Fotografías de PC de HMM con 25% de EEP. (a) pH 4,1 (b) pH 6,0 (c) pH 9,0.	33
<i>Figura 14.</i> Fotografías de PC de HMM con 20% de EEP. (a) pH 3,0 (b) pH 6,0 (c) pH 9,0.	33
<i>Figura 15.</i> Diagrama de aplicación de recubrimiento comestible (HMM:P) a palta fuerte.....	33
<i>Figura 16.</i> Fotografías de la SF de HMM:P. (a) Preparación de SF (b) Aplicación por inmersión.	34
<i>Figura 17.</i> Fotografías de humedad: (a) EPP. (b) Secado en estufa del EEP. (c) Pesado del EEP.....	34
<i>Figura 18.</i> Fotografías de cenizas: (a) Muestra EPP. (b) Calcinado de EEP. (c) Pesado de EEP.	34
<i>Figura 19.</i> Fotografías de material insoluble del EEP. (a) Solución EEP (b) Filtrado.	35
<i>Figura 20.</i> Fotografías de humedad: (a) HMM (b) Secado de HMM. (c) Pesado de HMM.	35
<i>Figura 21.</i> Fotografías de cenizas: (a) HMM. (b) Calcinado de HMM. (c) Pesado de HMM.....	36
<i>Figura 22.</i> Fotografías de extracción de antocianinas y lectura de datos.	36
<i>Figura 23.</i> Diagrama reológico.....	37
<i>Figura 24.</i> Fotografías de viscosidad de SF (a) SF a diferentes concentraciones (b y c) Lectura.	37
<i>Figura 25.</i> Fotografías de determinación de pH. (a) pH 4,0. (b) pH 6,2. (c) pH 9,0.	38
<i>Figura 26.</i> Fotografías de solubilidad (a) Secado de PC (b) Inmersión (c) Filtrado.....	38
<i>Figura 27.</i> Fotografías de SEM (a) Acondicionamiento (b) Bañado de oro (c) PC con oro.	39
<i>Figura 28.</i> Fotografías (a) Acondicionamiento de PC con oro (b y c) Análisis de la PC.	39
<i>Figura 29.</i> Fotografías (a) Preparación de las PC (b y d) Pesado (c) Muestras en la campana desecadora.	40
<i>Figura 30.</i> Fotografías (a y b) determinación de pH de la palta CR y SR.	41
<i>Figura 31.</i> Fotografías de análisis de textura de palta CR y SR a diferentes días de almacenamiento	41
<i>Figura 32.</i> Fotografías de determinación de acidez del jugo de pulpa de palta fuerte.....	42
<i>Figura 33.</i> Fotografías de determinación de humedad de la palta CR y SR.	42
<i>Figura 34.</i> Fotografías de extracción de aceite. (a) Medición de éter de petróleo (b) Pesado de vasos (c) Acondicionamiento del solvente (d y e) Aceite extraído.....	43
<i>Figura 35.</i> Fotografías de pesado de las paltas a temperatura ambiente y refrigeración.	43

	ix
<i>Figura 36.</i> Escala hedónica para la evaluación de la palta fuerte, Watts (51).	44
<i>Figura 37.</i> Fotografías de evaluación sensorial (a y b) Panelistas (c) SR a 10 días (d) CR a 25 días. .	44
<i>Figura 38.</i> Resultado de la curva de flujo de las soluciones filmogénicas.	47
<i>Figura 39.</i> Resistencia a la tracción (fuerza de rotura).	47
<i>Figura 40.</i> Solubilidad de PC en combinación de HMM:P (80:20, 90:10 y 100:0).	48
<i>Figura 41.</i> Fotografías digitales (a y b) Película comestible de HMM:P (80:20).....	48
<i>Figura 42.</i> Fotografías digitales (a y b) Película comestible de HMM:P (100:0).....	48
<i>Figura 43.</i> Ganancia de peso vs tiempo de PC de HMM:P (80:20, 90:10 y 100:0).	49
<i>Figura 44.</i> Permeabilidad de las PC de HMM:P (80:20, 90:10 y 100:0).....	49
<i>Figura 45.</i> Prueba de TUKEY del pH en palta CR y SR a TA y TR.....	50
<i>Figura 46.</i> Prueba de TUKEY del análisis de textura (mm) de palta CR y SR a TA y TR.	51
<i>Figura 47.</i> Prueba de TUKEY del porcentaje de acidez de palta CR y SR a TA y TR.	51
<i>Figura 48.</i> Prueba de TUKEY del porcentaje de humedad en palta CR y SR a TA y TR.....	52
<i>Figura 49.</i> Prueba de TUKEY del porcentaje de aceite en palta CR y SR a TA y TR.	53
<i>Figura 50.</i> Prueba de TUKEY del porcentaje de pérdida de peso en palta CR y SR a TA y TR.	53
<i>Figura 51.</i> Prueba de TUKEY del atributo de aceptabilidad de palta CR y SR-TA.....	54
<i>Figura 52.</i> Prueba de TUKEY del atributo de apariencia de palta CR y SR-TA.....	55
<i>Figura 53.</i> Prueba de TUKEY del atributo de aroma de palta CR y SR-TA.	56
<i>Figura 54.</i> Prueba de TUKEY del atributo de astringencia de palta CR y SR-TA.....	56
<i>Figura 55.</i> Prueba de TUKEY del atributo de textura de palta CR y SR-TA.....	57
<i>Figura 56.</i> Prueba de TUKEY del atributo de sabor de la palta CR y SR-TA	58

“EVALUACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES DE HARINA DE MAÍZ MORADO (*Zea mays L.*) Y PROPÓLEO EN LA CONSERVACIÓN DE PALTA FUERTE (*Persea americana*)”

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



Introducción

La presente investigación se refiere al tema de evaluar las películas comestibles de harina de maíz morado (*Zea mays L.*) y propóleo en la conservación de palta fuerte (*Persea americana*), que se define para el desarrollo de películas comestibles, y aplicación de recubrimientos comestibles se debe fundamentalmente para la conservación de la palta fuerte, las exigencias del mercado es cada vez mayor, por reducir el impacto de la contaminación ambiental, por el uso de envases y plásticos de origen sintético o no biodegradable para el empaqueo y distribución de alimentos.

La característica principal en la industria alimentaria, los recubrimientos comestibles brinda mayor beneficio al producto, en el mantenimiento y la extensión de la durabilidad e incluso que mejore ciertas propiedades del producto, la protección y seguridad al consumidor. La creciente demanda de los consumidores por alimentos de alta calidad ha conllevado a la industria de alimentos a la búsqueda de nuevas técnicas de almacenamiento y conservación. La aplicación de películas y recubrimientos comestibles ha demostrado ser efectiva en la preservación de varios alimentos, especialmente en frutas y hortalizas por mantener la apariencia fresca, el brillo, la calidad del producto y su valor comercial.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas. Una de ellas es el deterioro de la palta fuerte, por una inadecuada práctica de cosecha y postcosecha, por lo que las paltas se comercializan en mayor cantidad en el mercado local, y además la vida útil es muy reducida. Para solucionar esta problemática, se desarrollan películas comestibles y la aplicación de recubrimiento comestibles de materiales biodegradables con propiedades funcionales como empaque y que ofrezcan costos competitivos a los materiales de empaque plásticos actuales.

La investigación de esta problemática, principalmente es reducir el deterioro de la palta fuerte, esto se da cuando alcanza la madurez fisiológica (1) y el manejo inadecuado, se realizó con el interés de conocer la composición de películas y recubrimientos comestibles, principalmente están constituidos por polímero, lípido y plastificante. El propóleo es una mezcla químicamente compleja y variada, responsable de una amplia actividad biológica: antibacteriana, antifúngica, antiviral, anestésica, inmunoestimulante, cicatrizante, antiinflamatorio, antitumoral, hepatoprotector y antioxidante (2). El maíz morado es un polímero con alto potencial para formar películas biodegradables, debido a que es un material de alta disponibilidad, bajo costo, renovable y biodegradable. Se usa en la fabricación de empaques en distintos niveles, ya que puede combinarse con plásticos en pequeñas cantidades con el fin de incrementar el grado de biodegradación. La aplicación de este recubrimiento ha sido utilizada principalmente para reducir la tasa de respiración, tienen la característica de ser flexibles, transparentes, inodoras y con baja permeabilidad al vapor de agua (3).

En el ámbito económico, el interés se dio por que gran parte de la producción de la palta fuerte a nivel regional llega solamente al mercado local, que puede estar directamente relacionada con la falta de capacitación a los productores durante la cosecha y postcosecha y además se debe utilizar refrigeración como una técnica de conservación para prolongar el período de conservación de la palta fuerte. Al bajar la temperatura, se produce una detención del proceso evolutivo del producto frutícola, interfiriendo directamente en los procesos de maduración, así como la actividad microbiana (4).

La investigación se realizó utilizando una serie de análisis fisicoquímicas, al propóleo como materia prima se analizaron la humedad, cenizas y material insoluble, a la harina de maíz morado se analizaron la humedad, cenizas y contenidos de antocianinas totales (CAT), a las películas comestibles se caracterizaron en cuanto a la viscosidad, pH, espesor y resistencia la tracción, solubilidad, microscopia electrónica de barrido (SEM), permeabilidad al vapor de agua y la palta fuerte con recubrimiento comestible a temperatura ambiente y refrigeración (6°C) a una concentración de harina de maíz morado y propóleo 80:20, analizaron el pH, análisis de textura, porcentaje de acidez titulable, porcentaje de humedad, porcentaje de aceite, porcentaje de pérdida de peso y pruebas de aceptabilidad a paltas almacenadas a temperatura ambiente, en los atributos de aceptabilidad, apariencia, aroma, astringencia, textura y sabor, los análisis se realizaron en los laboratorios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga en la Facultad de Química y Metalurgia y en la Pontificia Universidad Católica del Perú en la Facultad de Física y Mecánica.

El objetivo de la presente investigación es obtener películas comestibles de harina de maíz morado, propóleo y combinación de ambos biopolímeros, y caracterizar para determinar cuál de las formulaciones es la más adecuada para ser aplicar a la palta Fuerte, para prolongar la vida útil, los cuales serán almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración.

En el capítulo I se realiza el planteamiento del problema, se describe la problemática del estudio, se plantean los objetivos que se pretendió lograr durante el estudio, capítulo II, veremos el marco teórico en donde se da a conocer la información bibliografía de los objetos de estudio, capítulo III, se realizó el diseño metodológico, como las variables de estudio, tipo de investigación, los procedimientos de la investigación y los materiales y equipos utilizados durante el estudio, capítulo IV, se muestran los resultados obtenidos de las características fisicoquímicas del propóleo, harina de maíz morado, películas comestibles y la palta Fuerte tratada con recubrimiento comestible almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración y el capítulo V, a las conclusiones que se llegaron.

Resumen

La presente investigación se basó en la evaluación de películas comestibles de harina de maíz morado, propóleo y combinación de ambos biopolímeros. La obtención de películas comestibles se siguió el método descrito por Rojas de Gante (5), se prepararon a diferentes concentraciones de harina de maíz morado y propóleo (100:0, 90:10, 80:20, 75:25, 70:30, 60:40 y 50:50), con 2% de glicerol, adicionando 20mL de la solución filmogénica a las placas Petri acondicionada con cinta teflonada, se secaron a temperatura 45°C por 12 horas a humedad relativa (HR) de 60%. Después de las pre pruebas se obtuvieron películas comestibles de mejores características de harina de maíz morado al 100%, harina de maíz morado y propóleo (80:20 y 90:10) a los cuales se evaluaron sus propiedades físicas y mecánicas como la viscosidad, pH, espesor y resistencia la tracción, solubilidad, microscopia electrónica de barrido (SEM) y permeabilidad al vapor de agua.

La película comestible de la combinación de ambos biopolímeros de harina de maíz morado y propóleo (80:20), presento mejores propiedades físicas y mecánicas, aplicando por el método de inmersión a una temperatura de 45°C a la palta fuerte, almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración. Realizando un seguimiento de las propiedades fisicoquímicas de pH, análisis de textura, porcentaje de acidez, porcentaje de humedad, porcentaje de aceite, porcentaje de pérdida de peso evaluadas a temperatura ambiente y refrigeración a los 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 48, 56, 64 y 72 días, y el análisis sensorial de los atributos de aceptabilidad, apariencia, aroma, astringencia, textura y sabor, se evaluaron a los 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Para la recolección de datos se siguió las metodologías descritas, y el análisis de datos se realizó utilizando el software INFOSTAT versión 2018, para el análisis de varianza (ANOVA) y para la comparación de medias la prueba de TUKEY, el cumplimiento de los objetivos planteados se debió a que se siguieron adecuadamente las diferentes metodologías utilizadas y los análisis oportunamente.

Se concluye que las paltas almacenadas a temperatura ambiente, recubiertas mejoró significativamente la pérdida de peso, pérdida de humedad y se prolongó el tiempo de vida útil de las paltas en temperatura ambiente hasta 30 días en relación a las paltas sin recubrimiento comestible que fue 15 días, mientras que en condiciones de refrigeración las paltas recubiertas permanecieron sin madurar hasta los 72 días y las paltas sin recubrimiento hasta los 56 días de almacenamiento.

Palabras clave: harina de maíz morado, película comestible, propóleo y recubrimiento comestible.

Abstract

The present investigation was based on the evaluation of edible films of purple corn flour, propolis and combination of both biopolymers. The obtaining of edible films was followed by the method described by Rojas de Gante (5), they were prepared at different concentrations of purple corn flour and propolis (100: 0, 90:10, 80:20, 75:25, 70:30 , 60:40 and 50:50), with 2% glycerol, adding 20mL of the film-forming solution to the Petri dishes conditioned with Teflon tape, dried at a temperature of 45 ° C for 12 hours at a relative humidity (RH) of 60% . After the pre-tests, edible films of better characteristics were obtained from 100% purple corn flour, purple corn flour and propolis (80:20 and 90:10) to which their physical and mechanical properties, such as viscosity, were evaluated. pH, thickness and tensile strength, solubility, scanning electron microscopy (SEM) and water vapor permeability.

The edible film of the combination of both biopolymers of purple corn flour and propolis (80:20), presented better physical and mechanical properties, applying by the method of immersion at a temperature of 45 ° C to the strong avocado, stored at temperature environment and refrigeration. Monitoring the physicochemical properties of pH, texture analysis, percentage of acidity, percentage of humidity, percentage of oil, percentage of weight loss evaluated at room temperature and refrigeration at 0, 5, 10, 15, 20, 25 , 30, 35, 40, 48, 56, 64 and 72 days, and the sensory analysis of the attributes of acceptability, appearance, aroma, astringency, texture and taste, were evaluated at 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 days of storage at room temperature.

For the collection of data, the described methodologies were followed, and the data analysis was performed using the software INFOSTAT version 2018, for the analysis of variance (ANOVA) and for the comparison of means the TUKEY test, the fulfillment of the objectives set it was due to the fact that the different methodologies used and the analyzes were properly followed in a timely manner.

It is concluded that avocados stored at room temperature, coated significantly improved weight loss, moisture loss and extended the life time of avocados at room temperature up to 30 days in relation to avocados without edible coating that was 15 days, while under refrigerated conditions the avocados covered remained unripe until 72 days and the avocados without coating until 56 days of storage.

Keywords: purple corn flour, edible film, propolis and edible coating.

Capítulo I. Planteamiento del problema

1.1. Descripción del problema

La palta (*Persea americana*) se encuentra con un crecimiento en la producción debido al incremento de la demanda en el mercado mundial (6). A pesar que la región Apurímac viene incrementado su área cultivable de palta, el problema que existe en la producción y comercialización de este producto es el manejo deficiente durante las labores de cosecha y postcosecha, es en esta etapa donde se presentan más del 40% de las pérdidas del producto (7). En la mayoría de los casos la palta es producida en sistemas familiares.

Las películas y recubrimientos comestibles en la palta fuerte tiene la función de proteger frente a la reducción de la pérdida de peso, la firmeza, barrera para los gases, barrera para la pérdida de humedad, reducir la tasa de respiración, la transpiración, la deshidratación, la abrasión, mejora el color de la cascara, el brillo y el sabor; para ello se debe determinar las propiedades fisicoquímicas de la materia prima a emplearse en la formulación de películas y recubrimientos comestibles a la harina de maíz morado y propóleo.

La evaluación de sus propiedades mecánicas y físicas de las películas comestibles, es vital importancia para determinar cuál de los tratamientos es la más adecuada, y ser aplicada a la palta fuerte mediante el método de inmersión, para ser evaluado el tiempo de vida útil, mediante sus propiedades fisicoquímicas y sus atributos sensoriales, que son almacenadas a temperatura ambiente y de refrigeración; sin embargo la palta fuerte no ha sido estudiado sus propiedades fisicoquímicas y atributos sensoriales utilizando películas y recubrimientos comestibles de harina de maíz morado y propóleo.

1.2. Enunciado

- General

¿Será posible evaluar el tiempo de vida útil de la palta fuerte (*Persea americana*) utilizando la película comestible que presenten mejores características, obtenidas de harina de maíz morado (*Zea mays L.*), propóleo y combinación de ambos biopolímeros, aplicar como agentes bioactivos para la preservación de la palta fuerte?

- Específicos

¿Es posible determinar las propiedades fisicoquímicas de harina de maíz morado, propóleo para la formulación de películas comestibles?

¿Sera posible evaluar las propiedades físicas y mecánicas películas comestibles de harina de maíz morado, propóleo y combinación de ambos biopolímeros?

¿Sera posible evaluar el tiempo de vida útil de la palta fuerte, mediante sus características fisicoquímicas y atributos sensoriales, almacenada a temperatura ambiente y refrigeración, utilizando la película comestible que presente mejores características?

1.3. Objetivos

- General

Evaluar películas comestibles de harina de maíz morado, propóleo y combinación de ambos biopolímeros, aplicar como agentes bioactivos para la preservación de la palta fuerte.

- Específicos

Determinar las propiedades fisicoquímicas de harina de maíz morado y propóleo para la formulación de películas comestibles.

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las películas comestibles, formuladas de harina de maíz morado, propóleo y combinación de ambos biopolímeros.

Evaluar el tiempo de vida útil de la palta fuerte, mediante las características fisicoquímicas y atributos sensoriales, almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración, utilizando la película comestible que presente mejores características.

1.4. Justificación

La presente investigación se enfocara en estudiar las películas y recubrimientos comestibles a base de harina de maíz morado, propóleo y combinación de ambos biopolímeros. Posteriormente aplicar a la palta fuerte para evaluar el tiempo de vida útil mediante sus propiedades fisicoquímicas y atributos sensoriales, ya que en la actualidad, en la región Apurímac la producción de palta fuerte, se cultiva con mayor frecuencia y a gran escala. La comercialización local es debido al manejo inadecuado del productor durante las etapas de cosecha y postcosecha, a la vez tiene una alta tasa de respiración, pierde con mucha facilidad agua y esto conlleva a que la maduración sea en un tiempo más reducido. Me propongo a investigar a la palta fuerte tratadas con recubrimientos comestibles, pues considero que los análisis previos de las películas comestibles es necesario para determinar cuál tiene las mejores características y que proporcionen una adecuada adhesión a la superficie para que no se desprenda. Escasos son los estudios que involucran obtención de películas comestibles a partir de maíz morado (5), (8) y propóleo (9), los mismos que resaltan el potencial antioxidante de ambos productos. Me propongo a formular películas comestibles de harina de maíz morado, propóleo y combinación de ambos biopolímeros, y evaluar cual presenta mejores propiedades físicas y mecánicas, aplicar a la palta fuerte y evaluar el tiempo de vida útil.

1.5. Delimitación

Para realizar una formulación adecuada de las películas comestibles se necesita conocer con exactitud las propiedades fisicoquímicas de los insumos, para la evaluación de las películas comestibles no se tiene el instrumento y equipos necesario, por ello recurriendo a diferentes universidades como la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia para el uso del texturómetro y a la Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Mecánica y Física para el uso del Microscopio electrónico de barrido (SEM) y para la evaluación del espesor y resistencia a la tracción de las películas comestibles.

Capítulo II. Marco teórico

2.1. Antecedentes

Pastor et al. (10), en su estudio de calidad y seguridad de las uvas de mesa recubiertas con recubrimientos comestibles de hidroxipropilmetilcelulosa que contienen extracto de propóleo. Utilizó un recubrimiento comestible a base de HPMC y extracto etanólico de propóleo en uvas variedad *Moscatel*. La metodología consistió en disolver 1,5%, 3% y 4,5% de HPMC en agua bidestilada a 80°C durante 2 horas y manteniendo en constante agitación, a cada formulación añadieron 3% de extracto etanólico de propóleo, luego la solución filmogénica se enfrió a 65°C, aplicaron por inmersión durante 1 minuto. Los resultados mostraron que los recubrimientos a base de extracto etanólico de propóleo mejoraron la apariencia de la uva, reduciendo la pérdida de peso y controlando la producción de CO₂. También revelaron una notable actividad antifúngica contra los hongos, mostrando un mayor efecto inhibitorio sobre *Aspergillus niger*. Los autores concluyen que el extracto etanólico de propóleo podrían ser considerados como buenos revestimientos para obtener productos más saludables.

Pastor et al. (11), evaluaron la calidad postcosecha de las naranjas, tratadas con recubrimiento de extracto etanólico de propóleo, gelatina y éster de sacarosa. Los estudios no presentan resultados. Posteriormente, cita que las películas elaboradas con HPMC y extracto etanólico de propóleo presentaron excelentes características reológicas. Concluyendo que los extractos etanólicos presentan viabilidad tecnológica como recubrimiento y como método de conservación de productos hortofrutícolas.

Con base en los estudios citados. Figueroa et al. (9), resaltan la importancia de evaluar la actividad antifúngica del extracto etanólico de propóleo en hongos del género *Colletotrichum* fundamentalmente las especies *C. gloeosporioides* y *C. acutatum* responsables de la antracnosis en frutas como el mango, papaya, aguacate, guanábana y las hortalizas durante su cultivo; enfermedad que constituye una limitante para la productividad y el mercadeo de la actividad frutícola. De otro lado consideran el efecto benéfico de las propiedades antioxidantes de los extractos de propóleo en la preservación del color y la apariencia de los frutos, aspecto relevante a controlar y estudiar en la implementación de recubrimientos para la conservación de las frutas del mango y palta.

De la misma forma Solano y Gante (8) y Rojas de Gante (5), formularon películas comestibles de harina de maíz morado (sin pericarpio) utilizando como plastificantes sorbitol y glicerol, y evaluaron el efecto de estos plastificantes sobre las propiedades mecánicas, térmica y microestructurales de las películas. Los resultados mostraron que las películas plastificadas con sorbitol presentaron mejores propiedades mecánicas y resistencia al agua cuando comparadas con las películas plastificadas con glicerol. Así mismo el glicerol confirió a las películas mayor rigidez y conservación de su integridad cuando inmersos en agua. Los estudios confirmaron la presencia de ligaciones químicas entre el sorbitol y la matriz polimérica de harina de maíz morado contribuyendo con la adición entre fases y la estructura de la matriz.

Guerreros (12), aplicó recubrimientos a base de goma de garrofín, cera de abeja y glicerol a albaricoques, los recubrimientos se formularon con carboximetilcelulosa, cera de abeja, trietanol amina y ácido oleico a melocotones. Para peras se formularon con carboximetilcelulosa, aceite de soja y oleato sódico. Togrul y Arslan (13), desarrollaron recubrimientos comestibles a base de celulosa y emulsificantes de cera carnauba y sales de ácidos grasos que prolongan el tiempo de vida útil de los mangos, reduciendo la tasa respiratoria y la senescencia de los mismos. También Freire (14) observó una reducción de la pérdida de peso, firmeza y de la incidencia de podredumbre, así como una conservación del color, pH y acidez en fresas y frambuesas a las que se aplicó recubrimientos a base de quitosano. Ayola y Hernández (15), observaron una reducción de la deshidratación y de la pérdida de firmeza en fresas recubiertas con quitosano y ácido oleico. Sin embargo, observaron una pérdida de aroma y sabor en estos frutos.

Márquez et al. (16), utilizaron en total de 300 frutos de primera calidad, dividieron en tres grupos, uno control sin recubrimiento y dos para ser tratados con recubrimientos de quitosano y sucroéster respectivamente. Las concentraciones de quitosano al 1,25% de contenido en sólidos y de sucroéster de ácidos grasos al 25,2% fueron utilizadas para preparar diluciones acuosas a 0,6% y 1,0% de contenido en sólidos (v/v), respectivamente, los frutos fueron inmersos durante 1 minuto en las soluciones, con una suave agitación para garantizar homogeneidad en la distribución. El control fue inmerso en agua durante el mismo tiempo. Tras la aplicación se dejaron secar durante 1 hora en condiciones ambientales de laboratorio y posteriormente se almacenaron a 20°C y 90% de HR. Los análisis de calidad de la fruta se realizaron al día 0, 8 y 16 de almacenamiento. La pérdida fisiológica de peso de los frutos aumentó con el tiempo de almacenamiento en todos los tratamientos como consecuencia de la transpiración. Los frutos tratados con los recubrimientos comestibles tuvieron menor pérdida de peso que el control, siendo el recubrimiento de quitosano 0,6%, el más efectivo, perdiendo 2,01% y 4,47%, mientras que los frutos tratados con el recubrimiento sucroéster 1,0% tuvieron mermas de 2,33% y 5,01% con respecto al control, que registró reducciones de peso de 2,61% y 5,79%, para los días 8 y 16 respectivamente. Varios autores han informado sobre el efecto de los recubrimientos comestibles para evitar la pérdida de peso en diferentes frutos. La inhibición de la producción de etileno en los frutos recubiertos puede obedecer a la barrera al oxígeno que ejercen las películas comestibles, lo cual se traduce en la reducción de la actividad de la enzima amino ciclo propano carboxil oxidasa (ACC-oxidasa), o enzima formadora de etileno (EFE), dependiente de oxígeno y directa precursora de la síntesis de etileno. Los frutos de níspero japonés tratados con el recubrimiento de quitosano 0,6% mostraron, para todos los tiempos de evaluación, menor tasa de producción de etileno frente al control, siendo de 26,8% y 34,4%, mientras que los porcentajes de disminución de la producción de etileno de los frutos tratados con el recubrimiento de sucroéster 1,0% fueron del 14,6% y 12,5%, para los días 8 y 16 respectivamente ($p < 0,05$), para el análisis sensorial en un mismo período de almacenamiento, los jueces no detectaron diferencias significativas entre los frutos recubiertos y los frutos control, lo que indica que la aplicación de los recubrimientos no modifica el sabor, ni propició la aparición de malos sabores (16).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Películas comestibles.

2.2.1.1. Características generales.

Las películas comestibles son láminas delgadas de material biodegradable que recubren un alimento, estas se aplican a fin de reducir la migración de vapor de agua, dióxido de carbono, aromas y/o lípidos en los alimentos, disminuir la cantidad de oxígeno disponible para los frutos, reducir la pérdida de agua del alimento y su tasa de respiración (17). Es una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento. Dichas soluciones formadoras del recubrimiento pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos (18).

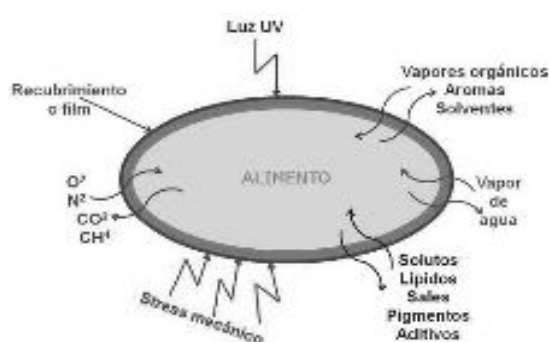


Figura 1. Control de transferencia de películas comestibles.
Fuente: (18).

Los polímeros utilizados para la elaboración de películas biodegradables pueden ser de origen natural (proteínas, almidón, lípidos, quitosano y otros) o de origen sintético (ácido poliláctico y polihidroxialcanoatos) (19). Se han desarrollado con el fin de extender el tiempo de vida útil de los productos alimenticios, usarse como soporte de agentes antimicrobianos, antioxidantes o nutrientes, para enlentecer la migración de humedad y lípidos o el transporte de gases y solutos. Éstos, deben poseer propiedades físicas y mecánicas que garanticen la adecuada adhesividad a los alimentos y manipuleo de ellos sin deterioro de las mismas y además, deben ser totalmente neutras con respecto al color, tacto y olor del alimento (20).

Un recubrimiento comestible es una película que envuelve al alimento y que puede ser consumida como parte del mismo y cuya función es mantener la calidad de los productos recubiertos que permitan evitar la pérdida de humedad, provocar una modificación de la textura, retardar cambios químicos que pueden afectar el color, aroma o valor nutricional del alimento; actuar como barrera al intercambio de gases que puede influir en gran medida en la estabilidad de los alimentos sensibles a la oxidación de lípidos, vitaminas y pigmentos; mejorar la estabilidad microbiológica y aumentar la integridad mecánica en el caso de las frutas y hortalizas (21).

Para la elaboración de las películas y recubrimientos comestibles pueden agruparse en tres categorías:

a. Polímeros: forman películas con buenas propiedades mecánicas y buena barrera para los gases O_2 y CO_2 , pero no impiden suficientemente la transmisión de vapor de agua. Los carbohidratos más estudiados son: celulosa y sus derivados, metilcelulosa, alginatos, pectinas, goma arábica, almidones y almidones modificados. Las proteínas; las provenientes de cereales como maíz, trigo o avena, las proteínas lácteas, las obtenidas de animales marinos como peces y camarones, la gelatina y proteínas de soya.

b. Lípidos: formados por compuestos hidrofóbicos y no poliméricos con buenas propiedades de barrera para la humedad, pero con poca capacidad para formar films. Reducen la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior y pueden mejorar el brillo y el sabor. Aportan resistencia al vapor de agua, permeabilidad selectiva al O_2 y CO_2 , la duración y la buena cohesión del films. Incluyen ceras: carnauba, abeja, acilglicéridos y ácidos grasos.

c. Compuestos: formulaciones mixtas de polímeros y lípidos que aprovechan las ventajas de cada grupo y disminuyen los inconvenientes. Se usan combinadamente para contrarrestar las deficiencias que presentan cada grupo de forma independiente (21).

2.2.1.2. Biopolímeros para la formación de películas comestibles.

2.2.1.2.1. Maíz morado.

El maíz morado (*Zea mays L.*), es originario de los andes peruanos, única en el mundo por poseer la coronta y los granos de un color morado característico, debido al pigmento que posee denominado antocianina (22). Las principales regiones productoras, Lima 24,2%, Arequipa 21,8% y Cajamarca 20,6%. El principal subproducto exportado fue la coronta de maíz morado (26,3% de maíz morado y derivados), la cual es demandada no sólo como colorante natural en la industria de alimentos y bebidas sino para su aplicación en el sector farmacéutico, por su alto contenido de antocianina. Le siguieron en importancia los envíos de concentrado de maíz morado 10%, extracto de maíz morado 6,2% y jugo 4,5% (23).



Figura 2. Maíz Morado.

Fuente: (23).

En la provincia de Abancay, la Central de Productores Abanquinos - CPA, que tuvo por finalidad participar en forma activa en el proceso productivo de la región, relacionándose con el mercado sobre las potencialidades que la región ofrece. A la vez desarrollaron el sub proyecto de investigación adaptativa "introducción del maíz morado como cultivo competitivo en la provincia de Abancay" (24).

2.2.1.2.1.1. *Propiedades y composición del maíz morado.*

- Durante el paso del tracto digestivo al torrente sanguíneo, las antocianinas permanecen intactas y ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo.
- Los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante.
- Su alto contenido de antocianina (pigmento azul morado) es un poderoso antioxidante natural, que previene la degeneración de algunas células del cuerpo.
- Contiene fitonutrientes, que carecen de valor nutricional, pero que protegen al cuerpo del impacto del medio ambiente, fortalecen la inmunidad y protegen contra sustancias cancerígenas.
- Protege enfermedades degenerativas como de la arteriosclerosis, la diabetes y la artritis.
- Reducir la presión arterial y el colesterol en la sangre.
- Mostró la supresión de células cancerígenas HCT-15 provenientes del colon humano y de células cancerígenas gástricas AGS al suministrar fracciones de antocianinas (23).
- Mostraron la disminución de la fragilidad y permeabilidad capilar; también efectos antiinflamatorios y actividad antiedema (25).

2.2.1.2.1.2. *Humedad.*

El contenido de humedad para harinas indica valores menores de 15% Normas Técnicas Peruanas (1985). La FAO (1993), menciona los tipos de maíz presentan variación en su humedad entre 9,5 y 12,3%. Proviene de cereales, leguminosas y raíces o una combinación de ellas (26).

Tabla 1. *Composición química proximal de harinas.*

Cereales	Composición química (%)					
	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	Fibra	Carbohidratos
Harina de trigo	13,8	11,9	1,45	0,94	1,15	71,36
Harina de maíz	12,3	9,0	4,5	1,5	2,0	73,8
Harina de cebada	9,3	9,6	1,3	1,5	1,1	78,3
Harina de arroz	13,4	7,4	0,9	0,6	0,6	77,7

Fuente: (26).

2.2.1.2.1.3. *Antocianinas.*

Las antocianinas (griego *anthos* flor, y *kyanos* azul), son el grupo más importante de pigmentos solubles al agua y visibles para el ojo humano. Forman parte de la familia de los polifenoles (prevención contra cáncer, propiedades antiinflamatorias, antialérgicas, antitumorales, antimicrobianas y antioxidantes) y se definen como flavonoides fenólicos. Los colores rosa, rojo, azul, malva y violeta de las flores, frutas y verduras se deben a la presencia de estos pigmentos. El interés por estos pigmentos y su investigación científica se han incrementado en los últimos años, debido no solamente al color que confieren a los productos que las contienen sino a su probable papel benéfico en la salud.

Además de su papel funcional como colorantes, pueden ser agentes potenciales en la obtención de productos con valor agregado para el consumo humano. El pigmento mayoritario en el maíz morado es la cianidina-3-β-glucósido, importante antioxidante que posee conocidas propiedades farmacológicas, nutraceuticas y efectos benéficos para la salud humana. Además, se han encontrado pigmentos en variedades de maíz morado: pelargonidina-3-glucósido, peonidina-3-glucósido, cianidina-3-maloilglucósido, pelargonidina-3-malonilglucósido y peonidina-3-malonil-glucósido (25). Presentan las siguientes características:

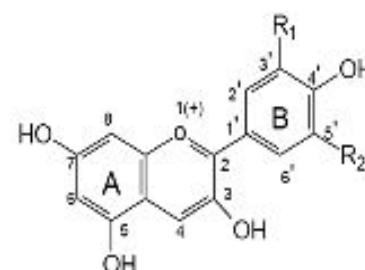
a. Estructura y coloración.

Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas, pertenecientes a la familia de los flavonoides, de amplia distribución en la naturaleza. Están compuestas por dos anillos aromáticos A y B unidos por uno heterocíclico con oxígeno (25). El núcleo central flavilo constituye la antocianidina, que unida a la fracción azúcar, forma las antocianinas. Se conocen aproximadamente 20 antocianidinas, las seis más importantes y de interés en los alimentos resultan de las variaciones estructurales del anillo B. pertenecen al grupo de los flavonoides, contiene quince carbonos (C₆-C₆-C₃), ordenados en dos anillos aromáticos (anillo A benzoiil y anillo B hidroxicinamoil) unidos por un tercer anillo que consta de tres carbonos y un oxígeno (C₃O).

El color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos hidroxilo y metóxilo de la molécula. Forman complejos o sales con cationes metálicos como el sodio, potasio, calcio, hierro, magnesio, estaño o aluminio (27).

Tabla 2. *Sustituyentes y estructura de las antocianinas.*

Antocianidina	Substitución		λ max (nm)	
	R ₁	R ₂	espectro visible	
Pelargonidina	H	H	494	(naranja)
Cianidina	OH	H	506	(naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508	(azul-rojo)
Peonidina	OCH ₃	H	506	(naranja-rojo)
Petunidina	OCH ₃	OH	508	(azul-rojo)
Malvidina	OCH ₃	OCH ₃	510	(azul-rojo)



Fuente: (27).

b. Efecto del pH.

El principal factor del medio que afecta la estabilidad del color de las antocianinas es el pH. Actúan como indicadores ácido-base, puesto que el color resultante está en función de la estructura que se encuentre en mayor proporción a determinado pH.

Son más estables en un medio ácido que en un medio neutro o alcalino. Dependiendo del pH pueden existir en cuatro especies diferentes: catión flavilio, pseudobase carbinol, chalcona y base quinoidal (28).

c. Determinación por el método de pH-diferencial.

Se puede cuantificar las antocianinas por cromatografía HPLC con UV-Vis o detectores de matriz fotodiodos (PDA) usando patrones externos, para la presente investigación se cuantificó por el método de pH diferencial. Los pigmentos de antocianina experimentan transformaciones estructurales reversibles con un cambio en el pH, observable en los espectros de absorbancia UV-Vis que son sorprendentemente diferentes. La forma de oxonium coloreada predomina a pH 1,0 y la forma hemiacetal incolora a pH 4,5.

Este método se basa en este cambio y permite una medición precisa y rápida de las antocianinas totales, incluso en presencia de polimerizados, pigmentos degradados y otros compuestos interferentes. La concentración de antocianina monomérica se determinó por el método pH-diferencial propuesta por Giusti (28) y Barragan (29), para ello, una alícuota de extracto de antocianina se mezcló con solución tampón a pH 1,0 de cloruro de potasio 0,025M y otro con tampón a pH 4,5 de acetato de sodio 0,4M. Este es un método espectrofotométrico que se basa en la transformación estructural de las antocianinas con el cambio de pH (pH 1,0 coloreadas y pH 4,5 incoloras). La diferencia en la absorbancia a la longitud de onda de máxima absorción 510nm es proporcional al contenido de antocianinas. Posteriormente y con el propósito de efectuar la corrección de la medida debida a la presencia de compuestos degradados o sustancias interferentes como el hemiacetal y chalcona, se midió la absorbancia a 700nm.

2.2.1.2.1.4. Almidón.

Este polisacárido ha sido considerado durante muchos años como un polímero con alto potencial para formar películas biodegradables, debido a que es un material de alta disponibilidad, bajo costo, renovable y biodegradable. Se usa en la fabricación de empaques en distintos niveles, ya que puede combinarse con plásticos en pequeñas cantidades con el fin de incrementar el grado de biodegradación de estos o emplearse para fabricar empaques con muy altos contenidos de almidón (3). Químicamente el almidón está conformado por polímeros de glucosa unidos por enlaces glucosídicos α (1-4) y α (1-6), dando lugar a dos fracciones básicas la amilosa 25% y la amilopectina 75% (30).

La formación y las propiedades de películas comestibles elaboradas con diferentes tipos de polisacáridos entre los que se encuentran: los almidones y derivados de almidones, los alginatos, los derivados de celulosa, las carrageninas, varias gomas producidas por microorganismos, el quitosano, y las pectinas. Generalmente en películas las propiedades funcionales de estos materiales hidrofílicos dependen directamente del contenido de agua y de la humedad relativa circundante. Además, Las propiedades de barrera y mecánicas de las películas de polisacáridos están fuertemente relacionadas con el contenido de agentes plastificantes, como agua y glicerol, dentro de sus matrices. La aplicación de estas películas en frutas y vegetales han sido utilizadas principalmente para la modificación de atmósferas internas. Las películas de polisacáridos son flexibles, transparentes, inodoras y con baja permeabilidad al vapor de agua, debido a estas características, diversos trabajos de investigación relacionados con el tema han sido enfocados en su uso para la conservación de frutas y vegetales (3).

La adición de polímeros naturales como el almidón al interior del polietileno en forma granular entre 6 y 30%, es una aproximación en la fabricación de empaques biodegradables. Las películas de almidón y polietileno de baja densidad (LDPE) contienen hasta un 30% de almidón, mostrándose como un material parcialmente biodegradable (31).

Tabla 3. *Porcentaje de amilosa y amilopectina de almidones de diferente origen.*

Fuente	% Amilosa	% Amilopectina
Trigo	26	74
Cebada	22	78
Maíz	28	72
Avena	27	73
Arroz	18	82
Patata	23	77

Fuente: (32).

La amilosa es una molécula lineal con dominio amorfo (alfa glucopiranosil unidos por enlace 1,4 glicosídicos) y la amilopectina con dominio cristalino (alfa glucopiranosil unidos por enlace 1,4 glicosídicos y por alfa 1,6 en los puntos de ramificación). Es hidrofóbico debido a la presencia de tres grupos hidroxilos en cada unidad monomérica, este cambia su contenido de humedad conforme cambia la humedad relativa, es térmicamente estable, hasta cierto grado el tratamiento térmico del almidón seco (pirólisis) puede inducir cambios irreversibles en la estructura física y propiedades químicas. Los gránulos de almidón se hinchan debido al incremento en la difusión y pérdida de la cristalinidad, el calentamiento del almidón en soluciones acuosas a temperatura de 60°C a más rompe gránulos irreversiblemente, por pérdida de la refringencia, proceso llamado gelatinización (32).

Debido a su abundancia y bajo costo de producción, existe un gran interés en la utilización de almidón como componente de películas, estas son claras, flexibles, transparentes y presentan excelentes barreras de oxígeno. Sin embargo, sus propiedades de barrera contra la humedad no son tan buenas, la matriz o red es normalmente formada durante el secado de una dispersión gelatinizada debido a los puentes de hidrogeno que se establecen entre los grupos hidroxilo (33).

En general un incremento en el contenido de amilosa dará como resultado películas con mayor dureza, en un estudio realizado se observó que al aumentar el contenido de amilosa de 14,2 a 18,4% la fuerza tensil tuvo un incremento de 7,4 a 9,6Pa. El almidón extruido en condiciones de humedad 15-25% y temperatura 160-200°C tiene estructura amorfa, después del enfriamiento forma complejo tipo V amilosa-lipídico (almidón provienen de maíz o trigo, contienen ácidos grasos libre y fosfolípidos), el almidón 15% de humedad presenta una tensión inicial de 20-30Pa y 10-15% de elongación (3).

El almidón en su estado nativo es insoluble en agua. Forma una suspensión temporal de grandes partículas, que no se disuelve en el medio que las rodea y se depositan en el fondo de un recipiente con líquido a menos que se agite (34).

Las partículas pueden embeber una pequeña cantidad de agua, pero generalmente, la formación de una suspensión supone un cambio mínimo del almidón. La captación de agua por el almidón es reversible si el almidón se seca mientras no se ha cocido (34).

La gelatinización ocurre cuando se hidratan al calentarse en medio acuoso. Provoca el colapso (ruptura) del orden molecular, manifestado por cambios irreversibles del gránulo de almidón en las propiedades tales como la fusión de las zonas cristalinas del gránulo, pérdida de birrefringencia y solubilización de las moléculas que conforman el almidón (17). “La birrefringencia es una propiedad óptica del almidón en el que los gránulos presentan dos índices de refracción por lo cual cuando se irradian con luz polarizada desarrollan la conocida cruz de malta” (32). Factores que afectan:

Agitación: “La agitación o el dar vueltas, tanto inicialmente como durante el proceso de gelatinización, permite a los gránulos de almidón hincharse independientemente y crear una mezcla más uniforme, sin grumos. Sin embargo, la agitación excesiva después de que se completa la gelatinización puede romper los gránulos y en consecuencia, aumentar la fluidez de las mezclas de almidón”.

Temperatura: “La gelatinización del almidón se completa a 88-90°C y hasta 95°C; aunque los almidones varían en su temperatura de gelatinización” (34).

2.2.1.2.2. Propóleo.

El propóleo es recolectado por las abejas (*Apis mellifera*), se le atribuyen efectos benéficos sobre la salud humana, por contar con propiedades biosidas contra bacterias, hongos, protozoos y virus (35), (36). Además, ha sido reportada su acción antiinflamatoria, antioxidante y anticancerígena. Es ampliamente utilizado en alimentos y bebidas, ya que mejora la salud humana. Contiene más de 300 compuestos, tales como los polifenoles, aldehídos fenólicos, sesquiterpenos, quinonas, coumarinas, aminoácidos, esteroides y compuestos inorgánicos (37). Es una mezcla químicamente compleja, que puede estar constituido por más de 150 componentes, cuya diversidad depende del origen fitogeográfico. Es por ello que su composición química es compleja y variada, responsable de una amplia actividad biológica: antibacteriana, antifúngica, antiviral, anestésica, inmunoestimulante, cicatrizante, antiinflamatorio, antitumoral, hepatoprotector y antioxidante (2).

Desde la época de los antiguos griegos, romanos y egipcios se usaba el propóleo con fines medicinales (37), siendo en la actualidad una práctica que permanece dentro de la medicina alternativa para curar enfermedades infecciosas de tipo bacteriano. La acción contra microorganismos es una característica esencial y común, ha sido empleada por el hombre para su beneficio durante muchos años. Debido al creciente uso en la medicina tradicional, éste se ha convertido en el centro de intensas investigaciones químicas y farmacológicas en los últimos 40 años. Numerosos artículos han demostrado la gran versatilidad de aplicaciones farmacológicas, tales como: antibacteriano, antifúngico, antiviral, antiinflamatorio, antioxidante, hepatoprotector, antiulceroso e inmuno estimulante. Ha penetrado con fuerza en el campo de la cosmética, la industria alimentaria y la conservación de materiales (37).

Los principales componentes del propóleo son resinas y bálsamos que contienen flavonoides y ácidos fenólicos, aceites volátiles, polen e impurezas. Sin embargo, los compuestos activos de interés médico son los flavonoides que incluyen flaconas, flavonoles, flavononas y flavononoles. Se le atribuye efectos antiinflamatorios, inmunoestimulantes, hepatoprotectores, carcinoestáticos, antimicrobianos, antivirales, antifúngicos, antiprotozoarios, anestésicos y de regeneración tisular (38). Investigaciones muestran que la efectividad antimicrobiana depende del solvente empleado, la procedencia del propóleo y la especie bacteriana evaluada (39).

La geografía peruana y su diversa vegetación prestan apropiadas condiciones para el desarrollo de la apicultura, estando en vías de ser una industria. Actualmente la producción de propóleo aún se realiza a pequeña escala, a través de su principal derivado: la tintura de propóleo, solución alcohólica de concentración desconocida. En los últimos años se vienen desarrollando investigaciones relacionadas con los beneficios para la salud humana de productos producidos por las abejas, siendo el propóleo uno de ellos. Producto resinoso y complejo, con variabilidad en el color y el aspecto. Puede variar de una región a otra, ya que su presencia se asocia en parte a las resinas que las abejas recogen de las plantas presentes en el entorno. En el valle de Oxapampa, departamento de Pasco, se ha logrado estandarizar denominándolo propóleo peruano, comprobando que su producción es de alta calidad (38).

Dada sus propiedades antimicrobianas, ha sido objeto de innumerables estudios donde se ha evaluado el efecto inhibitorio sobre bacterias tales como: *Escherichia coli*, *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescence*, *Listeria monocytogenes*, *L. innocua*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhimurium*, *S. enteritidis*, *Streptococcus agalactiae*, *S. mutans*, *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *Shigella dysenteriae*, *Yersinia enterocolitica*, *Pantoea agglomerans*, *Vibrio cholerae*, entre otras (37) y (36).

Se reportan más de 300 diferentes constituyentes químicos, tales como polifenoles (flavonoides, ácidos fenólicos y sus ésteres), terpenoides, esteroides, aminoácidos, etc. Se considera a los flavonoides, ácidos aromáticos, diterpenoides y compuestos fenólicos como los principales constituyentes químicos responsables de las propiedades biológicas del propóleo (36). Los flavonoides son productos naturales ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Esta es una de las razones que justifica su abundancia en propóleo fundamentalmente de zonas templadas, aunque no son exclusivos de esta localización. Presentan un esqueleto carbonado $C_6-C_3-C_6$, donde los grupos C_6 se corresponden con agrupamientos bencénicos y la porción C_3 se presenta formando parte de un heterociclo generalmente (36). Extractos de propóleo de diferentes orígenes geográficos han mostrado actividades antibacterianas (*Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*), antifúngicas (*Candida albicans*) y antivirales (*Avian influenza virus*), frente a cocos Grampositivos: *Sarcina lutea*, *Staphylococcus aureus*; frente a bacilos Gramnegativos: *Bacillus subtilis*, *Bacillus larvae*, (causante de la loque americana), *Corvnebacterium equi*; algunas especies de mohos (*Aspergillus ochraceus*) y levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) (37).

2.2.1.2.3. Aditivos para la formación de películas comestibles.

2.2.1.2.3.1. Glicerol.

Es un compuesto químico también llamado glicerina, es un líquido viscoso sin olor ni color y ampliamente usado en la industria farmacéutica. Posee tres grupos hidroxilos que son responsables de su solubilidad en agua y su naturaleza higroscópica, es el componente central de algunos lípidos, es ligeramente dulce y de baja toxicidad. Gracias a la presencia de grupos OH en su estructura, el glicerol es capaz de vincularse a través de puentes de hidrogeno con las cadenas de almidón, impidiendo el completo ordenamiento de las mismas debido a que se interpone entre estas (33).

El efecto global del reemplazo de interacciones polímero por interacciones plastificante-polímero es la reducción de la rigidez de las películas. El tamaño molecular la configuración y el número total de grupos hidroxilo funcionales del plastificante, como así también su compatibilidad con el polímero, afectan el tipo y cantidad de interacciones entre el plastificante y las cadenas poliméricas (33).

Incrementa su permeabilidad al vapor de agua, esto debido a la naturaleza hidrofílica el cual fácilmente forma puentes de hidrogeno con las moléculas de agua. Sustancia no volátil, al ser añadida a un polímero modifica las propiedades fisicoquímicas y mecánicas. Tienen la propiedad de debilitar las fuerzas intermoleculares entre las cadenas poliméricas adyacentes de los diferentes biopolímeros, haciendo que las películas seas más flexibles y con menor fuerza de tensión. Esta reducción en las uniones internas implica a su vez una menor cohesión del conjunto y una malla estructural más espaciada, que facilita la difusión de los gases y el vapor de agua a través de los films (40).

Consideran como plastificante más efectivo a aquel que más se asemeja químicamente al polímero que plastifica, enfatizando que el polímero y el plastificante deben presentar solubilidades similares con respecto al solvente utilizado para la obtención de la película. Los plastificantes más utilizados en recubrimientos y películas comestibles son polioles (glicerol, sorbitol y polietilenglicol), oligosacáridos (sacarosa, glucosa y fructosa) y lípidos (ácidos grasos y monoglicéridos). El agua también actúa como plastificante en las películas (41).

2.2.1.2.3.2. Agua.

El agua es el mejor plastificante, aunque no debe encontrarse en proporciones muy altas con relación al almidón, porque para extraerla de la mezcla, es necesario elevar la temperatura a la de ebullición del agua, lo que puede degradar la estructura del almidón; al igual que el agua, la glicerina es un plastificante y además brinda humectación al polímero (42).

Ciertas sales inorgánicas como el cloruro de sodio (NaCl) mejoran propiedades al polímero como la transparencia y la resistencia al esfuerzo cortante. El contenido de agua del almidón puede variar desde un almidón prácticamente seco hasta un contenido de humedad del 25% en peso. Preferiblemente entre 2 y 5%. El contenido final de agua en el producto ya procesado de ser menor del 1% preferiblemente (42).

2.2.1.2.3.3. *Etanol.*

El etanol (C_2H_5OH), es un alcohol con una temperatura de ebullición de $78,4^{\circ}C$. Además de usarse con fines culinarios (bebida alcohólica), se utiliza ampliamente en muchos sectores industriales de alimentos y farmacéutico. Es un buen disolvente importante para las proteínas y el almidón, y puede utilizarse como anticongelante y un desinfectante. Su mayor potencial bactericida se obtiene a una concentración de aproximadamente el 70%, ya que se reduce la tensión superficial de la célula bacteriana, facilitando el proceso de desnaturalización proteica (43).

2.2.1.3. *Tecnologías para la aplicación de películas y recubrimientos comestibles.*

Actualmente se desarrollaron varios métodos para la correcta aplicación de las soluciones filmogénicas sobre los alimentos, las técnicas de inmersión o spray se utilizan para recubrimientos comestibles y el casting para películas comestibles (44):

2.2.1.3.1. *Casting.*

Mediante esta técnica se obtiene películas pre moldeadas, consiste básicamente en la obtención de una dispersión uniforme compuesta por biomoléculas (proteínas, polisacáridos, lípidos), plastificante y agua. Luego se vierte sobre una placa de material inocuo (acero inoxidable) donde se deja secar para que se forme la película. La velocidad de secado junto con la temperatura y humedad son condiciones determinantes para la calidad de la película (transparencia, consistencia, propiedades mecánicas), por lo tanto, deben ser controladas correctamente.

2.2.1.3.2. *Inmersión.*

Este método consiste en la aplicación de las matrices comestibles, sumergiendo el alimento en una solución filmogénica preparada, se utiliza especialmente en alimentos cuya forma es irregular que requieren de una cobertura uniforme y gruesa. Es importante que el producto esté previamente lavado y secado, y que una vez retirado de la solución se deje drenar el excedente de solución para lograr un recubrimiento uniforme.

2.2.1.4. *Aplicación de recubrimientos comestibles.*

La utilización de recubrimientos comestibles sobre productos alimenticios se realiza con el objetivo de aumentar el tiempo de vida útil en almacenamiento y mejorar los aspectos de varios alimentos. Actualmente el uso de recubrimientos comestibles se ha extendido a muchos alimentos, esto se debe al desarrollo de formulaciones innovadoras respecto a los biopolímeros utilizados para su composición, según el tipo de biopolímeros (proteínas, polisacáridos, lípidos). Dichas funciones están asociadas a la preservación de la calidad fisicoquímica y organoléptica de los productos sobre los cuales se aplica y consiste principalmente en servir como barrera en la transferencia al vapor de agua de distintas sustancias, desde el alimento hacia el exterior y viceversa (7).

Para la presente investigación la solución filmogénica se aplicó mediante el método de inmersión a la palta fuerte.

2.2.1.4.1. *Palta fuerte.*

La palta (*Persea americana*), es una fruta apreciada en el mercado mundial por su consistencia suave, su exquisito sabor, su alto valor nutritivo y sus amplias posibilidades de uso no solo en la culinaria sino en procesos industriales. Se estima que contiene un fuerte componente vitamínico A, C y E, además de extraordinarias propiedades para eliminar el colesterol, por contener lipoproteínas de baja densidad. A su vez, su consumo evita el riesgo de desarrollar arteriosclerosis, siendo beneficioso para controlar el asma y la artritis reumatoide (45). La porción amarilla del mesocarpio se debe el color a los pigmentos de beta carotenos, criptoxantina, luteína, crisantemaxantina e isoluteína (46).

Es de color verde, de aspecto periforme, con 300 a 400 gramos de peso, de 10 a 12cm de largo y de 6 a 7cm de ancho. La piel de 0,84mm y es ligeramente áspera, la pulpa con unos 70%, se separa con facilidad de la pulpa, en la maduración la piel se mantiene verde. La pulpa tiene una textura mantecosa, cremosa, de color verde pálido y de excelente sabor, tiene poca fibra. La semilla de tamaño medio; variando su contenido de aceite entre 18 y 26% cuando está madura (46).



Figura 3. Palta, variedad fuerte.
Fuente: (46).

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), las áreas cosechadas han ido incrementando en estas últimas décadas de manera sostenida. Para el año 2 mil las áreas cosechadas fueron 340 mil hectáreas, en el año 2006 con un aumento de fronteras agrícolas en 16% las áreas cosechadas se incrementaron a 394,8 mil hectáreas y para el año 2012 se disponía de 486 mil hectáreas, reflejando un incremento del 43% respecto al año 2000. En el Perú el área cosechada ha ido creciendo y actualmente se ubica en el sexto lugar del ranking mundial de países con mayores áreas cosechadas de paltas, con 20 mil hectáreas en el año 2012 (24).

2.2.1.4.1.1. *Composición química del producto.*

Posee un alto valor nutricional como hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas A, C, D, B₆ y E (importante antioxidante), fibra, agua y minerales, siendo abundante en potasio, fósforo y magnesio pero pobre en sodio. Su valor calórico es elevado con respecto a otras frutas, 100 gramos de pulpa aporta 160 calorías. Es considerado un alimento funcional, es decir, que va más allá de sus ingredientes nutricionales básicos y presenta propiedades específicas benéficas para la salud. La grasa que contiene es monoinsaturada, el 72% es ácido oleico (característico del aceite de oliva); estudios realizados demostraron que la ingesta sostenida de palta tiene como consecuencia una disminución de los niveles de colesterol y lípidos en general en la sangre (47).

El nivel de azúcar es relativamente bajo; es una excelente fuente de potasio, fósforo y contiene ácidos grasos monoinsaturados que reducen de manera efectiva el nivel de colesterol en la sangre, ayudando en la prevención de enfermedades coronarias. El aceite presenta un nivel de digestibilidad de 93,8% y es rico en vitamina A, B, C y E. Está compuesto por ácido palmítico 7%, esteárico 1%, oleico 79% y linolénico 13% (47).

Tabla 4. *Composición química de palta en 100 gramos.*

Componentes	Variedad	
	Hass	Fuerte
Agua (%)	74,40	71,20
Grasa (%)	20,60	23,40
Proteínas (%)	1,80	2,00
Fibra (%)	1,40	19,00
Ceniza (%)	1,20	1,20
Ácido ascórbico (mg)	11,00	6,00
Niacina (mg)	1,90	1,50
Vitamina B6 (mg)	0,62	0,61
Potasio (mg)	480,00	460,00
Fosforo (mg)	14,00	29,00
Magnesio (mg)	23,00	23,00

Fuente: (46).

2.2.1.4.1.2. Índice de madurez y contenido de aceite.

El proceso de maduración, está marcado por una variedad de cambios bioquímicos que incluyen incrementos de la producción de etileno, la respiración, ablandamiento y desarrollo de componentes de sabor. La palta no alcanza la madurez de consumo en el árbol, sino después de que se cosecha. Este fenómeno parece estar explicado por la presencia de una sustancia que actúa como regulador de la maduración y que se trasloca desde el pedúnculo una vez que se independiza el fruto del árbol (45).

El progresivo reblandecimiento del fruto y el desarrollo de un sabor aceptable, son indicadores de la madurez (46). Antes se observan ligeros cambios en la consistencia del fruto debido a la pérdida de agua. Una vez que se alcanza la madurez fisiológica, la tasa de reblandecimiento postcosecha se torna progresivamente menor conforme se acerca a la madurez de consumo. La madurez está basada en el metabolismo de lípidos, con una rápida acumulación de aceite y de materia seca; el mayor incremento es del ácido insaturado oléico, que es el principal constituyente. Este incremento de aceite va acompañado de una disminución en la concentración de azúcares que revela la importancia de los azúcares solubles en los procesos de respiración asociados con la fisiología postcosecha y madurez de fruto. El proceso de ablandamiento de la palta con sabor aceptable ocurre sólo cuando un cierto nivel de madurez ha sido logrado (48).

Antes de que la madurez sea alcanzada, sólo un leve ablandamiento puede ocurrir debido predominantemente a la deshidratación como resultado de la pérdida de agua siendo pobre en sabor. Cambian de apariencia a medida que se acercan a su madurez; la cascara pierde su brillo, suavidad y se pone más opaca (48).

En la práctica, la referencia del contenido de aceite es utilizada para dos importantes variedades comerciales "Fuerte" y "Hass". Así en California se aplica desde 1930 imponiendo a los productores no comercializar con un contenido de aceite inferior a 8%. En Israel se recomienda no cosechar las variedades "Fuerte", "Hass" y "Ettinger" mientras el contenido de aceite no alcance 9%. En Australia el mínimo requerido para la variedad Hass es 10%. En Sudáfrica el estándar es 8%. En Queensland (Australia) se ha determinado que la calidad organoléptica de la palta es mediocre cuando tiene un contenido de materia seca inferior o igual a 21% (49). Tanto en California, como en Israel y en España tiende a considerarse un porcentaje mínimo de 22%. En la composición de lípidos de palta almacenada se ha encontrado cambios significativos de acuerdo a la composición de la atmósfera que rodea a la fruta, los porcentajes de ácidos grasos poliinsaturados en la fruta fueron más altos en atmósfera más oxigenada. Existe una estrecha relación entre el incremento del porcentaje de aceite y la disminución en el porcentaje de agua durante la maduración (50). Un contenido de 11,15% de aceite correspondiente a un 78,72% de humedad como el momento óptimo de cosecha para obtener una buena aceptación del consumidor, niveles superiores a 10% y un 11% de aceite para tener un fruto de una palatabilidad aceptable (51).

A diferencia otros frutos, no puede alcanzar la fase climatérica, durante todo el tiempo que permanece en el árbol. Esta característica puede ser ventajosa, al pensar que se puede acomodar la cosecha a las necesidades del mercado, pero también puede presentar problemas, tanto por una recolección temprana como por una demasiado tardía. Lo primero pudiera implicar la presencia de una fruta con bajo contenido de aceite, presencia de fibra o aspecto arrugado. Por otro lado, una cosecha tardía, involucra una corta vida comercial, un excesivo contenido de aceite y germinación de la semilla (49).

La modificación de la textura está influenciada por la degradación de los hidratos de carbono poliméricos, especialmente por los geles de almidón y pectina de la laminilla media la que aseguran entre las paredes celulares vecinas manteniendo unidas unas células a otras. El cambio más importante en la maduración es la conversión del almidón en azúcares. Estas transformaciones tienen el doble efecto de alterar tanto el sabor como la textura del producto, el aumento de contenido de azúcares los hacen dulces e incrementan su aceptabilidad incluso en los frutos no climatéricos. Además, disminuye el contenido de ácidos orgánicos, que son convertidos en azúcares, los ácidos pueden considerarse como una reserva energética más de la fruta, siendo por consiguiente de esperar que su contenido decline en el periodo de actividad metabólica máxima. Las proteínas como los aminoácidos libres constituyen componentes minoritarios de las frutas, si se dan modificaciones en los componentes nitrogenados que indican variaciones en la actividad metabólica en las diferentes fases de crecimiento (12).

Durante el periodo climatérico, se produce en numerosos casos, un descenso en la tasa de aminoácidos libres que con frecuencia no es el reflejo de un incremento de la síntesis proteica. Durante la senescencia aumenta, en cambio, el nivel de los aminoácidos libres, lo que revela una degradación de las enzimas y una disminución de la actividad metabólica. La variación de pH postcosecha está relacionada a la desintegración de la lámina media en la pared celular. El secuestro o acomplejamiento del calcio junto con el aumento de las fisuras de las membranas, permiten cambios en el pH de la pared celular y la liberación de sustancias pécticas unidas a calcio (12).

2.2.1.4.1.3. Pardeamiento enzimático.

La destrucción de la polifenoloxidasas (PFO), para inhibir el pardeamiento enzimático no contempla el tratamiento térmico, debido a que este produce la liberación de algunos compuestos, aromas y sabores desagradables en el producto. El mejor inhibidor de la PFO en la palta es la cisteína, pero es inadecuada porque altera las características del olor y sabor, además que su uso queda limitado por detección sensorial a concentraciones tan bajas que pierde su efecto inhibidor. Existen varias formas de evitar el pardeamiento enzimático en la palta, pero todas ellas apuntan a inhibir la enzima o a eliminar el oxígeno, ya que sobre el sustrato oxidable no es posible actuar (52). Uno de los principales problemas en el proceso de industrialización de la palta como pulpa es el pardeamiento, alterando la apariencia produciendo cambios de aroma y sabor. Es la transformación de compuestos fenólicos en polímeros coloreados, frecuentemente de colores pardos o negros los cuales son denominados melaninas (53).

Para que se produzca el pardeamiento enzimático oxidativo es necesaria la presencia de tres componentes: oxígeno, enzima y sustrato oxidable (tirosina, catecol, ácido gálico, hidroquinonas, antocianos, flavonoides y otros). La ausencia o inactivación de uno de estos componentes, evitará el oscurecimiento enzimático y producción de características indeseables, a la vez pueden ser catalizado por varios factores como: daño mecánico en el transporte, pelado, corte, golpes y pulpeado (54).

2.2.1.4.1.4. La cosecha.

De forma manual o con tijera, se debe dejar el pedúnculo de 0,5cm de largo, si se elimina o se deja muy corto, acelera la maduración, el deterioro y más susceptible a la entrada de patógenos (45).

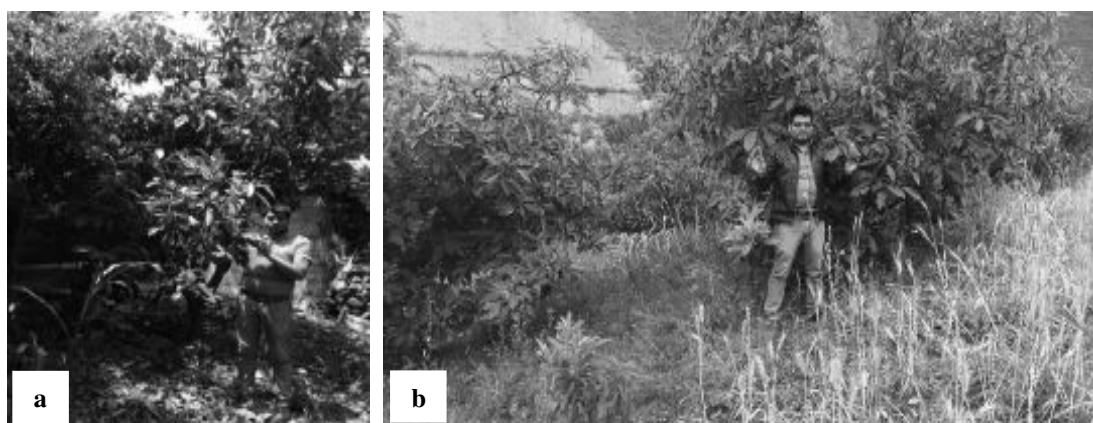
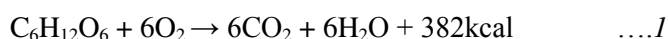


Figura 4. Fotografías (a y b): cosecha de palta fuerte en la comunidad de Supalla - Aymaraes.

La Ley N° 422 se creó en el año 1925 para proteger al consumidor, sobre estandarización de paltas del estado de California. Fijando en forma arbitraria que un fruto estaba legalmente maduro cuando su contenido de aceite alcanza 8% peso fresco (55).

2.2.1.4.1.5. Tasa de respiración.

Las células vegetales continúan siendo metabólicamente activas después de la cosecha, y siguen obteniendo la energía necesaria del proceso de respiración aeróbica. Se puede apreciar la ecuación general de respiración, este proceso consume O₂ y produce CO₂, por lo que es de esperar que la concentración de estos elementos en la atmosfera que rodea, tenga un efecto directo sobre la tasa respiratoria (33).



La ventaja del uso de recubrimientos es que forman una barrera en la superficie del fruto, modificando la composición gaseosa interna, disminuyendo la tasa de respiración y por lo tanto, prolongando el tiempo de vida útil. Sin embargo, cabe rescatar que la disminución de la tasa respiratoria y el retraso de la madurez se obtiene siempre y cuando el fruto se mantenga respirando en forma aeróbica. Para todo producto existen límites mínimos de O₂ y máximos de CO₂ dentro de los cuales la modificación de la atmosfera es beneficiosa. Fuera de ellos, dicha atmosfera puede tener efectos perjudiciales, tales como la maduración desuniforme, inducción o incremento de la incidencia de desórdenes fisiológicos, y desarrollo de malos olores y sabores debido a la acumulación de productos de la fermentación (33).

Una concentración mínima de O₂ al 1 a 3%, es necesario para prevenir un cambio de respiración aeróbica a respiración anaeróbica. Asimismo, indica que niveles de CO₂ superiores a 20%, pueden resultar en la acumulación de etanol y acetaldehído dentro de los tejidos vegetales (56). A la vez observaron un retraso de 2 días en el patrón respiratorio climatérico de frutos de aguacate recubiertos con películas comestibles. Ellos reportaron valores máximos de producción de CO₂ de 127mL/kg.h para los frutos recubiertos, después de mantenerlos 8 días a 20°C (57).

2.2.1.4.1.6. Conservación de la palta en refrigeración.

El uso del frío como medio de conservación, se basa en la disminución de la temperatura, de tal manera desacelera la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas del producto, así como las reacciones metabólicas celulares, conservando la calidad del producto por más tiempo. Al bajar la temperatura, se produce una detención del proceso evolutivo del producto frutícola, interfiriendo directamente en los procesos de maduración, así como la actividad microbiana (4).

Temperatura mayor a 0°C, alarga la vida útil de los alimentos frescos o elaborados, detiene reacciones enzimáticas y químicas (oxidación, fermentación, desnaturalización de proteínas), permite controlar la pérdida de calidad de los alimentos, pero conserva el alimento sólo a corto plazo. Este último se presenta como una desventaja frente a la congelación, la cual permite conservación de los alimentos a largo plazo, aumentando el tiempo de vida útil y manteniendo la calidad de los mismos (58).

Los principales componentes a considerar son la temperatura, la humedad relativa y la cámara de refrigeración. Cada fruta tiene un requerimiento específico de temperatura y humedad relativa para su conservación (58). Las temperaturas óptimas recomendadas por la Universidad de California son:

- 5-13°C (41-55°F) para paltas verde-maduro.
- 2-4°C (36-40°F) para paltas maduras, con una humedad relativa optima de 80-90%.
- 3-7°C (37-45°F) para variedades Fuerte y Hass, para una vida de anaquel de 4 a 8 semanas.

2.2.1.4.1.7. Enfermedades y fisiopatías de postcosecha.

a. Antracnosis.

Es causada por *Colletotrichum gloeosporioides* y *acutatum*, aparece cuando la fruta comienza a suavizarse, como manchas negras circulares, que se cubren de masas de esporas rosáceas en estadios más avanzados. La pudrición puede penetrar la pulpa e inducir pardeamiento y rancidez. Este hongo causa oscurecimientos circulares que van desde el tamaño de un punto hasta círculos de 4cm de diámetro; conforme el fruto va madurando la infección crece rápidamente hacia el interior de la pulpa, causando oscurecimiento de gris a negro y disminuyendo la firmeza. Este hongo es considerado patógeno oportunista; requiere de algún daño sobre la cascara para poder penetrar (54).

b. Rancidez.

La oxidación de las grasas, es causada por una reacción bioquímica entre las grasas y el oxígeno, durante este proceso, los ácidos grasos de cadena larga son degradados, formándose compuestos de cadenas cortas. Uno de los productos de esta reacción es el ácido butírico, el cual produce el característico sabor a rancio (54). Uno de los factores que influencia el proceso de rancidez es la temperatura. Es así que a bajas temperaturas ocurre a muy baja velocidad. Por su alto contenido en ácidos grasos insaturados, la palta es muy susceptible a la rancidez oxidativa e hidrolítica debido a la acción del oxígeno y de hongos hidrolíticos, reacciones que inducen aromas y sabores extraños que alteran los caracteres organolépticos del producto final. Existen tipos de rancidez: rancidez biológica, que es causada por microorganismos vivos, rancidez estónica, oxidación de ácidos grasos saturados, y la rancidez oxidativa, es por la oxidación de ácidos grasos no saturados (oleico, linoleico y linolénico) que se produce cuando las grasas y aceites se dejan en contacto con el aire y la humedad durante cierto tiempo, además destruyen las vitaminas liposolubles A y E (tocoferoles), y la rancidez hidrolítica, que consiste en el desarrollo de sabores indeseables debido a la hidrólisis de los triglicéridos que integran una grasa, por acción de enzimas lipolíticas (lipasas) producidas por ciertos microorganismos, formándose ácidos grasos y glicerina (54).

c. Pudrición de la cicatriz del pedúnculo.

Es causada por *Botryodiplodia theobromae* y aparece como un pardeamiento oscuro o una coloración negra, que se inicia en el pedúnculo y avanza hacia la punta floral, finalmente cubre la fruta completa. *Dothiorella gregaria* es otra causa de pudrición de la cicatriz del pedúnculo en paltas con madurez de consumo (45).

d. *Daño por frío.*

Los principales síntomas externos en paltas verde-maduras son picados (pitting) de la piel, escaldado y ennegrecimiento cuando se les mantiene entre 0 y 2°C por más de 7 días, antes de transferirlos a las temperaturas para la maduración de consumo. Los frutos expuestos a temperaturas entre 3 y 5°C por más de dos semanas, pueden presentar oscurecimiento interno de la pulpa (pulpa grisácea, manchada, pardeamiento de los haces vasculares), problemas para madurar y aumento de la susceptibilidad al ataque de microorganismos patógenos. El momento en que el daño por frío comienza a desarrollarse y la severidad con que se presenta dependen del cultivar, zona productora y estado de desarrollo (madurez fisiológica-madurez de consumo).

La palta es sensible a los daños por frío (DF) cuando es sometido a bajas temperaturas por tiempos prolongados. Los principales síntomas de DF se manifiestan como zonas café en la cascara y una decoloración que va desde el café tenue hasta el café oscuro en el mesocarpio, decoloraciones que han sido atribuidas a la acción de la enzima polifenol oxidasa (PFO), por la catálisis de la reacción de oxidación de o-difenoles a quinona con pérdida de hidrógeno. Las quinonas son irreversiblemente oxidadas a pigmentos de melaninas los cuales son los principales causantes del oscurecimiento y resultado también de una acumulación de compuestos fenólicos oxidados. La refrigeración no debe exceder más de 30 a 40 días, ya que los niveles de PFO aumentan a medida que el almacenamiento se prolonga, siendo capaz de desarrollar DF (59).

2.3. Definición de términos

Antocianinas: Es el grupo más importante de pigmentos solubles al agua. Las antocianinas forman parte de la familia de los polifenoles y se definen como flavonoides fenólicos.

Astringencia: Es una sensación entre sequedad intensa y amargor que se produce en la boca, una de las cualidades organolépticas.

Glicerol: Es un polihidroxialcohol ampliamente utilizado en las industria química, farmacéutica y cosmética en virtud de sus propiedades humectante, antisépticas, hidrocópicas y espesantes.

Maíz morado: Por su alto contenido de antocianina es un poderoso antioxidante natural, que previene la degeneración de algunas células del cuerpo, ayuda en la prevención del cáncer.

Película comestible: Es aquella que envuelve al alimento y que puede ser consumida como parte del mismo.

Permeabilidad: Es la velocidad de transmisión de vapor de agua, se mide como la masa de agua que atraviesa una superficie determinada de un material en un tiempo determinado.

Propóleo: Es una mezcla compleja de resinas, ceras, aceites esenciales, polen y micro elementos, de consistencia viscosa y de color verde, pardo, castaño, rojizo e incluso puede ser casi negro.

Tracción: Consiste en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la misma.

Capítulo III. Diseño metodológico

3.1. Definición de variables

- Variables independientes

Formulación de películas comestibles:

Harina de maíz morado (HMM:P) 100:0

Combinación de ambos biopolímeros HMM:P (80:20 y 90:10)

Temperatura y tiempo de conservación de paltas:

Ambiente y Tiempo: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 días.

Refrigeración (6°C) y Tiempo: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 48, 56, 64 y 72 días

- Variedades dependientes

Propiedades físicas y mecánicas de películas comestibles: viscosidad, pH, espesor y resistencia la tracción (N), solubilidad, microscopia electrónica de barrido (SEM) y permeabilidad al vapor de agua.

Características fisicoquímicas de paltas recubiertas: pH, análisis de textura, porcentaje de acidez titulable, porcentaje de humedad, porcentaje de aceite y porcentaje de pérdida de peso.

Atributos sensoriales de paltas: aceptabilidad, apariencia, aroma, astringencia, textura y sabor.

3.2. Operacionalización de variables

A continuación se presenta la operacionalización de variables (Tabla 5).

Tabla 5. Operacionalización de variables.

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
VARIABLES INDEPENDIENTES		
Concentración de HMM:P	100:0	%p/p
Concentración de HMM:P	90:10 y 80:20	%p/p
Temperaturas	Ambiente y 6	°C
Tiempo de vida útil	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 48, 56, 64 y 72	días
VARIABLES DEPENDIENTES		
Propiedades físicas y mecánicas (películas comestibles)	Viscosidad, pH, Espesor y resistencia la tracción, Solubilidad, Microscopia electrónica de barrido (SEM) y Permeabilidad al vapor de agua.	Centipoise, mm, Newton
Características fisicoquímicas (palta fuerte)	pH, análisis de textura, porcentaje de acidez titulable, porcentaje de humedad, porcentaje de aceite y porcentaje de pérdida de peso.	g/100g
Evaluación sensorial (palta fuerte)	Aceptabilidad, apariencia, aroma, astringencia, textura y sabor.	Escala hedónica

3.3. Hipótesis de la investigación

- Hipótesis general

Sí es posible evaluar películas comestibles obtenidas de harina de maíz morado, propóleo y combinación de ambos biopolímeros, y aplicar como agente bioactivas para la preservación de la palta fuerte.

- Hipótesis específicas

Sí es posible determinar las propiedades fisicoquímicas de harina de maíz morado y propóleo, para la formulación de películas comestibles.

Sí es posible evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las películas comestibles formuladas de harina de maíz morado, propóleo y combinación de ambos biopolímeros.

Sí es posible evaluar el tiempo de vida útil de la palta fuerte, hasta los 30 días de almacenamiento, mediante sus características fisicoquímicas y atributos sensoriales, que son almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración utilizando el recubrimiento comestible de la combinación de ambos biopolímeros.

3.4. Tipo y diseño de la investigación

En la presente investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), conocido también como diseño de doble vía. Las unidades experimentales son heterogéneas y las unidades homogéneas están agrupadas formando los bloques, en cada bloque se tiene un número de unidades igual al número de tratamientos (bloques completos), los tratamientos están distribuidos al azar en cada bloque y el número de repeticiones es igual al número de bloques.

Tabla 6. *Diseño estadístico de obtención de películas comestibles.*

Tratamiento (T)	Repeticiones (R)	Viscosidad (V)	pH (pH)	Espesor (E)	Resistencia a la tracción (RT)	Solubilidad (S)	Microscopia electrónica de barrido (SEM)	Permeabilidad al vapor de agua (P)
T ₁ HMM:P (80:20)	R ₁							
	R ₂							
	R ₃							
T ₂ HMM:P (90:10)	R ₁							
	R ₂							
	R ₃							
T ₃ HMM:P (100:0)	R ₁							
	R ₂							
	R ₃							

T₁: Combinación de ambos biopolímeros (HMM:P) 80:20

T₂: Combinación de ambos biopolímeros (HMM:P) 90:10

T₃: Harina de maíz morado (HMM:P) 100:0

Tabla 7. *Diseño estadístico de aplicación de recubrimiento comestible a la palta fuerte.*

Tratamiento (T)	Temperatura ambiente (TA)	Temperatura de refrigeración 6°C (TR)
Con recubrimiento comestible (CR)	CR-TA	CR-TR
Sin recubrimiento comestible (SR)	SR-TA	SR-TR

Tabla 8. *Diseño estadístico de evaluación de las características fisicoquímicas para la palta fuerte a temperatura ambiente y refrigeración (HMM:P-80:20)*

Tratamientos (T)	Repeticiones (R)	pH / análisis de textura / porcentaje de acidez titulable / porcentaje de humedad / porcentaje de aceite / porcentaje de pérdida de peso														
		Días de almacenamiento														
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	48	56	64	72		
T ₁ CR-TA	R ₁															
	R ₂															
	R ₃															
T ₂ SR-TA	R ₁															
	R ₂															
	R ₃															
T ₃ CR-TR	R ₁															
	R ₂															
	R ₃															
T ₄ SR-TR	R ₁															
	R ₂															
	R ₃															

T₁, T₂, T₃ y T₄: Tratamientos con recubrimiento comestible HMM:P 80:20.

Tabla 9. *Diseño estadístico de evaluación sensorial de la palta fuerte a temperatura ambiente.*

Tratamientos (T)	Repeticiones (R)	Aceptabilidad / Apariencia / Aroma / Astringencia / Textura / Sabor							
		Días de almacenamiento							
		0	5	10	15	20	25	30	35
T ₁ CR-TA	R ₁								
	R ₂								
	R ₃								
T ₂ SR-TA	R ₁								
	R ₂								
	R ₃								

T₁ y T₂: Tratamientos con recubrimiento comestible HMM:P 80:20.

El tipo de investigación es básica, de laboratorio, por cuanto se pretende incrementar el conocimiento de la línea de investigación de películas comestibles, buscando caracterizar las propiedades de barrera de biopolímeros escasamente estudiados, tales como la harina de maíz morado, el propóleo y combinación de ambos biopolímeros, y evaluar su comportamiento del que presenta mejores propiedades físicas y mecánicas para la conservación de palta fuerte.

El nivel de investigación fue descriptivo por cuanto se ejecutaron diseños exploratorios orientados a recoger información a nivel de laboratorio para posteriores investigaciones de carácter más amplio, y fue de nivel explicativo porque se tomó como base los estudios descriptivos para establecer las relaciones y causalidad de las variables de estudio, probándose las propiedades de barrera de las películas comestibles con mejores propiedades físicas y mecánicas en la conservación de palta fuerte.

El trabajo de investigación se realizó utilizando el método experimental, recolectándose los resultados de las pruebas experimentales en laboratorio, mediante la observación directa y con la ayuda de equipos e instrumentos de medición.

La investigación se desarrolló en el laboratorio de química y análisis sensorial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Los análisis de las muestras se realizaron en la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y en la Facultad de Física y Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

El tipo de diseño de investigación fue experimental, en donde se manipuló deliberadamente una o más variables independientes (concentración de biopolímeros, temperaturas de almacenamiento, tiempo de vida útil) para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre una o más variables dependientes (propiedades físicas y mecánicas de las películas comestibles, propiedades fisicoquímicas y atributos sensoriales de la palta fuerte).

3.5. Población y muestra

La población, objeto de estudio, estuvo conformada por unidades de palta fuerte, provenientes de la provincia de Aymaraes, distrito de Chapimarca, comunidad de Supalla, a una altitud 2260msnm. La materia prima estudiada fue cosechada, de un mismo cultivar, localizado en la comunidad de Supalla, controlado por SENASA y con estado de maduración adecuada. Posteriormente, la palta fuerte fue tratada con recubrimientos comestibles de la combinación de ambos biopolímeros de harina de maíz morado y propóleo (80:20), para evaluar su tiempo de vida útil. La investigación se desarrolló en el laboratorio de química y análisis sensorial de la UNAMBA, durante los meses de Junio 2016 a Diciembre 2018.

La técnica de muestreo que se siguió en la presente investigación es de tipo no probabilístico, dirigida, definida a criterio del investigador. Para elegir el tamaño de la muestra se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia. Es decir, la cantidad de muestra a utilizar para la investigación fue definida por el requerimiento necesario para los ensayos que se realizó en el estudio. A temperatura ambiente fue de 90 unidades y a temperatura de refrigeración fue de 117 unidades de palta fuerte.

3.6. Procedimiento de la investigación

En la presente investigación se ha obtenido películas comestibles a partir de harina de maíz morado, propóleo y en combinación de ambos biopolímeros, a la harina de maíz morado y propóleo se evaluaron las características fisicoquímicas de humedad, cenizas, extracción de antocianinas y material insoluble. Se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas a las películas comestibles como la: viscosidad, pH, espesor y resistencia a la tracción, solubilidad, microscopia electrónica de barrido y permeabilidad al vapor de agua.

La aplicación de la solución filmogénica (SF) a la palta fuerte, seguido del estudio de vida útil (vida en anaquel), en condiciones de temperatura ambiente y refrigeración, evaluadas cada 5 días, cada periodo de tiempo se evaluaron las características fisicoquímicas de la palta como: pH, análisis de textura, porcentaje de acidez titulable, porcentaje de humedad, porcentaje de aceite, porcentaje de pérdida de peso y los atributos sensoriales (aceptabilidad, apariencia, aroma, astringencia, textura y sabor).

3.6.1. Obtención de harina de maíz morado (HMM) y películas comestibles.

Se acondicionó al método descrito por Rojas de Gante (5). Al grano se retiró todo el pericarpio luego la molienda, se ha tamizado RETSCH AS200, malla N° 170 mesh (90 μ m) (Figura 5 y Anexo 1).

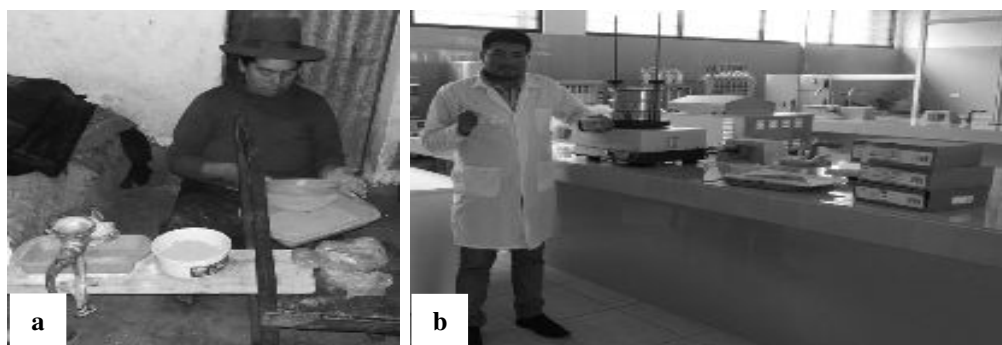


Figura 5. Fotografías digitales de: (a) molienda. (b) tamizado de harina de maíz morado.

La solución filmogénica (SF) se preparó utilizando la cocinilla CAT ROBAX M6 230VAC con agitador magnético SPINBAR 1"x5/16" para una mejor dispersión y homogenización (Figuras 6).

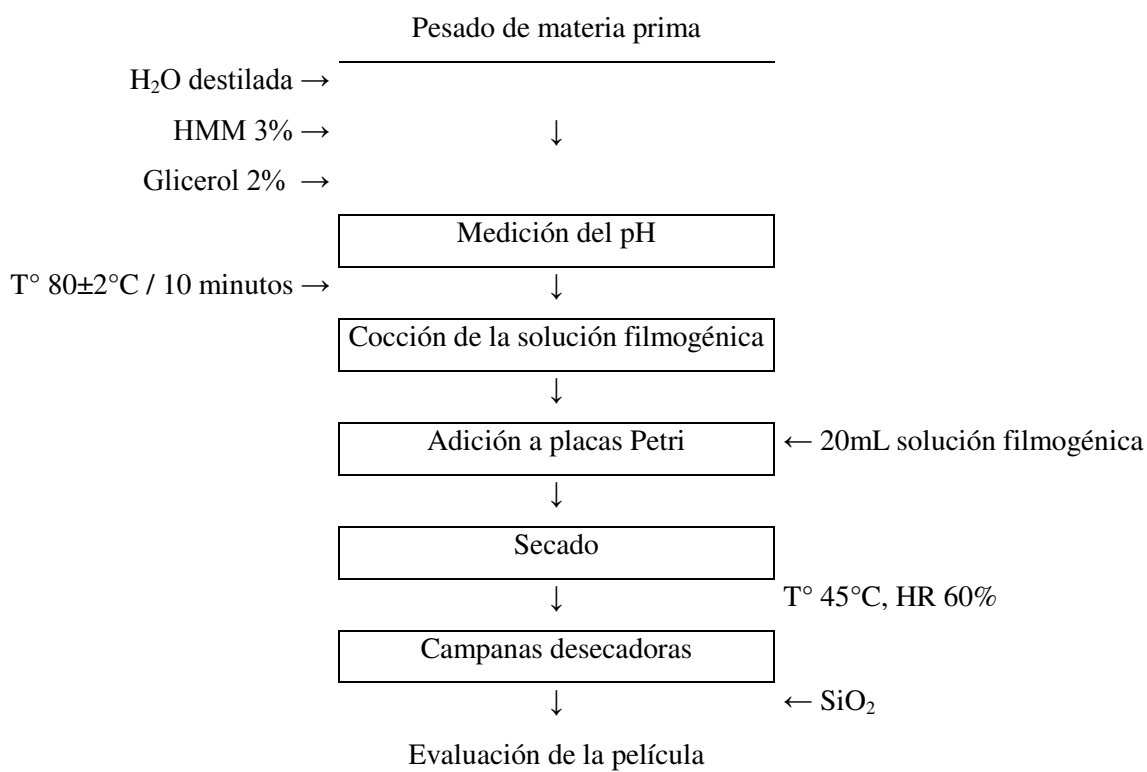


Figura 6. Obtención de películas comestibles de harina de maíz morado.

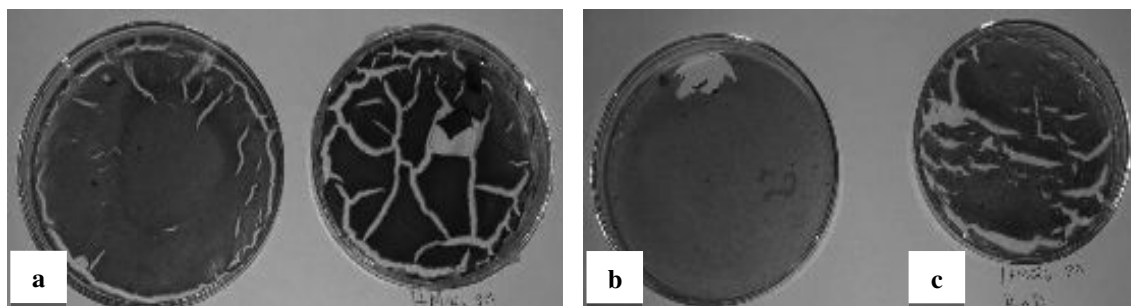


Figura 7. Fotografías de HMM en solución acuosa. (a) pH 4,05 (b) pH 6,53 (c) pH 9,0.

Las películas comestibles no presentaban características adecuadas, evidenciándose fragmentaciones y dificultad en el desprendimiento de la placa (Figura 7). Se realizaron varias pruebas para definir la formulación adecuada, incluyendo volumen de agua destilada, uso de Tween 60 (1% p/v), variaciones de pH de 3 hasta 10 de las soluciones filmogénicas. La formulación adecuada incluyó: agua destilada (50% p/v), etanol 70° (50% p/v), harina de maíz morado (HMM) (3% p/v), glicerol (2% p/v), pH de la solución filmogénica de 6,54, a una temperatura de ebullición de $80\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 10 minutos. Posteriormente, fue vertido 20mL de la solución filmogénica en placas Petri, previamente acondicionado con cinta teflonada para el fácil desprendimiento, y se dejaron secar a 45°C por 12 horas, con una humedad relativa (HR) de 60% en una estufa MEMMERT UN30 y luego se colocaron en una desecadora para evitar que capten humedad (Figura 8).

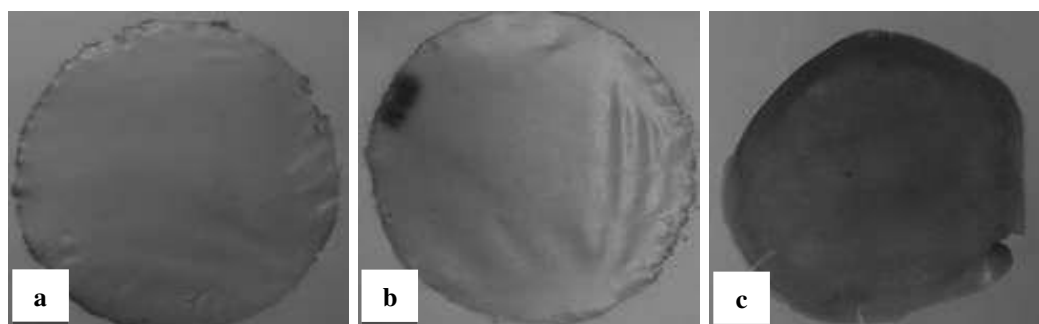


Figura 8. Fotografías de HMM en solución hidroalcohólica. (a) pH 4,05 (b) pH 6,0 (c) pH 9,0.

3.6.2. Obtención de extracto etanólico de propóleo (EEP) y películas comestibles.

Para la obtención del EEP se siguió el método descrito por Palomino (60) y Rojas de Gante (5) con algunas modificaciones. Procedente de la comunidad de Supalla - Aymaraes, obtenido por método de raspado, fue realizada una extracción sucesiva con etanol 96% v/v durante 7 días a temperatura ambiente y en ausencia de luz, cada día se realizó una agitación manual durante 30 minutos con la finalidad de homogenizar. Posteriormente, la mezcla se centrifugó a 3000 rpm por 10 minutos y se filtró por gravedad. Al filtrado se sometió a un proceso de evaporación en estufa MEMMERT UN30 a 45°C por 7 días, hasta peso constante.

La resina obtenida del EEP se envasó en un envase ámbar para evitar la oxidación y se mantuvo en refrigeración hasta su uso. Se siguió la misma metodología descrita anteriormente de obtención películas comestibles de harina de maíz morado (Figura 6). Utilizando EEP al 2% y etanol de 70°, glicerol 2% (Figuras 9, 10 y Anexo 2).

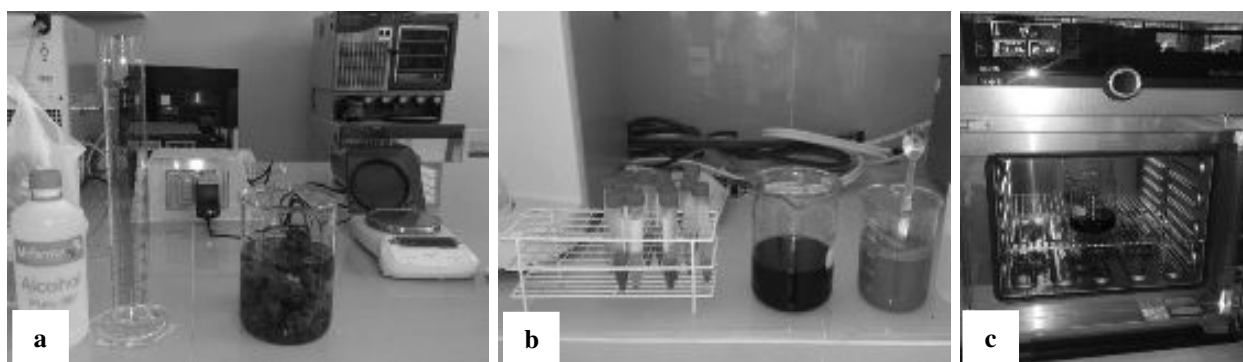


Figura 9. Fotografías digitales. (a) EEP. (b) centrifugado de EEP. (c) evaporación del EEP.

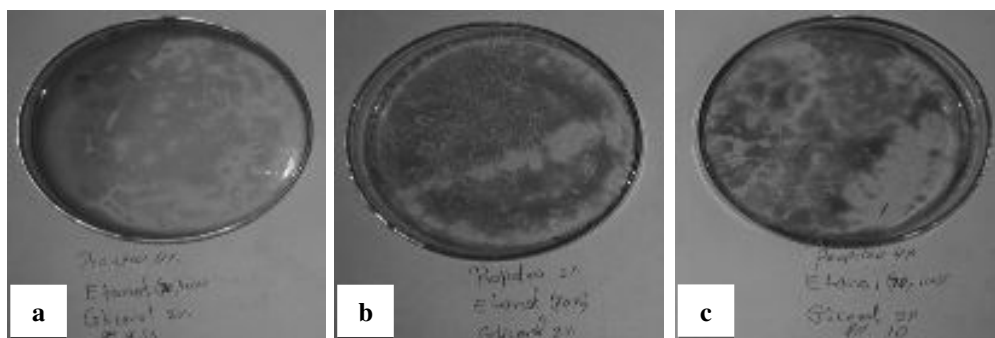


Figura 10. Fotografías de PC de propóleo. (a) pH 4,05 (b) pH 6,53 (c) pH 10,0.

3.6.3. Obtención de películas comestibles de ambos biopolímeros (HMM:P).

Se acondicionó al método descrito por Rojas de Gante (5). Se preparó en un vaso de precipitado utilizando una cocinilla CAT ROBAX M6 230VAC con agitador magnético SPINBAR 1”x5/16” para una mejor dispersión y homogenización. Siguiendo la misma metodología descrita para la obtención de películas comestibles de harina de maíz morado (Figura 6). Utilizando la concentración de HMM:P-50:50.

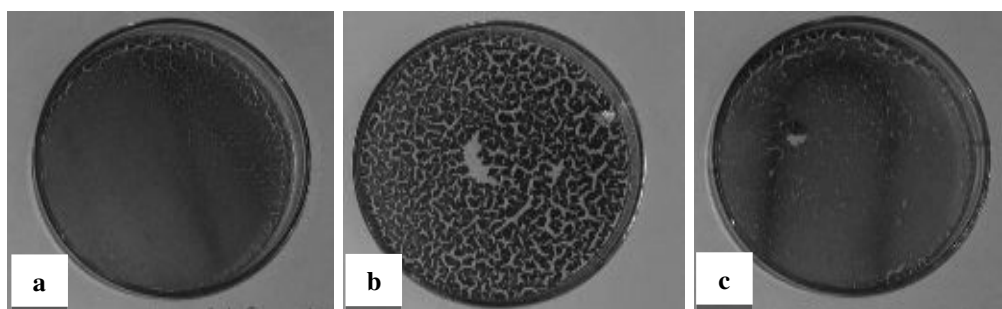


Figura 11. Fotografías de PC de HMM con 40% de EEP (a) pH 4,2 (b) pH 6,1 (c) pH 10,0.

Las películas comestibles no presentaban características adecuadas, observándose fragmentación y dificultad para desprendimiento de la placa Petri (Figura 11). Se realizaron varias pruebas, utilizando agua destilada (100% p/v), Tween 60 (1% p/v), variaciones de pH de la SF de 3 hasta 10, a diferentes concentraciones de HMM:P (50:50, 60:40, 70:30, 75:25, 80:20 y 90:10) (Figuras 12, 13 y 14 y Anexos 3, 4, 5 y 6). La formulación más adecuada consideró, agua destilada (50% v/v), etanol 70° (50% v/v), HMM (80% p/v), P (20% p/v) glicerol (2% p/v), pH de la SF 6,21, temperatura $80\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 10 minutos. Luego, fue vertido 20mL en placas Petri, acondicionado previamente con cinta teflonada, dejándose secar a 45°C por 12 horas, humedad relativa (HR) 60% en una estufa MEMMERT UN30, luego se colocaron en una campana desecadora para evitar que capte humedad.

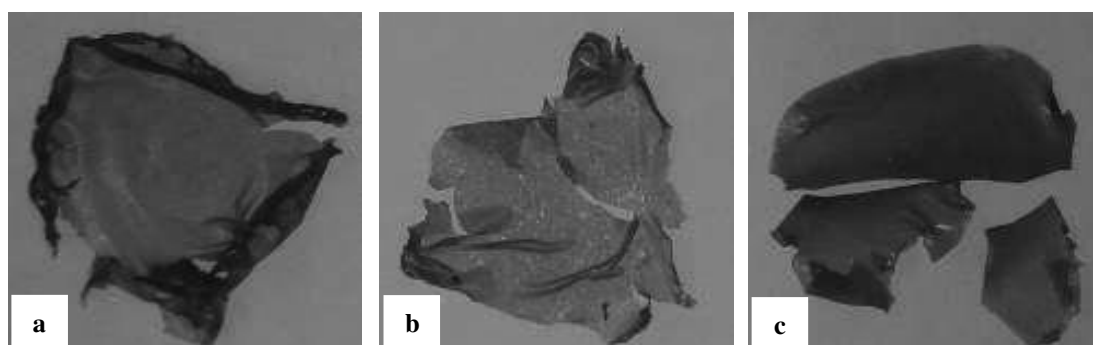


Figura 12. Fotografías de PC de HMM con 30% de EEP (a) pH 4,2 (b) pH 6,1 (c) pH 9,0.

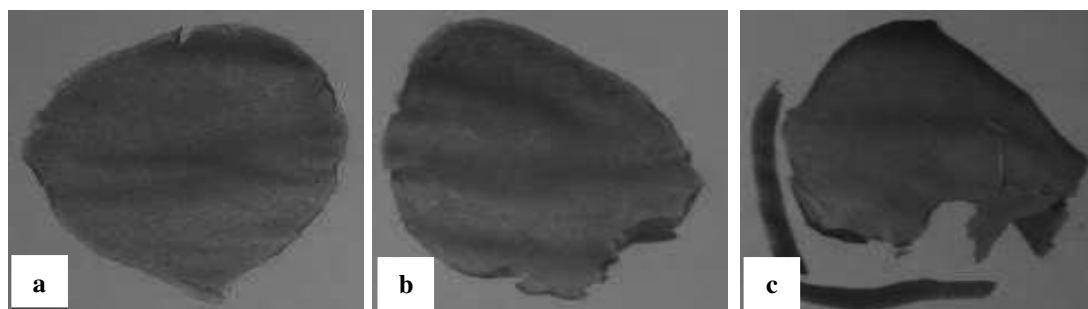


Figura 13. Fotografías de PC de HMM con 25% de EEP (a) pH 4,1 (b) pH 6,0 (c) pH 9,0.

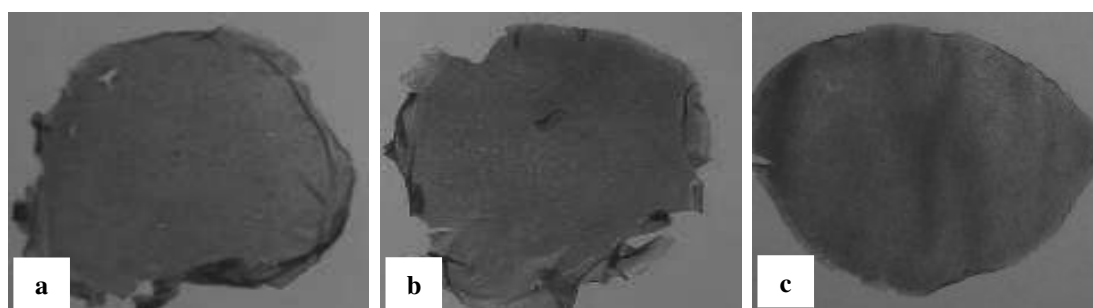


Figura 14. Fotografías de PC de HMM con 20% de EEP (a) pH 3,0 (b) pH 6,0 (c) pH 9,0.

3.6.4. Aplicación de recubrimientos comestibles de HMM:P (80:20).

La solución filmogénica se preparó en un vaso de precipitado utilizando una cochinilla CAT ROBAX M6 230VAC con agitador magnético SPINBAR 1" x 5/16" para una mejor dispersión y homogenización. Una vez caracterizada las propiedades físicas y mecánicas de las películas comestibles de harina de maíz morado (100:0), y la combinación de ambos biopolímeros HMM:P (80:20 y 90:10) se determinó la mejor película comestible y para ser aplicada a la palta fuerte, mediante el método de inmersión (Figura 15, 16 y Anexos 7, 8 y 9).

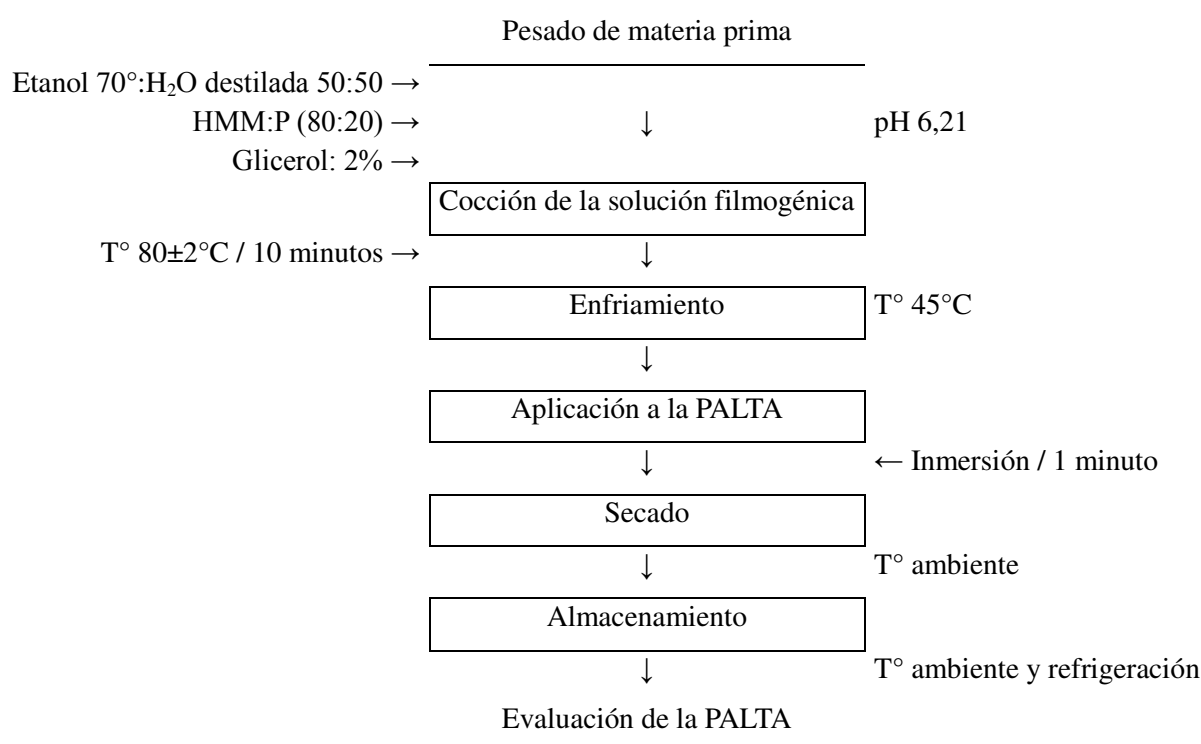


Figura 15. Diagrama de aplicación de recubrimiento comestible (HMM:P) a palta fuerte.



Figura 16. Fotografías de la SF de HMM:P (a) Preparación de SF (b) Aplicación por inmersión.

3.6.5. Análisis realizados durante el estudio.

3.6.5.1. Propóleo.

3.6.5.1.1. Humedad.

Se determinó por diferencia de peso (AOAC - métodos oficiales de análisis) (61), utilizando el método termogravimétrico, que consistió en secar una porción de muestra en estufa MEMMERT UN30 a $100 \pm 2^\circ\text{C}$, hasta peso constante (Figura 17). La norma establece un contenido máximo del 10%.

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100 \quad \dots 2$$



Figura 17. Fotografías de humedad: (a) EPP (b) Secado en estufa del EEP (c) Pesado del EEP.

3.6.5.1.2. Cenizas.

Se siguió el procedimiento descrito por la AOAC (métodos oficiales de análisis) (61), (62). Una porción de muestra fue calcinada en mufla THERM CONCEPT KLE05/11 a 500°C hasta peso constante (Figura 18). La norma fija un contenido máximo del 5%.

$$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{crisol con muestra incinerada} - \text{crisol vacío}}{\text{crisol con muestra} - \text{crisol vacío}} * 100 \quad \dots 3$$

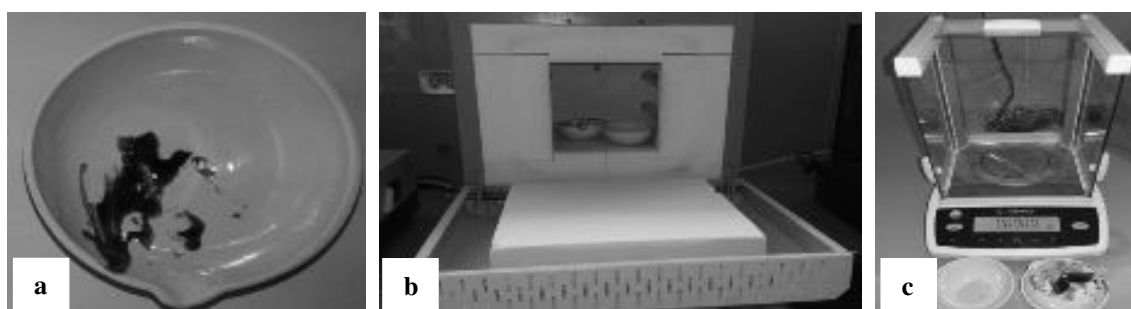


Figura 18. Fotografías de cenizas: (a) Muestra EPP (b) Calcinado de EEP (c) Pesado de EEP.

3.6.5.1.3. Material insoluble.

Se acondiciono al método descrito por Zamudio (63) y Payne (64). En un vaso de precipitado de 100mL se pesó 2,25 gramos de EEP, agregando 100mL de alcohol etílico 96°, agitándose constantemente por 24 horas hasta disolver. Luego se filtró la solución a través del papel filtro Whatman N° 1, y el residuo se llevó a secar en una estufa MEMMERT UN30 a 110±2°C durante 2 horas (Norma FE-502-A-1). Finalmente se pesó el residuo (Figura 19).

$$\% \text{ material insoluble} = \frac{P_1 - P_2}{P} * 100 \quad \dots.4$$

Dónde:

P₁ : Peso del papel filtro + materia sólida extracto etanólico de propóleo

P₂ : Peso del papel filtro

P : Peso de la muestra extracto etanólico de propóleo

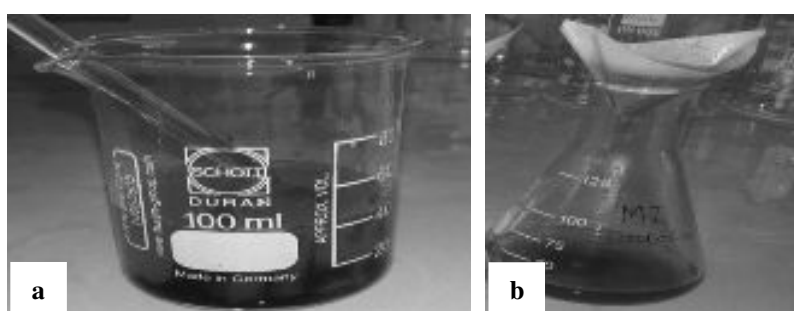


Figura 19. Fotografías de material insoluble del EEP (a) Solución EEP (b) Filtrado.

3.6.5.2. Harina de maíz morado.

3.6.5.2.1. Humedad.

Se determinó por diferencia de peso, según procedimiento descrito por la AOAC (métodos oficiales de análisis) (61) y (62), utilizando estufa MEMMERT UN30 a 110°C por 2 horas (Figura 20).

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100 \quad \dots.5$$



Figura 20. Fotografías de humedad: (a) HMM (b) Secado de HMM (c) Pesado de HMM.

3.6.5.2.2. Cenizas.

Consistió en calcinar una porción de muestra, según AOAC (métodos oficiales de análisis) (61), (62), en mufla THERM CONCEPT KLE05/11 a 550°C por 2 horas, y llevar a peso constante (Figura 21). La norma fija un contenido máximo del 1,5%.

$$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{crisol con muestra incinerada} - \text{crisol vacio}}{\text{crisol con muestra} - \text{crisol vacio}} * 100 \quad \dots.6$$

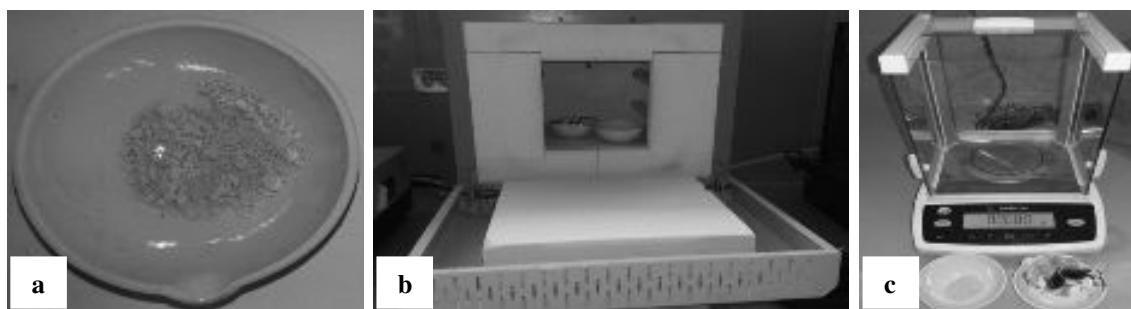


Figura 21. Fotografías de cenizas: (a) HMM (b) Calcinado de HMM (c) Pesado de HMM.

3.6.5.2.3. Contenido de antocianinas totales.

Se desarrolló de acuerdo al método propuesto por Gorriti (65) y Barragán (29), con algunas modificaciones. Se pesó 2,5 gramos de harina de maíz morado molida y tamizada a 90 μ m, seguidamente se adicionó etanol acidificado al 0,01% con HCl y los pigmentos fueron extraídos con 200mL de agua destilada y solución etanólica al 20%, ajustando el pH para 2,0 con HCl concentrado, durante tiempos de extracción de 120 minutos a 90°C. Los extractos obtenidos fueron filtrados utilizando papel filtro Whatman N°1 con la ayuda de un equipo de vacío COPELAMETIC. Posteriormente, una alícuota del extracto se diluyó en una fiola de 25mL con soluciones buffer de cloruro de potasio (pH 1) y acetato de sodio (pH 4,5). En las soluciones preparadas se determinó el contenido de antocianinas según el método de pH diferencial, de acuerdo a Giusti (28), se expresó como cianidina-3-glucósido/100mL. Las mediciones se realizaron con un espectrofotómetro GENESYS 10S modelo UV-VIS Espectronic, USA, utilizándose como blanco agua ultra pura (Figura 22). Se calculó la absorbancia (A) de la muestra diluida utilizando la siguiente fórmula:

$$A = (A_{520} - A_{700})_{pH_{1.0}} - (A_{520} - A_{700})_{pH_{4.5}} \quad \dots 7$$

Se calculó la concentración de pigmentos de antocianinas monoméricas en la muestra original empleando la siguiente fórmula:

$$CAT(mg/L) = \frac{A * PM * FD * 1000}{\epsilon * l} \quad \dots 8$$

Dónde:

CAT (mg/L): Contenido de antocianinas totales

A : Absorbancia de la muestra

PM : Peso molecular (cianidina-3-glucósido = 449,2)

FD : Factor de dilución para cada muestra

ϵ : Coeficiente de absortividad molar (cianidina-3-glucósido = 26,900)

l : Longitud de paso óptico.

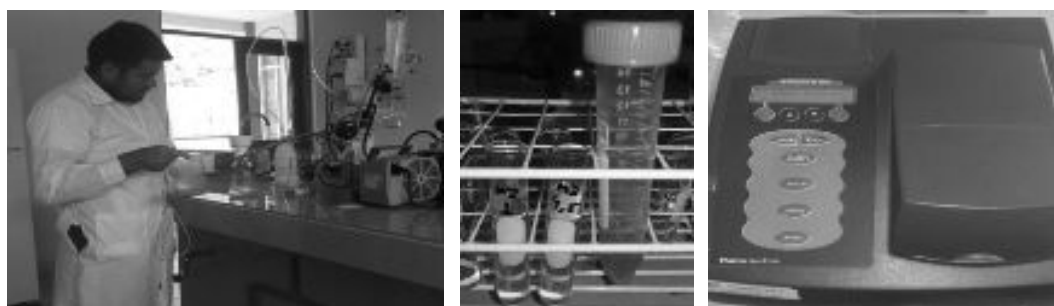


Figura 22. Fotografías de extracción de antocianinas y lectura de datos.

3.6.5.3. Solución filmogénica y películas comestibles.

3.6.5.3.1. Viscosidad.

Regalado y Noriega (66) explican que la propiedad reológica que caracteriza y distingue a los diferentes fluidos es la viscosidad, que también está relacionada con la propiedad organoléptica denominada "SLIMINESS" (textura o sensación en la boca). Es una disciplina muy importante para el desarrollo, la manufactura y el procesamiento de alimentos. Otras propiedades relacionadas con la viscosidad son la plasticidad, suavidad, pegajosidad, tamaño de partícula, densidad y temperatura.

Todas las soluciones de goma comunes y productos alimenticios líquidos pueden agruparse en dos sistemas: Ideal o Newtoniano, y No Newtoniano. En el sistema ideal o Newtoniano, la viscosidad es independiente del gradiente de velocidad. Este sistema puede ser independiente del tiempo y en este caso se clasifican como, plásticos de Bingham, pseudoplástico, dilatante; y dependientes del tiempo (Figura 23), siendo en este caso clasificado como tixotrópicos y reopécticos.

Dentro de esta clasificación general las gomas y los lípidos presentan un comportamiento de fluido pseudoplástico y de algunas se dice que son dilatantes. Los principales factores que determinan y/o afectan las propiedades del flujo son la estructura molecular, el peso molecular, la concentración, la temperatura, valores de pH y la presencia de iones (66).

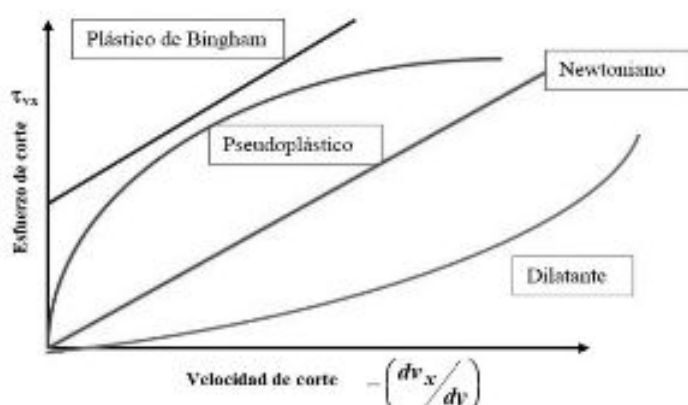


Figura 23. Diagrama reológico
Fuente: (66).

Las soluciones filmogénicas (SF) fueron preparadas en concentraciones de HMM:P (80:20, 90:10 y 100:0), luego se realizó la lectura de la viscosidad, de 10 hasta 50rpm en el equipo BROOKFIELD CERTIFIED 8664565 (Figura 24).

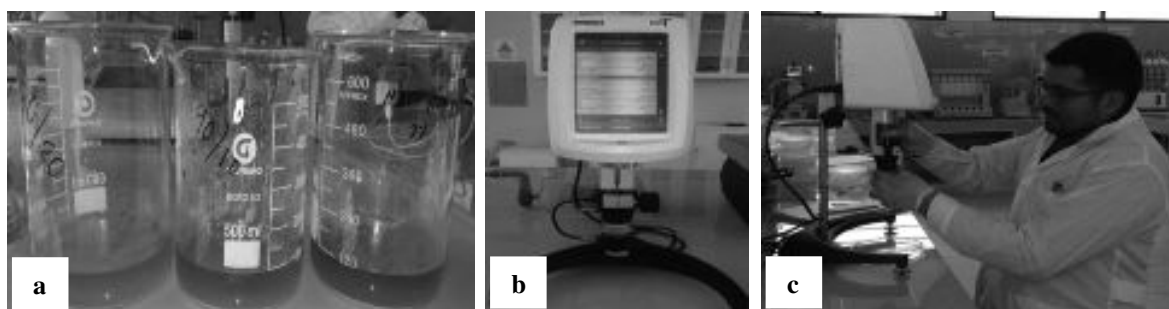


Figura 24. Fotografías de viscosidad de SF (a) SF a diferentes concentraciones (b y c) Lectura.

3.6.5.3.2. pH.

Las soluciones filmogénicas se llevaron a temperatura de ebullición de $80\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 10 minutos y enfriadas a 45°C , para medir el pH con el pH-METRO S1 ANALYTICS LAB. 850 (Figura 25).

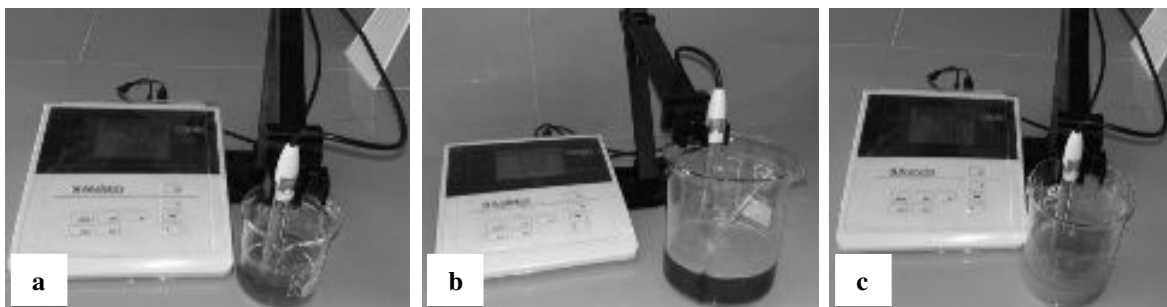


Figura 25. Fotografías de determinación de pH (a) pH 4,0. (b) pH 6,2. (c) pH 9,0.

3.6.5.3.3. Espesor y resistencia a la tracción.

Según la Norma ASTM D882-12 (67). La capacidad de resistir los esfuerzos de estiramiento, aplicando un esfuerzo y se determina aplicando una fuerza al material de ensayo hasta que se rompa.

$$\text{Resistencia a la tracción} = \frac{\text{fuerza necesaria para romper la muestra (N)}}{\text{área de la sección transversal (m}^2\text{)}} \quad \dots 9$$

El espesor de las películas comestibles se analizó en un micrómetro (Digimatic Micrometer - Mitutoyo), fueron cortadas en forma rectangular (3x2.5cm). En la Pontificia Universidad Católica del Perú, en el Laboratorio de Análisis Físicos de la Facultad de Física. Muestra 1: películas comestibles de harina de maíz morado y propóleo (HMM:P 80:20); muestra 2: películas comestibles de harina de maíz morado y propóleo (HMM:P 90:10) y muestra 3: harina de maíz morado y propóleo (HMM:P 100:0). El análisis se realizó en condiciones de temperatura 21°C y humedad relativa (HR) 65%.

3.6.5.3.4. Solubilidad.

Según la metodología descrita por Wang (68), con algunas modificaciones, las películas fueron cortadas en círculos de 2,5 cm de diámetro y secadas en estufa MEMMERT UN30 a 100°C por 6 horas hasta obtener peso constante. Posteriormente, las muestras fueron inmersas en 100mL de agua destilada por 24 horas, seguidamente se recuperó la película por decantación y se colocaron en estufa MEMMERT UN30 a 90°C hasta peso constante (Figura 26). La materia soluble se expresó como porcentaje de pérdida de peso.

$$\% \text{ pérdida de peso} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100 \quad \dots 10$$

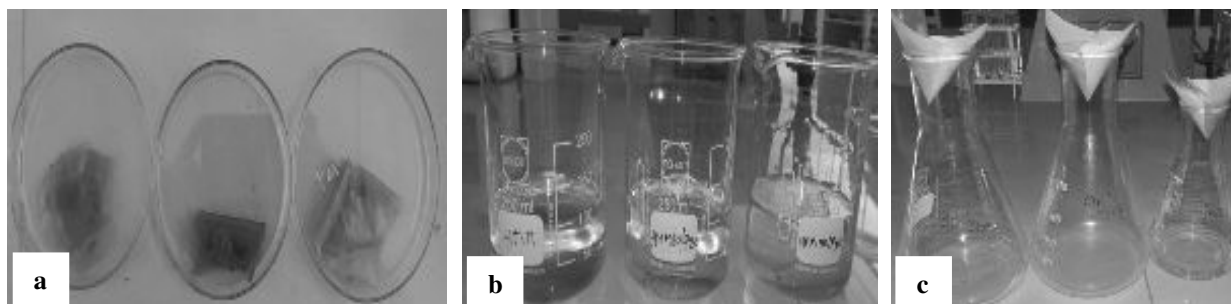


Figura 26. Fotografías de solubilidad (a) Secado de PC (b) Inmersión (c) Filtrado.

3.6.5.3.5. Microscopía electrónica de barrido (SEM).

Los estudios de microscopía electrónica de barrido (SEM) nos permitió analizar la estructura de las películas de HMM:P (80:20) y HMM:P (100:0), se observaron sus propiedades físicas, a través de la estructura, interacciones entre componentes y distribución de estos en la matriz polimérica. Las muestras se analizaron en los equipos QUORUM Q150 para el baño de oro a las películas comestibles y FEI QUANTA 650 para el análisis de la estructura de las películas comestibles en la Unidad del Centro de Caracterización de Materiales (CAM), Facultad de Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú (Figuras 27 y 28).



Figura 27. Fotografías de SEM (a) Acondicionamiento (b) Bañado de oro (c) PC con oro.

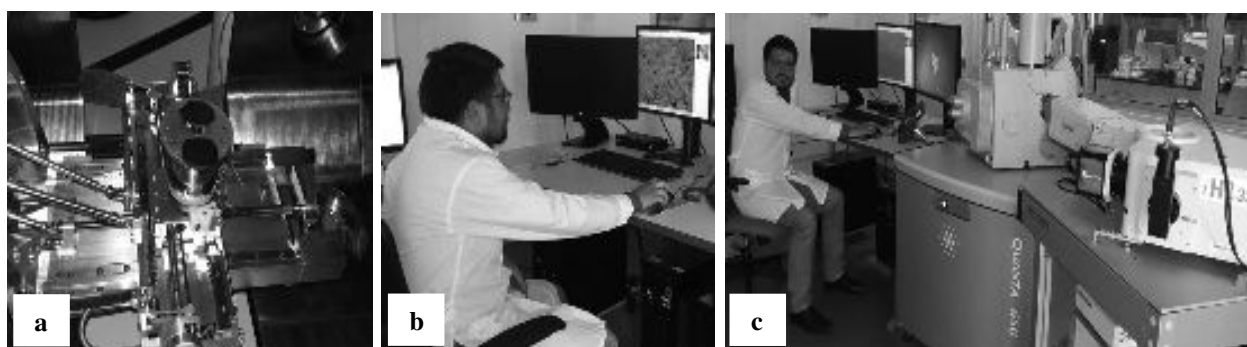


Figura 28. Fotografías (a) Acondicionamiento de PC con oro (b y c) Análisis de la PC.

3.6.5.3.6. Permeabilidad al vapor de agua.

ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) *ASTM-E96/E96M-05/Agua (2000)* indica que debe alcanzar el peso límite de 10% del peso inicial (69) y (67).

Las películas comestibles se cortaron al tamaño de la boca de los tubos de ensayo, previamente fueron secados en estufa MEMMERT UN30 a 105°C durante 2 horas y luego llevados a la campana desecadora conteniendo SiO₂ (sílica gel). Los tubos de ensayo contenían agua destilada 10mL y selladas la boca del tubo con la película comestible, seguidamente se dejó en una gradilla dentro de la campana desecadora en condiciones de HR 57% y 18°C, y la HR del medio ambiente es 64%. La ganancia de peso de los tubos de ensayo se registró en una balanza analítica (Sartorius entris224-1s - Atilon, Kossodo SAC), se monitoreo en función del tiempo, registrando los pesos cada 2 horas durante 12 horas. La presión de saturación del vapor de agua a presión de vapor 2064.7Pa del Anexo 17, en función a la temperatura. La humedad relativa externa de la campana desecadora fue 64% a 18°C. Fue calculado el índice de transferencia al vapor de agua y permeabilidad la película comestible HMM:P.

Una vez registrada los datos, se realizó gráficos de dispersión, se disponen la ganancia de peso en función del tiempo para determinar la pendiente, seguidamente se realizó una regresión lineal para calcular la pendiente, la misma que al dividirse entre el área de la película (2,5cm diámetro = 0.000491m²) determina la velocidad de transmisión de vapor de agua (VTVA). El cociente que resulta de dividir el VTVA entre la presión de vapor del agua a una temperatura dada y la diferencia de las humedades relativas define como la tasa de permeabilidad al vapor de agua (TPVA), que al dividir por el espesor proporciona la permeabilidad al vapor de agua (69) (Figura 29).

$$\text{Aumento} = P_n - P_i \quad \dots 11$$

Dónde:

Aumento: Ganancia de peso en el tubo en un periodo determinado, gramos

P_n : Peso del tubo tomado en un tiempo conocido

P_i : Peso inicial del tubo en el ensayo

$$VTVA = \frac{d_m}{d_t} * \frac{1}{A} \quad \dots 12$$

Dónde:

VTVA: Velocidad de transmisión de vapor de agua

d_m/d_t : Diferencia de masa a través del tiempo

A : Área de la película expuesta

$$TPVA = \frac{VTVA}{P(R_1 - R_2)} \quad \dots 13$$

Dónde:

TPVA: Tasa de permeabilidad al vapor de agua

P : Presión de vapor de saturación a la temperatura experimental, kPa

R₁ : Humedad relativa de la cámara, en fracción

R₂ : Humedad relativa interna del tubo de prueba, en fracción

$$\text{Permeabilidad} \left(g * \frac{mm}{h} * m^2 * kPa \right) = \frac{TPVA}{\text{espesor}} \quad \dots 14$$

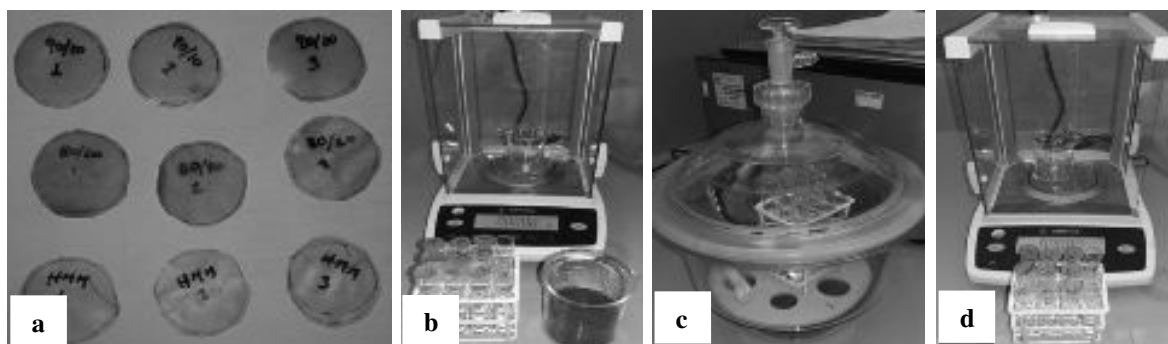


Figura 29. Fotografías (a) Preparación de PC (b y d) Pesado (c) Muestras en la campana desecadora.

3.6.5.4. *Palta fuerte con recubrimiento comestible.*

Las paltas tratadas con recubrimiento comestible (CR) HMM:P (80:20) y sin recubrimiento comestible (SR) a temperatura ambiente (TA) y temperatura de refrigeración (TR) en periodos de 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 días y 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 48, 56, 64 y 72 días respectivamente, fueron analizados por triplicado sus propiedades fisicoquímicas como: pH, análisis de textura, porcentaje de acidez titulable, porcentaje de humedad, porcentaje de aceite, porcentaje de pérdida de peso y atributo sensorial (aceptabilidad, apariencia, aroma, astringencia, textura y sabor).

3.6.5.4.1. pH.

Se siguió la metodología descrita por AOAC (métodos oficiales de análisis) (61), se pesó 10 gramos de pulpa y la cascara de la palta fuerte finamente picada, con recubrimiento comestible (CR) y sin recubrimiento comestible (SR), a temperatura ambiente y refrigeración, se añadió 90mL de agua destilada y se dejó macerar durante 1 hora. Luego se realizó la medición del pH con el pH-METRO S1 ANALYTICS LAB. 850 (Figura 30).

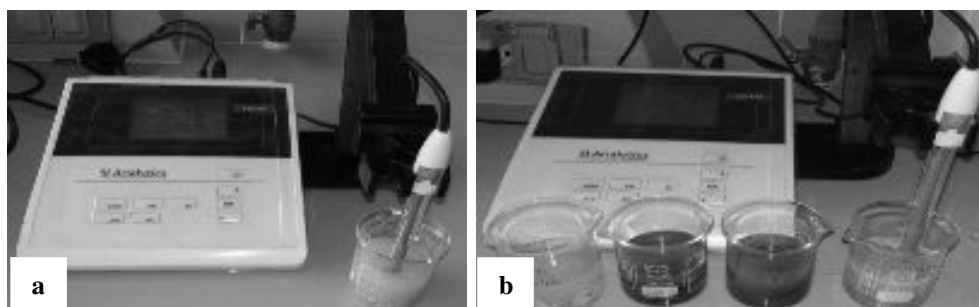


Figura 30. Fotografías (a y b) determinación de pH de la palta CR y SR.

3.6.5.4.2. Análisis de textura.

Según la Norma ASTM SPECIFICATION D5, se determinaron en un analizador de textura (Penetrometer, KOEHLER, K95590) con penetrador tipo aguja de 2,5 gramos, a la palta fuerte con recubrimiento comestible (CR) y sin recubrimiento comestible (SR), a temperatura ambiente y refrigeración, en la Facultad de Química y Metalurgia de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Las medidas fueron realizadas en el plano longitudinal, de la parte interna del fruto (pulpa), tomando la distancia de penetración (milímetros) en 1 segundo (Figura 31).



Figura 31. Fotografías de análisis de textura de palta CR y SR a diferentes días de almacenamiento

3.6.5.4.3. Porcentaje de acidez titulable.

Se determinó por neutralización química con NaOH 0,1 N, de todos los ácidos libres presentes en el jugo de pulpa de palta, previamente lavada, se preparó la muestra y se pesó 25 gramos de cada uno. Seguidamente se prepararon soluciones acuosas y con la ayuda del potenciómetro con NaOH estandarizado se determinó la acidez (Figura 32), según Norma Técnica colombiana (NTC 4103).

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V * N * \text{Meq}}{\text{mL de muestra}} * 100 \quad \dots 15$$

Dónde:

V : Volumen de hidróxido de sodio consumido

N : Normalidad de hidróxido de sodio

Meq: Peso mili-equivalente del ácido predominante en la muestra



Figura 32. Fotografías de determinación de acidez del jugo de pulpa de palta fuerte.

3.6.5.4.4. Porcentaje de humedad.

Se siguió el método descrito por Horwitz (70), con algunas modificaciones. Se pesó 40 gramos de la pulpa de palta fuerte, se acondiciono en una placa Petri, seguidamente se colocó en una estufa MEMMERT UN30 a 70°C durante 72 horas, hasta peso constante (Figura 33). A palta fuerte con recubrimiento comestible (CR) y sin recubrimiento comestible (SR), a temperatura ambiente (TA) y temperatura de refrigeración (TR), las diferencias de peso entre las muestras frescas y deshidratadas se expresan en porcentaje peso/peso.

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso muestra humeda} - \text{Peso de muestra seca}}{\text{Peso muestra humeda}} * 100 \quad \dots 16$$

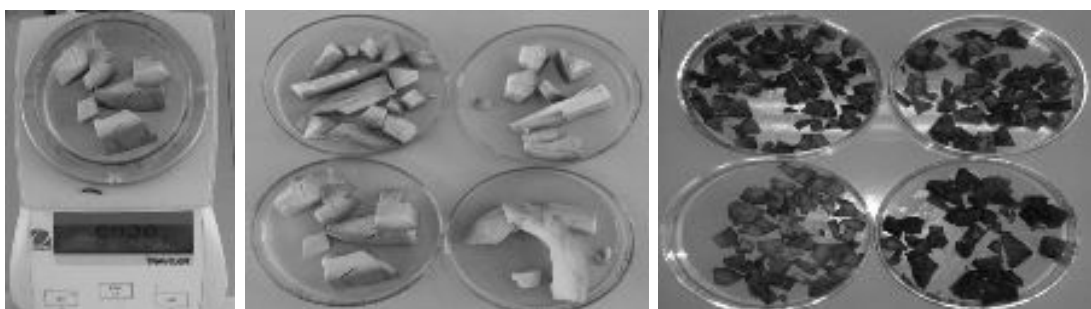


Figura 33. Fotografías de determinación de humedad de la palta CR y SR.

3.6.5.4.5. Porcentaje de aceite.

Se realizó extracción lipídica siguiendo el método de Lee (71) y Swarts (72), con algunas modificaciones. Se ha pulverizado de pulpa de palta fuerte deshidratada, aproximadamente 1 gramo, fue llevada al equipo Soxhlet (JP SELECTH) a 80°C, utilizando como solvente éter de petróleo. El proceso siguió tres etapas: Extracción 35 minutos, lavado o enjuague 40 minutos y secado o recuperación 15 minutos (Figura 34). Las determinaciones de grasa se realizaron a palta fuerte con recubrimiento comestible (CR) y sin recubrimiento comestible (SR), almacenadas a temperatura ambiente (TA) y temperatura de refrigeración (TR).

$$\% \text{ Aceite P.M.F.} = \frac{\text{AE} * (100 - \% \text{ humedad})}{\text{gramos de muestra seca}} \quad \dots 17$$

Dónde:

% Aceite P.M.F. : Porcentaje de aceite de la pulpa en base peso de muestra fresca

AE : Peso del aceite extraído de la muestra seca (mediante Soxhlet).

% Humedad : Porcentaje de humedad de la muestra (pulpa)

Gramos de muestra seca: Gramos de pulpa seca a la que se le extrae el aceite

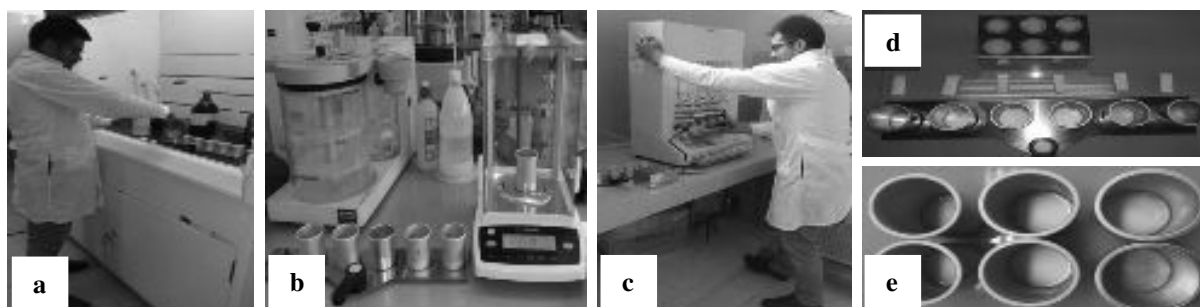


Figura 34. Fotografías de extracción de aceite (a) Medición de éter de petróleo (b) Pesado de vasos (c) Acondicionamiento del solvente (d y e) Aceite extraído.

3.6.5.4.6. Porcentaje de pérdida de peso.

Los recubrimientos comestibles sobre la superficie del fruto actúan como barrera a la difusión del vapor de agua, lo que se traduce en menores tasas de pérdida de humedad. Se determinó por diferencia de peso de la muestra (73) a la palta fuerte tratadas con recubrimiento comestible (CR) y sin recubrimiento comestible (SR), almacenadas a temperatura ambiente (TA) y temperatura de refrigeración (TR). Se registraron el peso inicial y final. Se calculó la pérdida de peso expresada como porcentaje respecto del peso inicial (Figura 35).

$$\% \text{ pérdida de peso} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100 \quad \dots 18$$



Figura 35. Fotografías de pesado de las paltas a temperatura ambiente y refrigeración.

3.6.5.4.7. Evaluación de atributos sensoriales.

Se usó escalas hedónicas para categorizar el nivel de aceptabilidad del producto, se asigna un valor numérico a cada atributo para el análisis como lo manifiesta Watts et al. (51).

En la aceptabilidad y apariencia de la palta fuerte intervienen el sentido de la visión captando todos los atributos, involucra los aspectos de tamaño, forma, defectos, color y brillo (74). La textura se percibe en la boca a través del sentido, al comer el alimento. Las expresiones más significativas está la consistencia, textura, jugosidad, fibrosidad, harinosidad, dureza, blandura, elasticidad, pastosidad, gomosidad, granulosis, viscosidad adhesividad, fragilidad (74). La pulpa se ablanda en forma uniforme a medida que la palta va madurando, a diferencia de palta cosechada antes de alcanzar la madurez fisiológica, presenta una consistencia dura y algo elástica. Si una palta es cosechada muy temprano, se puede asistir a dos fenómenos, que el fruto pueda alcanzar su fase climatérica después de un plazo demasiado largo, teniendo por consecuencia una mediocre calidad gustativa o que el fruto no alcance nunca su fase climatérica; se marchita y se convierte en indebida para su consumo (75). El sabor se determina mediante paneles de degustación los cuales ponen una calificación a la palta.

Aceptabilidad	Apariencia	Aroma
1. Me disgusta mucho	1. Mala	1. Muy bajo
2. Me disgusta medianamente	2. Deficiente	2. Bajo
3. Me disgusta algo	3. Menos que regular	3. Levemente bajo
4. Me es indiferente	4. Regular	4. Moderado
5. Me gusta algo	5. Más que regular	5. Levemente alto
6. Me gusta medianamente	6. Buena	6. Aromático
7. Me gusta mucho	7. Muy Buena	7. Muy aromático
Astringencia	Textura	Sabor
1. Muy baja	1. Mala	1. Muy bajo
2. Levemente baja	2. Deficiente	2. Levemente bajo
3. Baja	3. Menos que regular	3. Bajo
4. Moderado	4. Regular	4. Moderado
5. Levemente alto	5. Más que regular	5. Levemente alto
6. Astringente	6. Buena	6. Alto
7. Muy astringente	7. Muy buena	7. Muy alto

Figura 36. Escala hedónica para la evaluación de la palta fuerte, Watts (51).

Se evaluaron paltas utilizando escala hedónica con un grupo 12 panelistas no entrenados por triplicado (36 panelistas), con recubrimiento y sin recubrimiento comestible a temperatura ambiente, durante los 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 días, cortando en dos mitades y luego cada mitad se cortó en seis franjas longitudinales de igual tamaño (Figura 37). Para observar si las paltas tenían la aceptación de los panelistas (traducido en escala numérica) se determinaron la media y desviación estándar para verificar la diferencia entre la palta con recubrimiento y sin recubrimiento comestible.

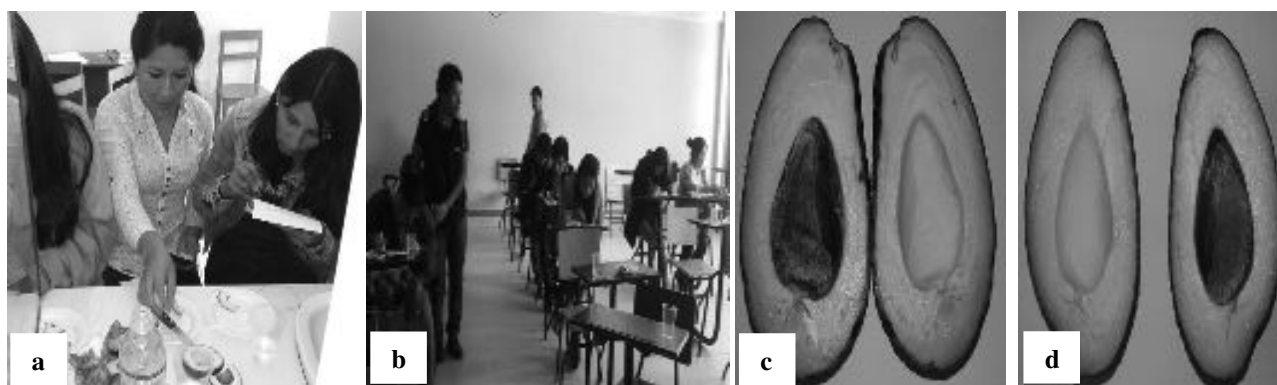


Figura 37. Fotografías de evaluación sensorial (a y b) Panelistas (c) SR a 10 días (d) CR a 25 días.

3.7. Material de la investigación

3.7.1. Pruebas de entrada de proceso y salida de la investigación.

En las pruebas de entrada se considera a la harina de maíz morado y propóleo (insumos) para la elaboración de las películas comestibles, que serán utilizadas como coberturas de la palta fuerte (materia prima). Además de la información disponible como literatura científica y los criterios del investigador basado en un conocimiento previo.

La formulación de las películas comestibles, los equipos, la tecnología a utilizar y el investigador forman parte de las pruebas de proceso, actividades que darán valor agregado a la palta fuerte (materia prima), recubriéndola con películas comestibles para prolongar su tiempo de vida útil.

La palta fuerte recubierta con películas comestibles es la prueba de salida, producto resultante del proceso, y sobre la cual se realizará una serie de análisis para conocer el tiempo de vida útil del producto, es decir los resultados de la investigación.

3.7.2. Instrumentos de investigación.

Se muestran la materia prima, materiales, insumos y equipos utilizados en la investigación.

Materia prima

- Harina de maíz morado
- Extracto etanólico de propóleo
- Palta fuerte

Materiales y equipos

- Vaso precipitado de 1000mL, 500mL, 250mL, 100mL y 80mL
- Bagueta
- Cocinilla CAT ROBAX M6 230VAC
- Agitador SPINBAR 1”x5/16”
- Termómetro
- Pipeta de 10mL, 5mL, 2mL
- Placas Petri
- Cinta teflonada
- Cuchillo
- Papel filtro Whatman N° 1
- Gradillas
- Campana desecadora
- PENETROMETER KOEHLER model 95500
- PENETRATION NEE ALE serial N° 52064K. ASTM SPECIFICATION D5
- Viscosímetro BROOKFIELD CERTIFIED 8664565
- pH-METRO SI ANALYTICS Lab 850
- Estufa MEMMERT UN 30 230V
- Balanza analítica SARTORIUS ENTRIS224-1S 0.1mg-220g
- Balanza digital OHAUS TRAVELER SE402F 0.01g-400g
- Tamiz RETSCH AS 200 (MALLA ELE INTERNATIONAL 90 µm)
- Microscopio electrónico de barrido (FEI QUANTA 650) y QUORUM Q150
- Termohigrómetro digital MOD. TL-8020 - EUROLAB

Insumos

- Alcohol etílico 96° y 70°
- Éter de petróleo 35-65°C

Capítulo IV. Resultados

4.1. Descripción de los resultados

4.1.1. Propiedades fisicoquímicas del propóleo y harina de maíz morado.

4.1.1.1. Humedad, cenizas y material insoluble.

Los resultados del análisis fisicoquímico del propóleo recolectado en la comunidad de Supalla – Aymaraes por el método de raspado, se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. *Humedad, cenizas y material insoluble de propóleo de la comunidad Supalla-Aymaraes.*

Parámetros	Propóleo	Límites de calidad en Norma Internacional
Humedad (%)	7,28 ± 0,72	Máximo 10%
Cenizas (%)	0,20 ± 0,02	Máximo 5%
Material insoluble (%)	21,19 ± 2,12	Máximo 25%
pH	4,02 ± 0,02	-

Datos expresados en media ± DS, n=3, p ≤ 0,05.

4.1.1.2. Humedad, cenizas y contenido de antocianinas totales.

Los valores obtenidos para humedad, ceniza y contenido de antocianinas totales de la harina de maíz morado se muestran en la Tabla 11, establecido por la Norma Técnica Peruana (1985) para harinas.

Tabla 11. *Humedad, cenizas y contenidos de antocianinas totales en la harina de maíz morado.*

Parámetros	Harina de maíz morado	Normas Técnicas Peruanas 1985
Humedad (%)	12,86 ± 0,61	Máximo 15%
Cenizas (%)	0,16 ± 0,02	Máximo 1,5%
CAT (mg cianidina-3-glucosido/L)	7,99 ± 1,72	Máximo 1642 mg/L
pH	6,53 ± 0,25	-

Datos expresados en media ± DS, n=3, p ≤ 0,05.

4.1.2. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de las películas comestibles.

4.1.2.1. Viscosidad.

Los valores de viscosidad de las soluciones filmogénicas de la combinación harina de maíz morado y propóleo (80:20, 90:10 y 100:0) se presentan en la Tabla 12 y Figura 38.

Tabla 12. *Velocidad de deformación, esfuerzo cortante y viscosidad de las soluciones filmogénicas.*

Muestra	rpm	Velocidad de deformación	HMM:P(80:20)		HMM:P(90:10)		HMM:P(100:0)	
			Esfuerzo de corte	Viscosidad (μ) cP	Esfuerzo de corte	Viscosidad (μ) cP	Esfuerzo de corte	Viscosidad (μ) cP
HMM:P (80:20)	10	12,23	24,11	197,1	16,36	133,8	11,9	97,28
	20	24,46	31,7	129,6	24,15	118,7	16,05	65,6
	30	36,69	35,24	115,8	26,25	64,0	16,59	45,23
	40	48,92	38,14	84,32	28,19	52,16	17,14	35,04
	50	61,15	41,25	57,09	30,14	45,44	17,85	29,18

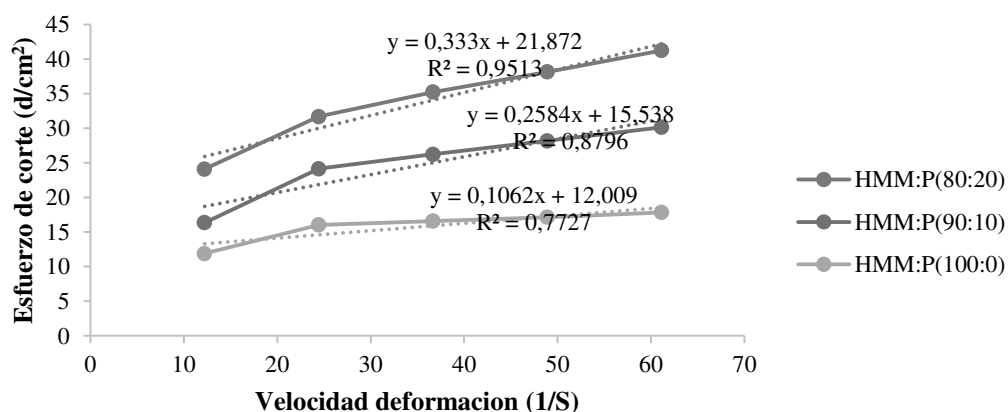


Figura 38. Resultado de la curva de flujo de las soluciones filmogénicas.

4.1.2.2. pH.

La medición de pH de las soluciones filmogénicas se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Composición de las soluciones formadoras y pH de películas comestibles.

HMM (g)	EEP (g)	Glicerol (g)	Etanol 70°:Agua destilada (50:50 v/v) (g)	pH
0,00	3,00	2,00	95,00	4,02
1,50	1,50	2,00	95,00	6,02
1,80	1,20	2,00	95,00	6,05
2,10	0,90	2,00	95,00	6,21
2,25	0,75	2,00	95,00	6,33
2,40	0,60	2,00	95,00	6,42
2,70	0,30	2,00	95,00	6,48
3,00	0,00	2,00	95,00	6,53

4.1.2.3. Espesor y resistencia a la tracción.

La medición del espesor y resistencia a la tracción de las películas comestibles de HMM:P (80:20, 90:10 y 100:0), se presenta en la Figura 39 y Anexos 10, 11.

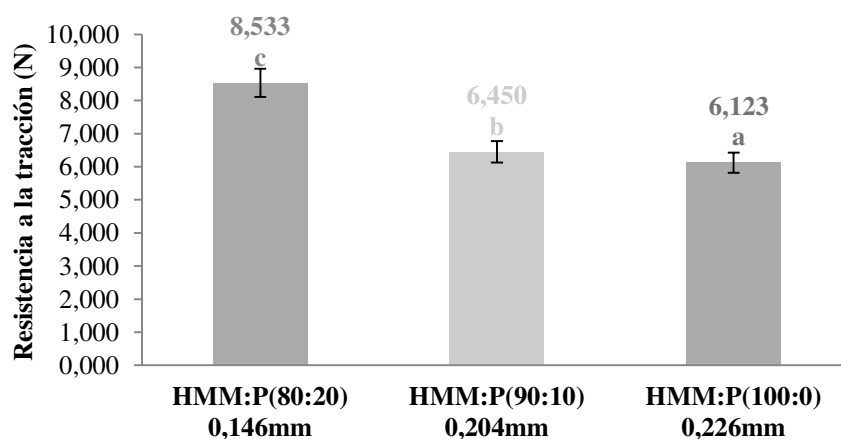


Figura 39. Resistencia a la tracción (fuerza de rotura).

4.1.2.4. Solubilidad.

La solubilidad de películas comestibles en combinación harina de maíz morado y propóleo (80:20, 90:10 y 100:0). En la Figura 40, se presentan los resultados de solubilidad de las películas comestibles.

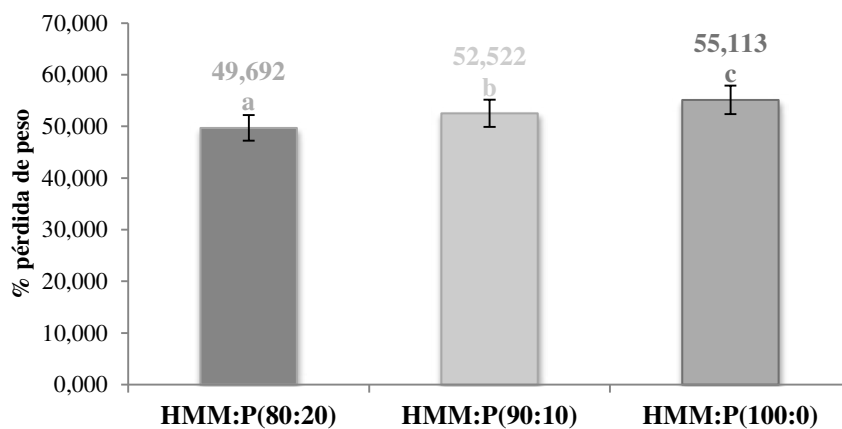


Figura 40. Solubilidad de PC en combinación de HMM:P (80:20, 90:10 y 100:0).

4.1.2.5. Microscopía electrónica de barrido (SEM).

La microestructura de las películas comestibles HMM:P (80:20 y 100:0) son presentadas en las Figuras 41, 42 y Anexos 12 y 13.

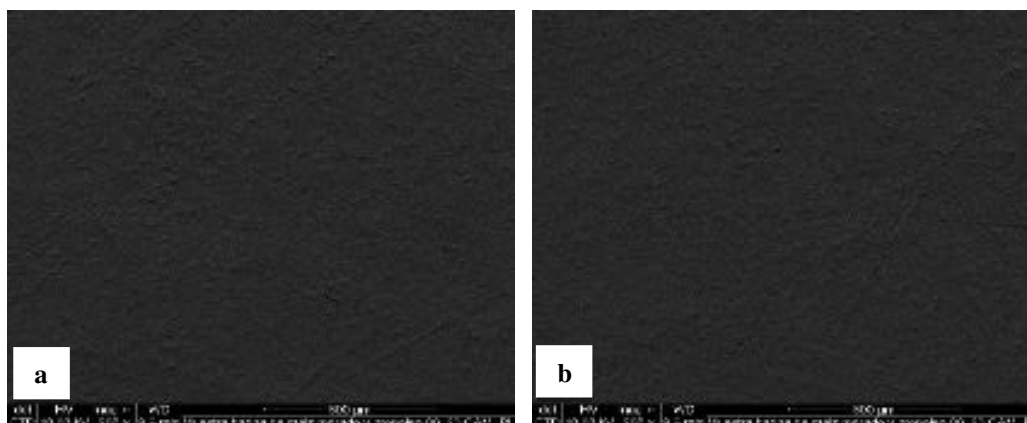


Figura 41. Fotografías digitales (a y b) Película comestible de HMM:P (80:20).

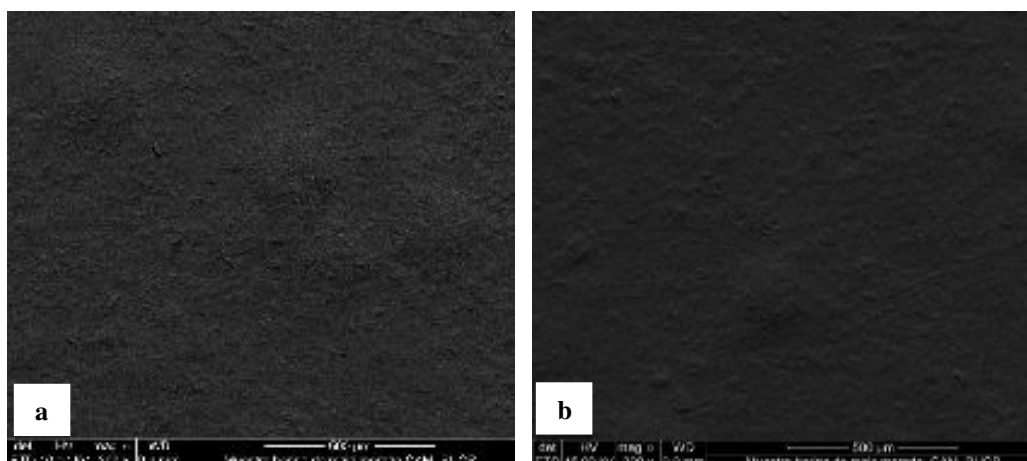


Figura 42. Fotografías digitales (a y b) Película comestible de HMM:P (100:0).

4.1.2.6. Permeabilidad al vapor de agua.

La ganancia de peso de películas comestibles de HMM:P (80:20, 90:10 y 100:0) son presentados en la Tabla 14, Figura 43, 44 y Anexos 14, 15 y 16.

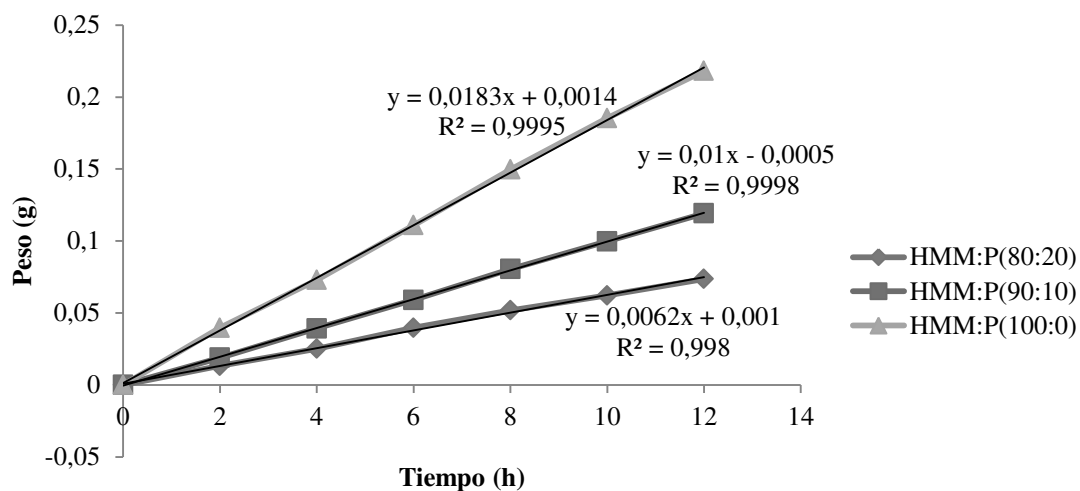


Figura 43. Ganancia de peso vs tiempo de PC de HMM:P (80:20, 90:10 y 100:0).

Tabla 14. Resumen del promedio de los datos de la permeabilidad.

MUESTRA	PENDIENTE (g/h)	VTVA (g/h.m ²)	TPVA (g/h.m ² Pa)	ESPELOR (mm)	PERMEABILIDAD (g.mm/h.m ² Pa)
HMM:P(80:20)	0,0062	12,6273	0,0873	0,1207	0,7238±0,055
HMM:P(90:10)	0,0100	20,3666	0,1409	0,1345	1,0477±0,065
HMM:P(100:0)	0,0182	37,0672	0,2564	0,2053	1,2492±0,032

Datos expresados en media ± DS, n=3, p ≤ 0,05.

VTVA = Velocidad de transmisión del vapor de agua

TPVA = Tasa de permeabilidad al vapor de agua

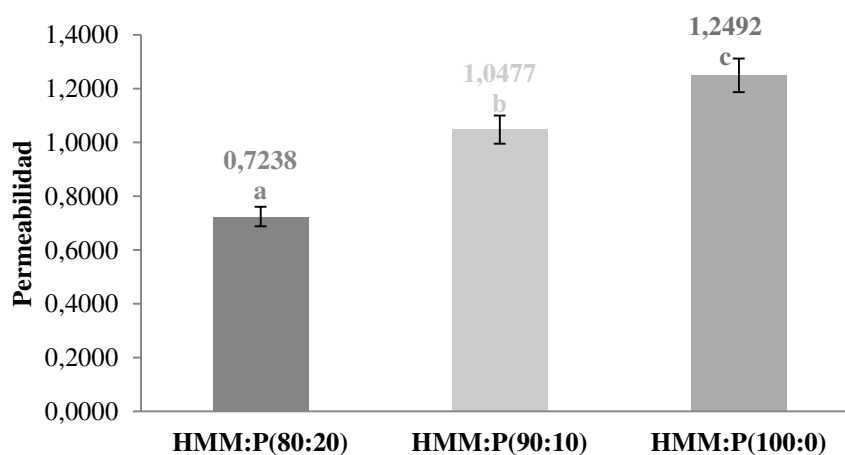


Figura 44. Permeabilidad de las PC de HMM:P (80:20, 90:10 y 100:0).

4.1.3. Evaluación de propiedades fisicoquímicas de la palta fuerte.

4.1.3.1. pH.

En la Tabla 15 se presenta el ANOVA y Figura 45 la comparación de medias de la prueba de TUKEY para el análisis del comportamiento del pH, a un nivel de confianza de $p > 0,05$.

Tabla 15. *Análisis de la varianza del pH de palta CR y SR a TA y TR.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	126	1,00	1,00	0,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	6,01	41	0,15	1093,43	< 0,0001
Días de almacenamiento	6,01	41	0,15	1093,43	< 0,0001
Error	0,01	84	1,3E-04		
Total	6,02	125			

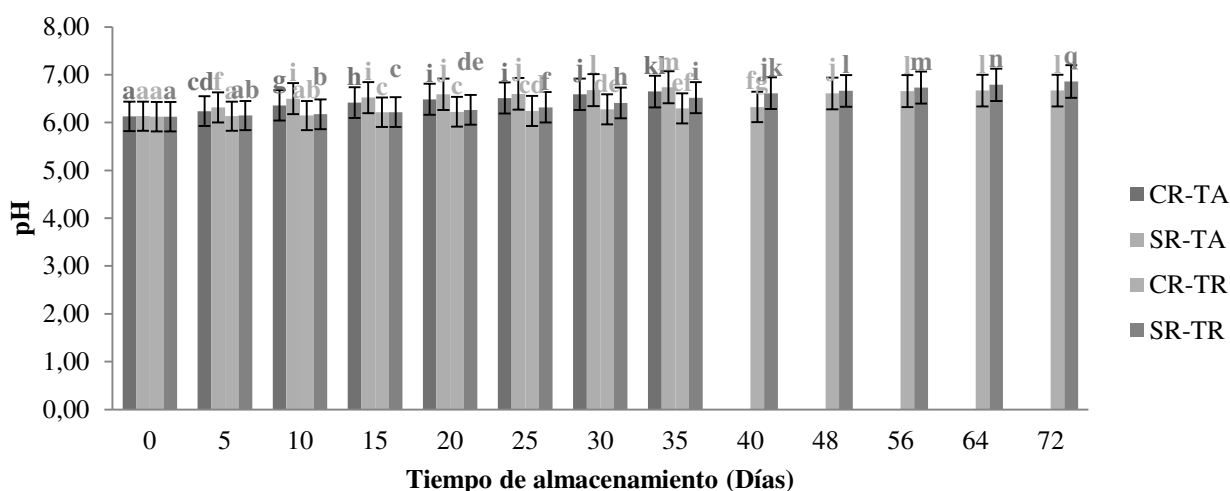


Figura 45. Prueba de TUKEY del pH en palta CR y SR a TA y TR.

4.1.3.2. Análisis de textura.

En la Tabla 16 se muestra el ANOVA y Figura 46 se aprecian los resultados de la prueba de TUKEY para análisis de comportamiento de textura (mm).

Tabla 16. *Análisis de la varianza de la textura (mm) de palta CR y SR a TA y TR.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Análisis de textura (mm)	126	1,00	1,00	0,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	24015,37	41	585,74	44553,78	< 0,0001
Días de almacenamiento	24015,37	41	585,74	44553,78	< 0,0001
Error	1,10	84	0,01		
Total	24016,48	125			

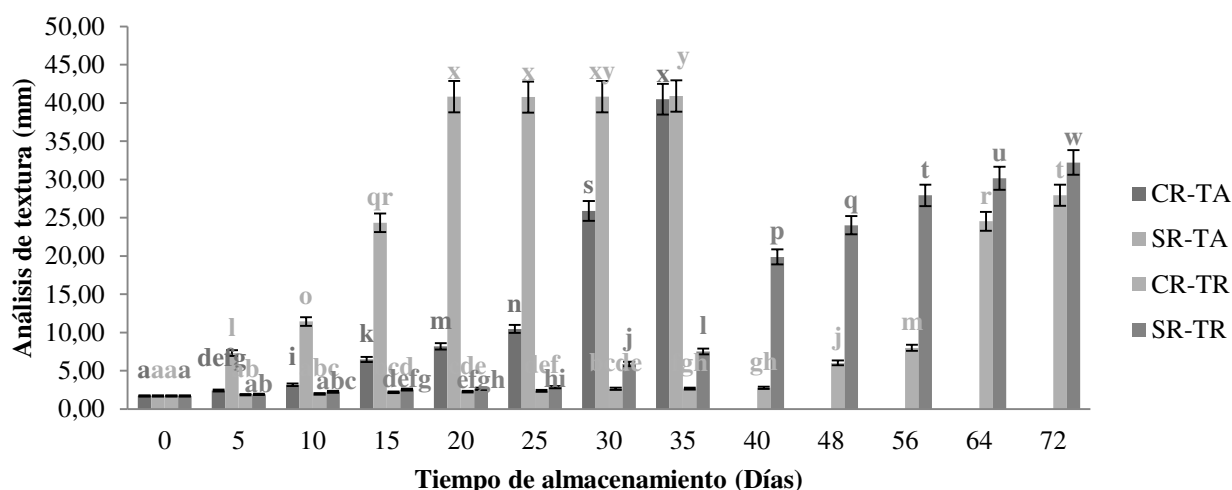


Figura 46. Prueba de TUKEY del análisis de textura (mm) de palta CR y SR a TA y TR.

4.1.3.3. Porcentaje de acidez titulable.

En la Tabla 17 se muestra el ANOVA y Figura 47 se presentan los resultados de la prueba de TUKEY de acidez titulable, expresado en gramos de ácido cítrico. Se observa diferencias significativas entre tratamientos y días de almacenamiento ($p > 0,05$).

Tabla 17. Análisis de la varianza del porcentaje de acidez de palta CR y SR a TA y TR.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de acidez titulable	126	1,00	0,99	2,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	0,01	41	1,7E-04	521,81	< 0,0001
Días de almacenamiento	0,01	41	1,7E-04	521,81	< 0,0001
Error	2,8E-05	84	3,3E-07		
Total	0,01	125			

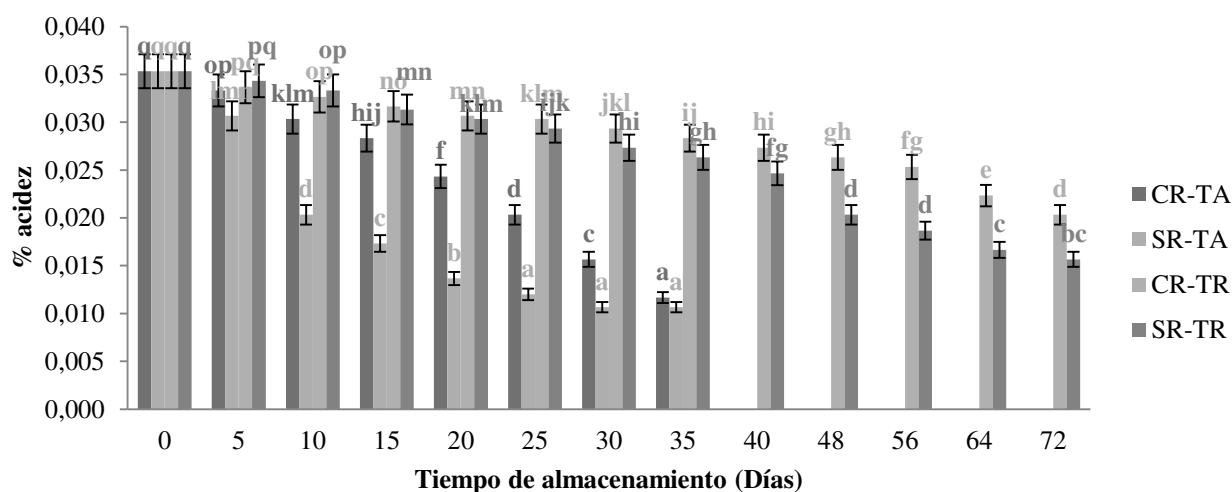


Figura 47. Prueba de TUKEY del porcentaje de acidez de palta CR y SR a TA y TR.

4.1.3.4. Porcentaje de humedad.

En la Tabla 18 se muestra el ANOVA y Figura 48 se muestran los resultados de la prueba de TUKEY del porcentaje de humedad de la palta fuerte, se evidencia que los tratamientos y días de almacenamiento son altamente significativos ($p > 0,05$).

Tabla 18. *Análisis de la varianza del porcentaje de humedad de palta CR y SR a TA y TR.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porcentaje de humedad	126	1,00	1,00	0,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	21024,02	41	512,78	1408,79	< 0,0001
Días de almacenamiento	21024,02	41	512,78	1408,79	< 0,0001
Error	30,57	84	0,36		
Total	21054,60	125			

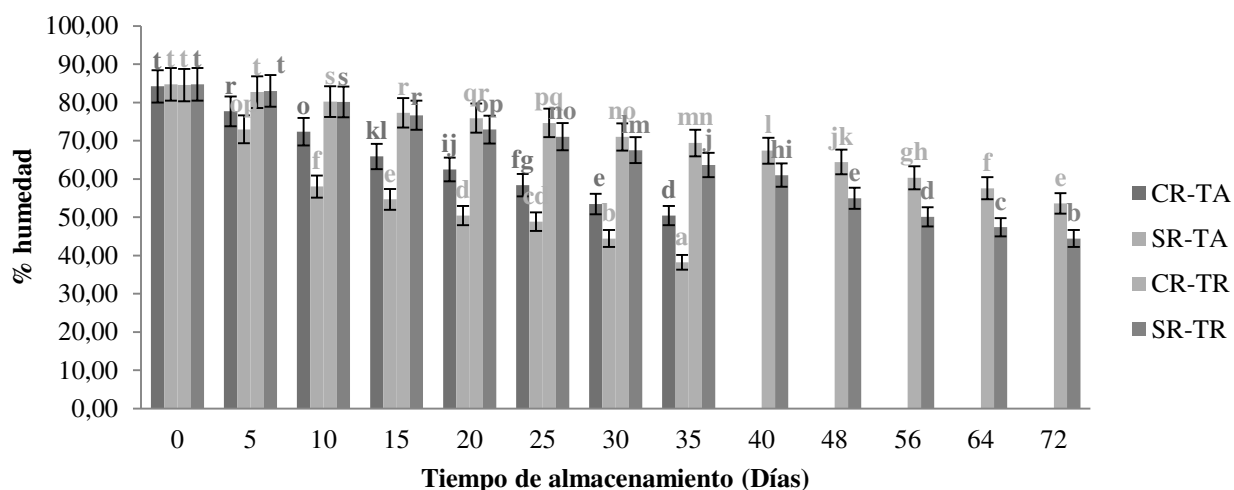


Figura 48. Prueba de TUKEY del porcentaje de humedad en palta CR y SR a TA y TR.

4.1.3.5. Porcentaje de aceite.

En la Tabla 19 se muestra el ANOVA y Figura 49 se presentan la prueba de TUKEY del porcentaje de aceite de la palta fuerte.

Tabla 19. *Análisis de la varianza del porcentaje de aceite de palta CR y SR a TA y TR.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porcentaje de aceite	126	1,00	0,99	3,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	11971,05	41	291,98	565,55	< 0,0001
Días de almacenamiento	11971,05	41	291,98	565,55	< 0,0001
Error	43,37	84	0,52		
Total	12014,42	125			

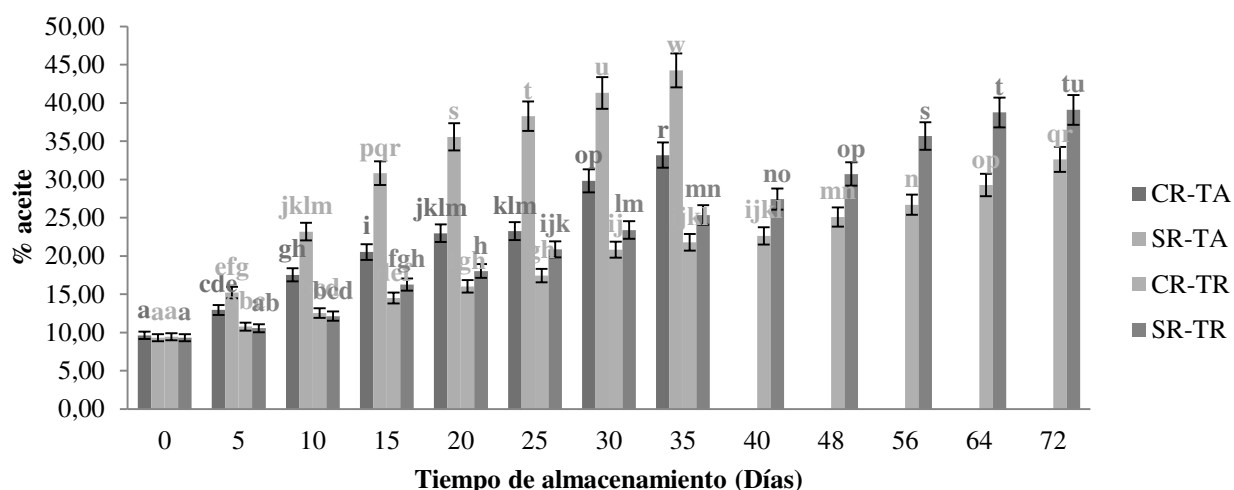


Figura 49. Prueba de TUKEY del porcentaje de aceite en palta CR y SR a TA y TR.

4.1.3.6. Porcentaje de pérdida de peso.

En la Tabla 20 se muestra el ANOVA y Figura 50 se muestran los resultados de pérdida de peso de la palta fuerte, como podemos apreciar los tratamientos y días de almacenamiento son altamente significativos ($p > 0,05$).

Tabla 20. Análisis de la varianza del porcentaje de pérdida de peso de palta CR y SR a TA y TR.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de pérdida de peso	114	1,00	1,00	0,67

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	14053,66	37	379,83	27675,10	< 0,0001
Días de almacenamiento	14053,66	37	379,83	27675,10	< 0,0001
Error	1,04	76	0,01		
Total	14054,70	113			

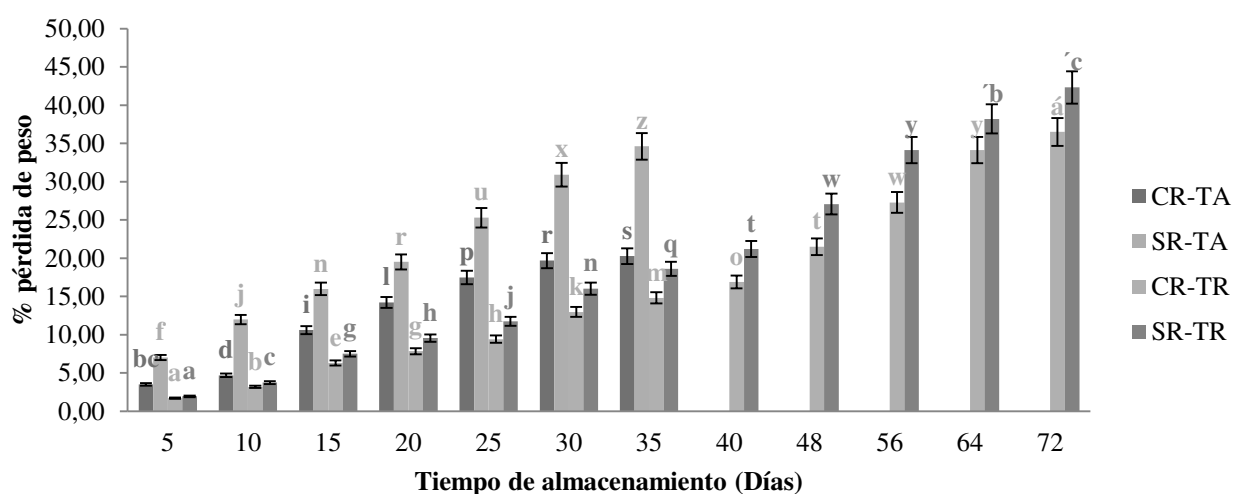


Figura 50. Prueba de TUKEY del porcentaje de pérdida de peso en palta CR y SR a TA y TR.

4.1.3.7. Evaluación de los atributos sensoriales de la palta fuerte.

La evaluación de los atributos sensoriales se realizó con 36 panelistas, como la aceptabilidad, apariencia, aroma, astringencia, textura y sabor de la palta fuerte, según citados por Watts (51). Aplicadas por el método de inmersión, utilizando la solución filmogénica de la combinación de ambos biopolímeros de harina de maíz morado y propóleo (80:20), los cuales fueron almacenados a temperatura ambiente, evaluando a los 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 días. (Anexo 18).

4.1.3.7.1. Atributo de aceptabilidad.

En la Tabla 21 se muestra el ANOVA y Figura 51 se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo de aceptabilidad de la palta fuerte, como podemos apreciar los tratamientos y días de almacenamiento son altamente significativos ($p > 0,05$).

Tabla 21. Análisis de la varianza del atributo de aceptabilidad de palta a CR-TA y SR-TA.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aceptabilidad de la palta	48	1,00	1,00	1,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	244,89	15	16,33	4447,43	< 0,0001
Días de almacenamiento	244,89	15	16,33	4447,43	< 0,0001
Error	0,12	32	3,7E-03		
Total	245,00	47			

El nivel de agrado se mostró mediante una escala de 7 puntos: (1. Me disgusta mucho, 2. Me disgusta medianamente, 3. Me disgusta algo, 4. Me es indiferente, 5. Me gusta algo, 6. Me gusta medianamente y 7. Me gusta mucho).

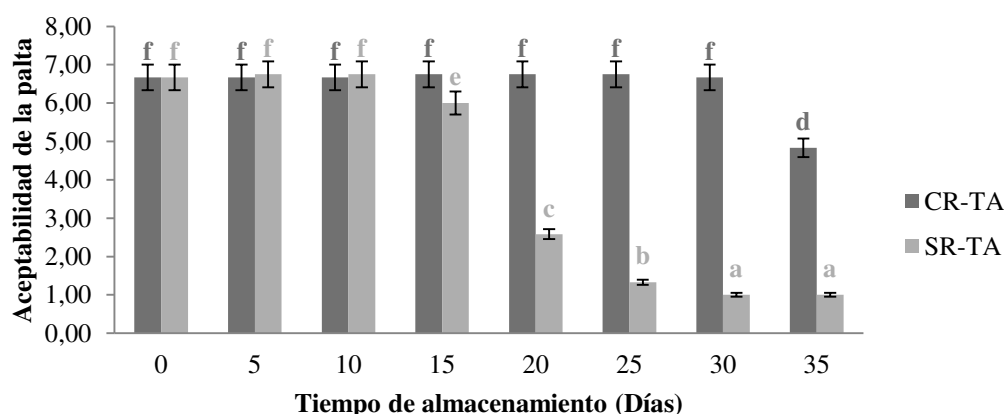


Figura 51. Prueba de TUKEY del atributo de aceptabilidad de palta CR y SR-TA

4.1.3.7.2. Atributo de apariencia.

En la Tabla 22 se muestra el ANOVA y Figura 52 se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo de apariencia de la palta fuerte, como podemos apreciar los tratamientos y días de almacenamiento son altamente significativos ($p > 0,05$).

Tabla 22. Análisis de la varianza del atributo de apariencia de palta a CR-TA y SR-TA.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Apariencia de la palta	48	1,00	1,00	0,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	248,63	15	16,58	16540,76	< 0,0001
Días de almacenamiento	248,63	15	16,58	16540,76	< 0,0001
Error	0,33	32	1,0E-03		
Total	248,66	47			

El nivel de agrado se mostró mediante una escala de 7 puntos (1. Mala, 2. Deficiente, 3. Menos que regular, 4. Regular, 5. Más que regular, 6. Buena y 7. Muy buena).

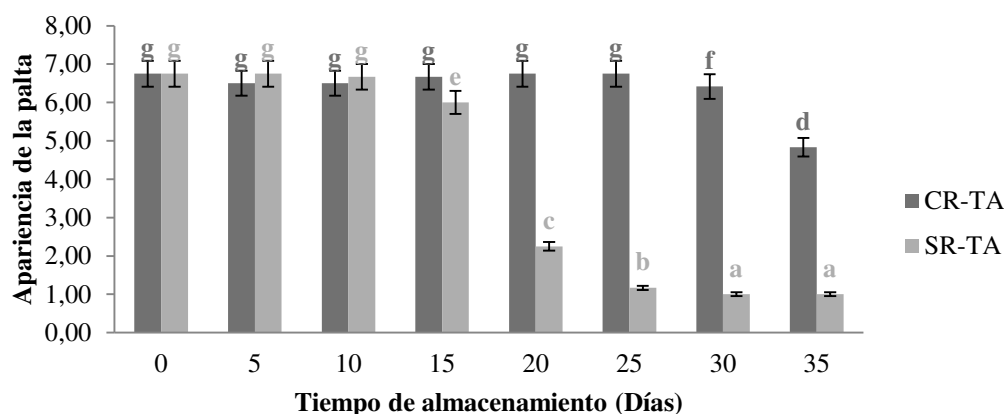


Figura 52. Prueba de TUKEY del atributo de apariencia de palta CR y SR-TA.

4.1.3.7.3. Atributo de aroma.

En la Tabla 23 se muestra el ANOVA y Figura 53 se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo de aroma de la palta fuerte, como podemos apreciar los tratamientos y días de almacenamiento son altamente significativos ($p > 0,05$).

Tabla 23. Análisis de la varianza del atributo de apariencia de palta a CR-TA y SR-TA.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aroma de la palta	48	1,00	1,00	2,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	189,80	15	12,65	1479,20	< 0,0001
Días de almacenamiento	189,80	15	12,65	1479,20	< 0,0001
Error	0,27	32	0,01		
Total	190,07	47			

El nivel de agrado mediante una escala de 7 puntos (1. Muy bajo, 2. Bajo, 3. Levemente bajo, 4. Moderado, 5. Levemente alto, 6. Aromático y 7. Muy aromático).

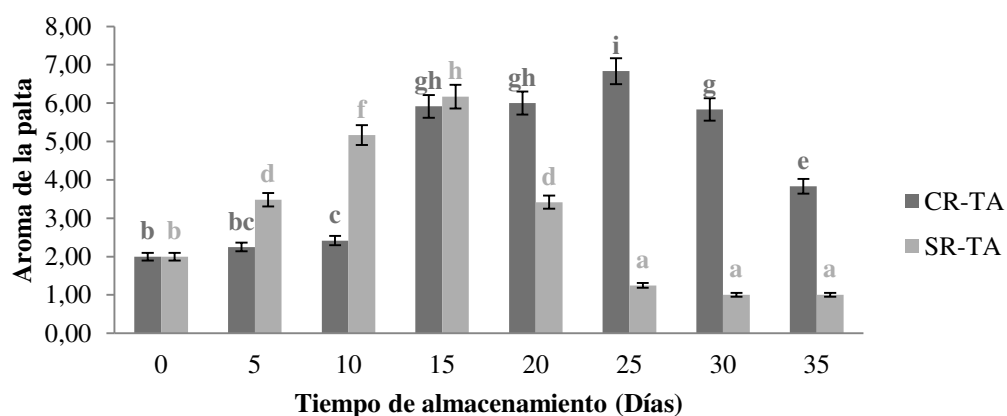


Figura 53. Prueba de TUKEY del atributo de aroma de palta CR y SR-TA.

4.1.3.7.4. Atributo de astringencia.

En la Tabla 24 se muestra el ANOVA y Figura 54 se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo de astringencia de la palta fuerte, como podemos apreciar los tratamientos y días de almacenamiento son altamente significativos ($p > 0,05$).

Tabla 24. Análisis de la varianza del atributo de astringencia de palta a CR-TA y SR-TA.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Astringencia de la palta	48	1,00	1,00	1,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	135,51	15	11,50	5690,93	< 0,0001
Días de almacenamiento	135,51	15	11,50	5690,93	< 0,0001
Error	0,06	32	2,0E-03		
Total	172,57	47			

El nivel de agrado mediante una escala de 7 puntos (1. Muy baja, 2. Levemente baja, 3. Baja, 4. Moderado, 5. Levemente alto, 6. Astringente y 7. Muy astringente).

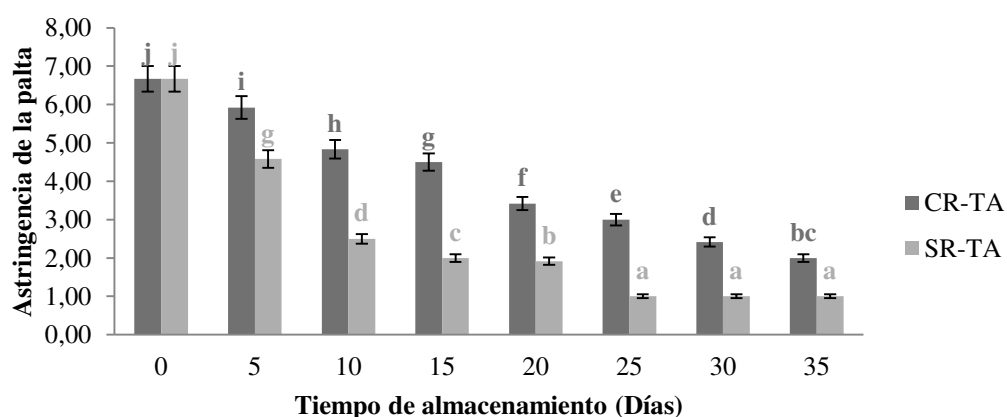


Figura 54. Prueba de TUKEY del atributo de astringencia de palta CR y SR-TA

4.1.3.7.5. Atributo de textura.

En la Tabla 25 se muestra el ANOVA y Figura 55 se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo de textura de la palta fuerte, son altamente significativos ($p > 0,05$).

Tabla 25. *Análisis de la varianza del atributo de textura de palta a CR-TA y SR-TA.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Textura de la palta	48	1,00	1,00	0,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	219,20	15	14,61	19703,28	< 0,0001
Días de almacenamiento	219,20	15	14,61	19703,28	< 0,0001
Error	0,02	32	7,4E-04		
Total	219,22	47			

El nivel de agrado mediante una escala de 7 puntos (1. Mala, 2. Deficiente, 3. Menos que regular, 4. Regular, 5. Más que regular, 6. Buenas y 7. Muy buena).

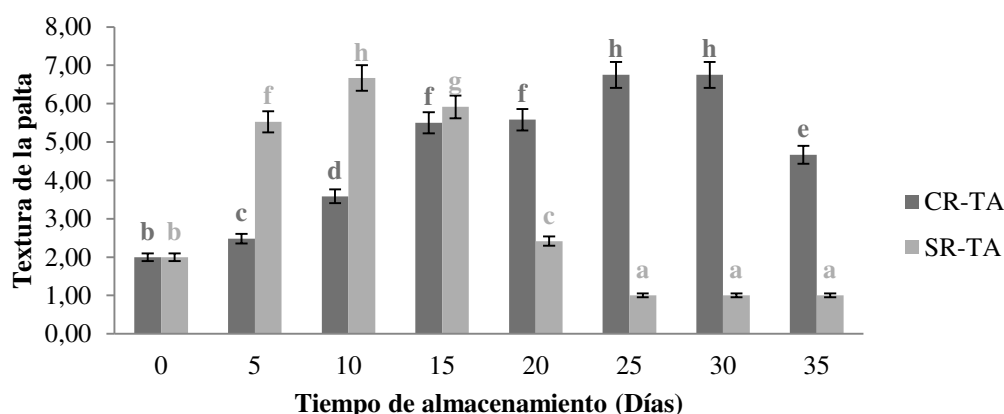


Figura 55. Prueba de TUKEY del atributo de textura de palta CR y SR-TA

4.1.3.7.6. Atributo de sabor.

En la Tabla 26 se muestra el ANOVA y Figura 56 se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo de sabor de la palta fuerte, son altamente significativos ($p > 0,05$).

Tabla 26. *Análisis de la varianza del atributo de sabor de palta a CR-TA y SR-TA.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sabor de la palta	48	1,00	1,00	2,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Tratamiento	208,42	15	13,89	2810,52	< 0,0001
Días de almacenamiento	208,42	15	13,89	2810,52	< 0,0001
Error	0,16	32	4,9E-03		
Total	208,58	47			

El nivel de agrado mediante una escala de 7 puntos (1. Muy bajo, 2. Levemente bajo, 3. Bajo, 4. Moderado, 5. Levemente alto, 6. Alto y 7. Muy alto).

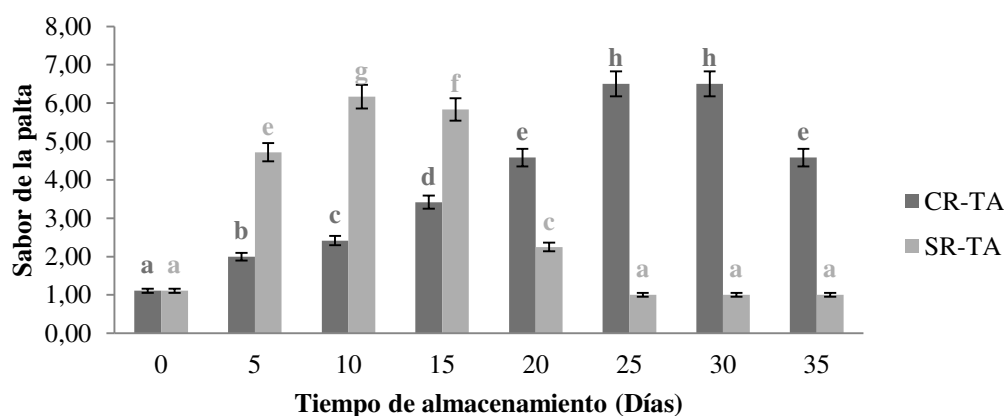


Figura 56. Prueba de TUKEY del atributo de sabor de la palta CR y SR-TA

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Hipótesis estadísticas.

a. Hipótesis estadísticas (nula (H_0) y alterna (H_a)).

En la presente investigación se trabajó con la hipótesis de CAUSALIDAD, se caracteriza por presentar las variables independientes y variables dependientes, en donde se tiene que probar la relación de CAUSA – EFECTO.

H_0 : La hipótesis nula se rechaza.

H_a : La hipótesis alterna se acepta.

H_a : Las películas comestibles de harina de maíz morado (100) y combinación de ambos biopolímeros de harina de maíz morado y propóleo (80:20 y 90:10), fueron evaluadas sus propiedades físicas y mecánicas para determinar cuál de las películas presentan mejores características, y se aplicó por el método de inmersión la solución filmogénica de la combinación de ambos biopolímeros de harina de maíz morado y propóleo (80:20) como agentes bioactivos para la preservación de la palta fuerte.

b. Estadístico.

Para el análisis estadístico de cada uno de los factores en estudio se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el paquete estadístico INFOSAT VERSION 2018 a un nivel de confianza de 95%. Para las medias que son significativamente unas de otras se utilizó para la comparación de medias por el método de TUKEY.

c. Nivel de significancia.

Se trabajó a un nivel de confianza de 95%, en donde realizando los análisis de varianza, se pudo apreciar cada prueba el nivel de significancia de un tratamiento con otro.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. Humedad, cenizas y material insoluble del propóleo.

A partir de los valores obtenidos (Tabla 10), aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados fueron próximos con lo que sostiene Cupull (76) y Martínez (77), quienes analizaron el propóleo en cuanto a sus características fisicoquímicas de humedad $2,88\% \pm 0,18$, cenizas $0,78\% \pm 0,22$ y material insoluble $28,23\% \pm 1,87$, se siguió el mismo método de raspado en la colección de propóleo y sin embargo, la humedad fue inferior a lo permitido por la norma internacional, porque un mayor contenido de humedad puede favorecer el desarrollo de algunas especies de mohos y de fermentaciones durante el almacenamiento. El bajo contenido de cenizas es 3,5 veces menor y el contenido de impurezas es menor en relación al valor relatado por Martínez (77). La determinación del contenido de cenizas es de vital importancia, debido a que su valor puede indicar existencia de un alto o bajo contenido de impurezas mecánicas, tales como madera, tierra, fragmentos vegetales, insectos, entre otros, o una posible adulteración del material bruto mediante la adición de impurezas (78).

4.3.2. Humedad, cenizas y contenido de antocianinas totales de la harina maíz morado.

A partir de los valores obtenidos (Tabla 11), aceptamos la hipótesis alterna. Los resultados guardan relación con lo que sostienen Solano y Gante (8), la humedad de 12,3%, en la presente investigación la humedad fue ligeramente superior y el contenido de cenizas fue menor, es un indicador que hay alteración, los valores se encuentra dentro de lo establecido en la Norma Técnica Peruana (1985) y se puede conservar adecuadamente. Lizano (23), caracterizó las antocianinas en diferentes variedades de maíz morado boliviano, identificando 2 antocianinas mayoritarias como cianidina-3-glucósido 42,5% y cianidina-3-(6"malonil)-glucósido 30,7%. Además, Escribano-Bailón (79), obtuvieron el contenido de antocianinas de 1642 mg/L en base húmeda para el maíz morado y 1779 mg/L en base seca. Sin embargo las antocianinas obtenidas en la investigación fue menor, debido a que fue retirado el pericarpio del grano, donde se encuentra el mayor contenido de las antocianinas y a la vez a fin de facilitar una mejor formación de películas con distribución más homogénea.

4.3.3. Propiedades físicas y mecánicas de las películas comestibles.

4.3.3.1. Viscosidad.

A partir de los resultados (Figura 38 y Tabla 12), aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados guardan relación con lo que menciona Flores (80), las formulaciones a partir de HPMC presenta un ligero comportamiento pseudoplástico, llegando a ser fluidos newtonianos. Las soluciones filmogénicas de harina de maíz morado y propóleo (80:20, 90:10 y 100:0), tienen un comportamiento pseudoplástico, siendo las curvas de flujo bastante próximas entre sí para un mismo perfil de velocidad de deformación. Las curvas de flujo nos permiten caracterizar la naturaleza reológica, estableciendo la relación entre la velocidad de deformación dada y una tasa de corte específica. Además, Regalado y Noriega (66), manifiestan que la viscosidad deben tener las características como la plasticidad, suavidad, pegajosidad, tamaño de partícula y temperatura, las soluciones filmogénicas presentaron estas características y es adecuado para ser aplicado mediante el método de inmersión a la palta fuerte.

La solución filmogénica de combinación de ambos biopolímeros de harina de maíz morado y propóleo (80:20), fue aplicado sobre la superficie de la palta fuerte, se pudo observar que el grado de cohesión es mejor frente a las propiedades de barrera y mecánicas, una alta capacidad de adhesión asegurando mayor durabilidad del recubrimiento comestible en la superficie. Las películas de HMM:P (90:10 y 100:0) fueron afectadas por la alta permeabilidad, podemos asumir también por la porosidad, flexibilidad y fragilidad. La viscosidad de las soluciones filmogénicas afecta el proceso de recubrimiento comestible. A menor viscosidad se acelera el proceso de separación de la emulsión y se forma un recubrimiento no uniforme, por esto, una alta viscosidad es deseable para reducir la separación. Por otro lado, una alta viscosidad puede generar una película demasiado gruesa para su aplicación como recubrimiento. Cuando se aplica la solución filmogénica sobre la superficie, se desarrolla dos fuerzas: cohesión de las moléculas dentro de la cobertura y adhesión entre el recubrimiento y la palta fuerte (3).

4.3.3.2. pH.

A partir de los resultados obtenidos (Tabla 13), aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados guardan relación con lo que mencionan Arce y Camilo (81), estudiaron los recubrimientos comestibles de quitosano y la afectación de las propiedades por aplicación de aceites esenciales, el pH de las soluciones filmogénicas fueron en promedio de 3,2 y 3,4. Además, Gonzáles-Linares (82) desarrollaron películas comestibles a partir de proteínas extraídas de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), utilizando soluciones filmogénicas pH 7,5, trabajaron con pH similares al producto tratado. En la presente investigación el pH osciló entre 4,02 hasta 6,53, el pH aumentaba a medida se incrementaba la inclusión de la harina de maíz morado, acercándose a la neutralidad debido a que los insumos utilizados tienen pH cercanos a 7,0. Fue adecuado para la formación de las películas comestibles, pues se buscó mantener un pH similar a la palta fuerte en estudio.

4.3.3.3. Espesor y resistencia a la tracción.

A partir de los resultados obtenidos (Figura 39), aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados guardan relación con lo estudiaron Arce y Camilo (81), los recubrimientos comestibles de quitosano y la afectación de las propiedades por aplicación de aceites esenciales, determinaron el espesor de 40 μ m. Además, Longares (83) estudio los recubrimientos comestibles de almidón modificado y cera de abeja, determinando el espesor que osciló entre 29,3 y 40,1 μ m, el espesor del recubrimiento pasó inadvertido por el consumidor. En la presente investigación las películas comestibles elaboradas de harina de maíz morado y propóleo (80:20, 90:10 y 100:0), los espesores 146, 204 y 226 μ m respectivamente, debido a que en la formulación se utilizaron harina de maíz morado con una granulometría de 90 μ m. La adición del extracto etanólico de propóleo le confirió una fuerte interacción entre los polímeros y que a la vez tuvo mayor resistencia a las acciones físicas sometidas. Además, se realizó la prueba de TUKEY para comparar medias, observamos que son significativamente diferentes ($p > 0,05$), la película comestible de HMM:P (80:20), presenta la mayor resistencia a la tracción y menor espesor.

4.3.3.4. Solubilidad.

A partir de los resultados obtenidos (Figura 40), aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados tiene relación con lo que sostiene Wang (68), la solubilidad de las películas comestibles aumenta a medida de que en su composición tiene la mayor cantidad de un polímero. En la presente investigación la solubilidad de las películas comestibles de combinación de ambos biopolímeros de harina de maíz morado y propóleo (80:20, 90:10 y 100:0), se observó a medida que se incrementa la proporción de harina de maíz morado y disminuye la concentración del propóleo, incrementa la solubilidad. Está relacionada con las propiedades de barrera al vapor de agua, cuanto mayores sean los valores de barrera, menor será su solubilidad en agua. Para contrarrestar la pérdida de agua de los frutos se busca que los recubrimiento comestibles con valores mínimos de solubilidad, la menor solubilidad se observó para películas comestible de la combinación HMM:P (80:20), siendo adecuado para la aplicación a la palta fuerte por tener mejores propiedades de barrera y mayor resistencia al vapor de agua, lo cual le confiere a que la palta fuerte tenga mayor vida útil. Además, realizando la prueba TUKEY para comparar medias, observamos que son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.3.3.5. Microscopia electrónica de barrido (SEM).

A partir de los resultados obtenidos (Figuras 41, 42 y Anexos 12 y 13), aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados guardan relación con lo que estudiaron Enciso y Hortua (84), las películas comestibles elaborados en combinación del almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas, presentaron estructura más homogénea en comparación con la película de almidón. En la presente investigación la película comestible de la combinación de ambos biopolímeros de HMM:P (80:20) resultó con las mejores características, mostrando una matriz más homogénea, las partículas más uniformes, superficie homogénea, lisa y no presentaron grietas, dando origen a la formación de un material más continuo y con mayor compactación, mientras las películas comestibles de harina de maíz morado HMM:P (100:0), presentó algunas burbujas de aire, pequeños grumos y poros. Probablemente debido a la alta permeabilidad al vapor de agua, según Tanada y Grosso (85). Además, la adición de extracto etanólico de propóleo (EEP) confirió una mejor cohesión a la estructura de la película comestible.

4.3.3.6. Permeabilidad al vapor de agua.

A partir de los resultados obtenidos (Tabla 14 y Figuras 43 y 44), aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Oregel-Zamudio (86), mencionan que existe una relación inversa entre el espesor de la película y la tasa de permeabilidad al vapor de agua. En la presente investigación se muestra los datos de ganancia de peso con respecto al tiempo, la permeabilidad de las películas comestibles de HMM:P (80:20, 90:10 y 100:0). Mayor permeabilidad presento la película de HMM:P (100:0), los cual no evita la pérdida de agua del alimento, y de mayor espesor. Las formulaciones con propóleo, tienen menor permeabilidad al vapor de agua, posiblemente a sus características de hidrofobicidad, en relación a la harina de maíz morado que es más higroscópica.

Además, Oregel-Zamudio (86) en su estudio de caracterización fisicoquímica de películas comestibles a base de cera de candelilla observó que la cantidad de cera de candelilla aplicada en la formulación podría ser responsable de la permeabilidad al vapor de agua, debido a las características propias de la cera. También relatan que los recubrimientos a base de lípidos y ceras presentan escasa permeabilidad al vapor de agua. La incorporación de glicerol ayudó a que tuviera menor tasa de permeabilidad al vapor de agua, y actuar como plastificante ayuda a los recubrimientos a tener mayores propiedades de barrera a la pérdida de agua, está relacionada por su naturaleza hidrofóbica.

El comportamiento de la película comestible de combinación de ambos biopolímeros de harina de maíz morado y propóleo (80:20) actúa como una barrera, presentándose un transporte difusional facilitado que podría atribuirse a asociaciones entre las moléculas de agua y los grupos funcionales del almidón. Estas asociaciones entre el agua y la película provocan hinchamiento y cambios de estructura que facilitan la difusión de gases y vapores. Además, realizando la prueba de TUKEY, para comparar las medias son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Debido a todos los análisis realizados a las películas comestibles, la mejor característica presento la película de HMM:P (80:20) y fue aplicado a la palta fuerte.

4.3.4. Propiedades fisicoquímicas de la palta fuerte.

En la presente investigación se evaluaron las características fisicoquímicas de la palta fuerte como el: pH, análisis de textura, porcentaje de acidez titulable, porcentaje de humedad, porcentaje de aceite y porcentaje de pérdida de peso, almacenadas a temperatura ambiente (TA) y refrigeración (TR) con recubrimiento comestible (CR) y sin recubrimiento comestible (SR). Paltas almacenadas a temperatura de refrigeración no presentaron una evolución en el proceso de maduración, posiblemente la temperatura de 6°C no es adecuada. Las plantas agroindustriales del norte del país, almacenan las paltas de exportación de 8 a 12°C. Probablemente, la baja temperatura de almacenamiento 6°C, ocasionó que las paltas no maduren, observándose deshidratación, formación de grietas y desprendimiento de películas. Montoya (59), menciona que las paltas no pueden ser expuestas más de 35 a 40 días en refrigeración. Las paltas con recubrimiento comestible a temperatura ambiente (CR-TA) que se encontraban aptas para el consumo de 25 a 30 días y sin recubrimiento comestible a temperatura ambiente (SR-TA) se encontraban aptas para el consumo de 10 a 15 días. Las paltas con recubrimiento comestible a temperatura de refrigeración (CR-TR) se encontraban en buenas condiciones hasta los 72 días, y sin recubrimiento comestible a temperatura de refrigeración (SR-TR) se encontraban en buenas condiciones hasta los 56 días, mas no lograron madurar.

4.3.4.1. pH.

A partir de los resultados obtenidos (Anexo 25.1), se realizó el ANOVA (Tabla 15), observándose significativamente diferentes ($p > 0,05$), con ello la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 45), con estos valores aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Guerreros (12), el incremento del pH está relacionada con el aumento en la concentración de ácidos orgánicos, los iones H^+ desempeñan un papel importante.

Siendo parte de la formación de sustratos como sacarosa y glucosa, haciendo que la concentración a nivel vacuolar disminuya durante las últimas fases de la maduración, por lo que el pH se ve ligeramente aumentado con respecto a los días de almacenamiento de la palta fuerte. Además, Soliva (87), menciona que el pH y oxígeno influyen sobre la actividad de la polifenoloxidasas, para controlar el pardeamiento enzimático se debe ajustar el pH con ácido cítrico, ácido málico o fumárico a un valor de 4 o menos. La disminución de la actividad enzimática, se atribuye a que agentes quelantes como el ácido cítrico remueven el cobre en el sitio activo de la enzima polifenoloxidasas.

4.3.4.2. Análisis de textura.

A partir de los resultados obtenidos (Anexo 25.2), se realizó el ANOVA (Tabla 16), observándose significativamente diferentes ($p > 0,05$), con ello la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 46), con estos valores aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados guardan relación con lo que manifiesta Maia (88), la aplicación de recubrimientos comestibles en productos hortofrutícolas, limita la acción enzimática que provoca su ablandamiento al reducir el intercambio gaseoso, ayudando así al mantenimiento de su textura. Esto significa que las paltas tratadas tuvieron efectos distintos frente a los cambios metabólicos y la pérdida de humedad propia del proceso de maduración, que es reflejado en la variación de la textura, mostrando el incrementando de la penetración de la aguja del Texturómetro, mostrando el progresivo ablandamiento de la palta, lo cual es un indicador de la maduración. Sin embargo, las paltas almacenadas en refrigeración no llegaron a madurar debido a mucha exposición al frío, como lo manifiesta Montoya (59).

4.3.4.3. Porcentaje de acidez titulable.

A partir de los resultados obtenidos (Anexo 25.3), se realizó el ANOVA (Tabla 17), observándose significativamente diferentes ($p > 0,05$), con ello la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 47), con estos valores aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Kays (89), la disminución se da debido a la actividad de las deshidrogenasas y a que los ácidos orgánicos son utilizados como sustratos de la respiración para la síntesis de nuevos componentes durante la maduración, este descenso coincide con el inicio de la maduración de consumo y la acumulación rápida de azúcares. Osterloh (90), menciona que la relación de la madurez (RM) está relacionada principalmente con un aumento de los sólidos solubles totales y una disminución de la acidez titulable, en los frutos climatéricos el aumento de la RM posiblemente ocurre cuando alcanzan la tasa respiratoria máxima y desdoblan rápidamente sus reservas (ácidos orgánicos) como respuesta al incremento de su metabolismo y en consecuencia, la RM se incrementa; sin embargo, hay que tener en cuenta, cuando el fruto tiene un contenido alto de azúcares, el nivel de los ácidos deben ser suficientemente elevados para satisfacer el gusto del consumidor. Además, Olaeta (91), menciona que la disminución de la acidez durante el almacenamiento probablemente puede estar relacionada con el consumo de las moléculas orgánicas en los diferentes ciclos metabólicos para proporcionar la energía requerida por la palta, muchos de los ácidos orgánicos pueden participar como precursores de sustancias volátiles, las cuales intensifican su presencia durante este período.

En contraste, podemos deducir la relación de madurez expresada como sólidos solubles totales (SST) / acidez titulable (ATT) mide la calidad organoléptica de la palta, esta relación presenta una tendencia a aumentar conforme va madurando la palta fuerte, a la vez apreciamos que la acidez de la palta fuerte disminuye significativamente con los días de almacenamiento y conforme la palta fuerte va madurando, como ocurre en la mayoría de los frutos.

4.3.4.4. Porcentaje de humedad.

A partir de los resultados obtenidos (Anexo 25.4), se realizó el ANOVA (Tabla 18), observándose significativamente diferentes ($p > 0,05$), con ello la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 48), con estos valores obtenidos aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Brevis (92), la fruta para que se vea afectada no debe sobrepasar el 10%, de esta forma, los frutos del cultivar Isabel, Hass y Bacon no se verán afectados en su apariencia como tampoco tendrán una pérdida económica. Además, Maftoonazad y Ramaswamy (57) reportaron una disminución del 50% en la pérdida de humedad, en frutos de la palta recubiertos después de 6 días de almacenamiento a 20°C.

La variación de la humedad en la palta fuerte depende en gran medida de los procesos de transpiración, de procesos difusivos y osmóticos, lo cual, a mayor proceso respiratorio mayor gasto de energía o que a su vez acelera la maduración y disminución de humedad que se va convirtiendo en materia seca o reemplazando por aceites u otros sustratos; la maduración de la palta está basada en el metabolismo de los lípidos con una rápida acumulación de aceite y disminución del contenido de agua. Durante los días de almacenamiento va perdiendo agua, y esto conlleva a que va madurando, sin recubrimiento comestible la pérdida de humedad es más rápida debido a que tiene una alta tasa de respiración, sin embargo las paltas tratadas fueron más prolongado la pérdida de humedad.

4.3.4.5. Porcentaje de aceite.

A partir de los resultados obtenidos (Anexo 25.5), se realizó el ANOVA (Tabla 19), observándose significativamente diferentes ($p > 0,05$), con ello la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 49), con estos resultados obtenidos aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados guardan relación con lo que manifiesta Olaeta (93), conforme va transcurriendo los días de almacenamiento, el contenido de aceite va incrementado, esto está relacionado directamente con la pérdida de humedad y por ende el proceso de la maduración es más rápido, y aumenta la palatabilidad del fruto. Observaron durante el proceso de maduración la presencia de ácidos oleico y palmítico en mayor cantidad. Además, Latorre (94), manifiesta que, una vez que la energía de la glucosa se está acabando se empieza con el catabolismo de los lípidos y lo primero que pasa es que se separa en glicerol y ácidos grasos sometidos a un proceso de catabolismo denominado β -oxidación con el objetivo de conseguir acetil CoA y poder ingresar al ciclo de Krebs, donde los ácidos grasos aportan mayor cantidad de energía que los azúcares, con lo cual, el fruto conforme va llegando a su madurez de consumo empieza a acumular mayor cantidad de aceites disminuyendo la cantidad de agua que posee, lo que implica que a mayor contenido de humedad, menor contenido de aceite.

El contenido de aceite está basado en el metabolismo de los lípidos, con una rápida acumulación de aceite y disminución del porcentaje de humedad, el alto contenido de aceite que constituye la palta fuerte, en su mayoría corresponde a los llamados insaturados, y aumenta mientras el contenido de agua disminuye al avanzar el tiempo de almacenamiento.

4.3.4.6. Porcentaje de pérdida de peso.

A partir de los resultados obtenidos (Anexo 25.6), se realizó el ANOVA (Tabla 20), observándose significativamente diferentes ($p>0,05$), con ello la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 50), con estos valores obtenidos aceptamos la hipótesis alterna. Estos resultados guardan relación con lo sostiene Aguilar (33) estudió el efecto de un inhibidor del etileno (1-metilciclopropeno), de una cera y la combinación de ambos, en frutos de palta, después de 7 días de almacenamiento a 20°C, determinaron valores de pérdida de peso del de 7.3% para los frutos control, 5.4% para los frutos tratados con el inhibidor, 2% para frutos recubiertos con cera y 1.9% para los frutos con ambos tratamientos. Además, Brevis (92), manifiesta la fecha idónea con que se deben cosechar estas variedades, el porcentaje de pérdida de peso para Hass y Fuerte son de 4,2 y 5% respectivamente, con ello se confirma que Hass posee un menor porcentaje de pérdida de peso. La conservación de paltas en refrigeración fue mejor con respecto a la pérdida de peso en relación a temperatura ambiente. El incremento en la pérdida de peso y la reducción de la firmeza puede ser atribuida a dos razones: 1 daños a los tejidos internos debido a los bajos niveles de oxígeno que llevan a la producción de metabolitos de fermentación como alcoholes y 2 una hidratación excesiva de la epidermis causada por los recubrimientos. Conforme pasa los días de almacenamiento la pérdida de peso aumenta, debido a que la palta tiene una alta tasa de respiración y va perdiendo agua conforme va acercándose a la madurez.

4.3.5. Atributos sensoriales de la palta fuerte.

La evaluación de los atributos sensoriales se realizaron con 12 panelistas no entrenados por triplicado (36 panelistas), de acuerdo a la Figura 36 propuestas por Watts (51), como la aceptabilidad, apariencia, aroma, astringencia, textura y sabor de la palta fuerte, recubiertas con la solución filmogénica de la combinación de ambos biopolímeros de harina de maíz morado y propóleo (80:20) aplicadas por el métodos de inmersión, almacenadas a temperatura ambiente, se evaluaron a los 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 días de almacenamiento. Con estos resultados obtenidos aceptamos la hipótesis alterna.

En el Anexo 17 se muestra la calificación de los panelistas para el atributo de aceptabilidad de la palta fuerte, a ello se ha realizado el ANOVA (Tabla 21), apreciándose que son significativamente diferentes ($p>0,05$), en vista de que existe diferencias, se realizó la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 51), los panelistas no detectaron diferencias hasta los 30 días para paltas con recubrimiento y hasta los 15 días para paltas sin recubrimiento comestible, la aplicación del recubrimiento mejoro destacando aspectos como la homogeneidad del recubrimiento, ausencia de agrietamiento y manchas que pudieran afectar su aceptabilidad.

Con el transcurrir de los días de almacenamiento las paltas perdieron la calidad organoléptica, esto se debe principalmente a los procesos de senescencia de la palta durante el periodo de postcosecha.

En el Anexo 18 se muestra la calificación de los panelistas para el atributo de apariencia de la palta fuerte, a ello se ha realizado el ANOVA (Tabla 22), observándose que son significativamente diferentes ($p > 0,05$), luego la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 52), los panelistas no detectaron diferencias hasta los 30 días las paltas con recubrimiento y hasta los 15 días para las paltas sin recubrimiento comestible. Los recubrimientos redujeron la deshidratación y la pérdida de firmeza, mostrando menor arrugamiento de la epidermis de la palta. Con el transcurrir los días, las paltas van perdiendo la calidad propias del proceso de senescencia.

En el Anexo 19 se muestra la calificación de los panelistas para el atributo de aroma de la palta fuerte, a ello se ha realizado el ANOVA (Tabla 23), observándose que son significativamente diferentes ($p > 0,05$), luego la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 53), los panelistas detectaron diferencias entre los tratamientos y va en aumento con respecto a los días de almacenamiento hasta los 30 días para paltas con recubrimiento y hasta los 15 días para paltas sin recubrimiento comestible, además, manifiestan que el propóleo le confirió aroma más agradable, a partir de ese periodo pierde la calidad organoléptica la palta principalmente al proceso de senescencia.

En el Anexo 20 se muestra la calificación de los panelistas para el atributo de astringencia de la palta fuerte, a ello se ha realizado el ANOVA (Tabla 24), observándose que son significativamente diferentes ($p > 0,05$), luego la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 54), los panelistas mostraron diferencias significativas entre los tratamiento, y que van disminuyendo con respecto a los días de almacenamiento, esto son propios de la acumulación de los ácidos grasos y materia seca.

En el Anexo 21 se muestra la calificación de los panelistas para el atributo de textura de la palta fuerte, a ello se ha realizado el ANOVA (Tabla 25), apreciándose que son significativamente diferentes ($p > 0,05$), luego la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 55), los panelistas mostraron diferencias significativas entre el tratamiento y aumento de la palatabilidad para paltas con recubrimiento hasta los 30 días y para paltas sin recubrimiento hasta los 15 días de almacenamiento. Con el transcurrir los días las paltas van perdiendo la calidad organoléptica a los procesos normales de la senescencia durante el almacenamiento.

En el Anexo 22 se muestra la calificación de los panelistas para el atributo del sabor de la palta fuerte, a ello se ha realizado el ANOVA (Tabla 26), observándose que son significativamente diferentes ($p > 0,05$), luego la prueba de TUKEY para comparar medias (Figura 56), los panelistas mostraron diferencias significativas con respecto al tratamiento y va en aumento el sabor de la palta fuerte a medida pasa los días de almacenamiento, las paltas con recubrimiento aumentaron el sabor hasta los 30 días y para paltas sin recubrimiento hasta los 15 días de almacenamiento. Con el transcurrir los días, pierde la calidad organoléptica, esto se debe a los procesos normales de senescencia de la palta fuerte durante el periodo de postcosecha.

Capítulo V. Conclusiones

Se determinó las propiedades fisicoquímicas del propóleo, como la humedad, cenizas y material insoluble, y harina de maíz morado como la humedad, cenizas y antocianinas totales (CAT), los cuales se encuentran dentro de los parámetros establecidos de la norma internacional de calidad y la norma técnica peruana, esto nos garantiza la materia prima utilizada en la formulación de películas y recubrimientos comestibles no presentan alteración de sus propiedades.

Se evaluó las propiedades físicas y mecánicas de las películas comestibles de harina de maíz morado y la combinación de ambos biopolímeros de harina de maíz morado y propóleo (80:20 y 90:10), como la viscosidad, pH, espesor y resistencia a la tracción, solubilidad, microscopía electrónica de barrido (SEM) y permeabilidad al vapor de agua. Sin embargo, las películas comestibles de propóleo no se lograron obtener, ya que en su formulación se requiere una matriz polimérica y al ser un lípido no tiene esa característica.

Se evaluó el tiempo de vida útil de la palta fuerte, tratadas con la solución filmogénica mediante el método de inmersión de la combinación de ambos biopolímeros (80:20), el cual presentó las mejores características, fueron eficientes en reducir la pérdida de peso, la tasa de respiración y en mantener la firmeza de la palta, almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración (6°C), evaluadas a los 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 48, 56, 64 y 72 días las características fisicoquímicas como el pH, análisis de textura, acidez titulable, porcentaje de humedad, porcentaje de aceite y porcentaje de pérdida de peso. Además, se evaluó los atributos sensoriales de la palta fuerte almacenados a temperatura ambiente, a los 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 días los atributos de aceptabilidad, apariencia, aroma, astringencia, textura y sabor. Los recubrimientos comestibles mejoraron la calidad sensorial de la palta fuerte, mejorando los aspectos generales, aportando un mejor brillo de la epidermis, además fue más efectivo en reducir la pérdida fisiológica de peso.

Recomendaciones

Realizar pruebas experimentales de las formulaciones antes de iniciar con una nueva formulación de películas y recubrimientos comestibles, para evitar pérdidas en la aplicación al producto final.

Evaluar a las películas comestibles las propiedades frente a la barrera al oxígeno, al dióxido de carbono, ya que este gas está involucrado en las reacciones de degradación de la palta fuerte como la rancidez, crecimiento microbiano, pardeamiento enzimático, pérdida de vitaminas, etc.

Evaluar el tiempo de almacenamiento en refrigeración, para la palta fuerte debe ser a de 8 a 12°C, en el trabajo se demostró que a 6°C la palta no madura y cambio bioquímico de maduración no se logra, y el tiempo de almacenamiento debe ser menor a los 40 días.

Fomentar el estudio de recubrimientos comestibles para mantener los alimentos libres de productos sintéticos ya que por las condiciones ambientales actuales se debe actuar en la reducción considerable de los desechos contaminantes de las fuentes de agua, del aire y del suelo y así su impacto con la naturaleza y al hombre que la compone.

La evaluación sensorial se debe realizar por medio de paneles entrenados con el fin de emitir un concepto más eficaz acerca de la aceptación de la palta fuerte.

Bibliografía

1. *Manejo poscosecha de frutas y hortalizas*. Paredes, M., & Stallin, J. 2015.
2. *Estudio químico de propóleos rojos cubanos*. Fernández, M. C., Rubio, O. C., & Pérez, A. R. 2012, Editorial Universitaria.
3. *Elaboración y evaluación de películas comestibles a base de almidón de maíz (Zea Mays. l) añadiendo goma de Tara y Xantan*. Molina, B., & Lina, A. 2016.
4. *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Equinoccio*. Barreiro, J. A., & Sandoval, A. J. 2006.
5. *Method for producing biofilms from cereal grains, biofilms obtained said method and use thereof for producing receptacles for containing and preserving foods*. Rojas-de Gante, C., Rios-Licea, J. M., & Tinoco-Pérez, B. 2010, Patent application number: PCT/MX2009/000092 (in Spanish).
6. *Factores en la cadena de valor que limitan el proceso de comercialización internacional de la Palta Hass en la Asociación Augusta Lopez Arenas de Pitipo-Lambayeque en el 2014*. Cruz Bravo, Y. J., Flores, C., & Brawan, D. T. Lambayeque : s.n., 2016.
7. *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 (Doctoral dissertation)*. Villaseñor, Myrna Alicia Abraján. 2008.
8. *Development of biodegradable films based on blue corn flour with potential applications in food packaging. Effects of plasticizers on mechanical, thermal, and microstructural properties of flour films*. Solano, A. C. V., & de Gante, C. R. 1, 2014, Journal of Cereal Science, Vol. 60, págs. 60-66.
9. *Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulacion*. Figueroa, J., Salcedo, J., Aguas, Y., Olivero, R., & Narvaez, G. 2, 2011, Revista Colombiana de Ciencia Animal-Recia, Vol. 3, págs. 386-400.
10. *Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract*. Pastor, C., Sánchez-González, L., Marcilla, A., Chiralt, A., Cháfer, M., & González-Martínez, C. 1, 2011, Postharvest Biology and Technology, Vol. 60, págs. 64-70.
11. *Physical and antifungal properties of hydroxypropylmethylcellulose based films containing propolis as affected by moisture content*. Pastor, C., Sánchez-González, L., Cháfer, M., Chiralt, A., & González-Martínez, C. 4, 2010, Carbohydrate Polymers, Vol. 82, pp. 1174-1183.
12. *Quitosano y almidón como recubrimiento biodegradable para prolongar la vida útil en palta (Persea americana Mill.) cultivar fuerte*. Guerrero Espinoza, M. U. 2017.
13. *Production of carboxymethyl cellulose from sugar beet pulp cellulose and rheological behaviour of carboxymethyl cellulose*. Toğrul, H., & Arslan, N. 1, 2003, Carbohydrate Polymers, Vol. 54, págs. 73-82.
14. *Aplicación de un recubrimiento comestible a base de Quitosano sobre la calidad sensorial y microbiológica de moras de Castilla (Rubus glaucus Benth)*. Freire Martínez, E. M. 2017, (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos.).
15. *Uso de recubrimiento a base de alginato y su efecto en la calidad de la fresa (fragaria ananasa) cv. Camarosa*. Ayola, Y., & Hernandez, M. 1, 2010, Ciencia y Tecnología Alimentaria, Vol. 9.

16. *Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad en poscosecha del níspero japonés (Eriobotrya japonica T.)*. Márquez, Carlos J., Cartagena, Jose R. y Pérez-Gago, Maria B. 3, 2009, Vitae, Vol. 16.
17. *Estudio del procesado de un polímero termoplástico basado en almidón de patata amigable con el medio ambiente (Bachelor's thesis)*. Mere Marcos, J. 2009.
18. *Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola*. Ceron, J. P. Q. 1, s.l. : Revista Tumbaga, 2010, Revista Tumbaga, Vol. 5.
19. *Polímeros utilizados para la elaboración de películas biodegradables*. Rubio-Anaya, M., & Guerrero-Beltrán, J. A. 2012, Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos, Vol. 6, págs. 173-181.
20. *Comportamiento mecánico dinámico de películas comestibles a bajas temperaturas: influencia del contenido de sorbato y grado de acidez*. Famá, L., Flores, S., Rojas, A. M., Goyanes, S., & Gerschenson, L. 1, 2004, Revista SAM, Vol. 1, págs. 157-162.
21. *Recubrimientos comestibles: aplicación a frutas y hortalizas*. Pastor, C., Vargas, M., & González-Martínez, C. 197, 2005, Alimentación, Equipos y Tecnología., Vol. 24, págs. 130-135.
22. *Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico de maíz morado (Zea mays L) en ratas hipercolesterolémicas*. Arroyo, J., Raez, E., Rodríguez, M., Chumpitaz, V., Burga, J., De la Cruz, W., & Valencia, J. 2, 2007, Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica, Vol. 24, págs. 157-162.
23. *Efecto del proceso de fritura en el contenido de antocianinas en empanadas elaboradas con mezclas de harina de trigo-maíz morado (Zea mays L.)*. Lizano Prado, A. L. Quito : s.n., 2012, Bachelor's thesis.
24. *Ministerio de Agricultura. Alimentación y Medio Ambiente*. Minag. 2015.
25. *Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión*. Garzón, G. A. 3, 2008, Acta Biológica Colombiana, Vol. 13, págs. 27-36.
26. *Caracterización fisicoquímica de la harina de maíz criollo (Zea Mays Amylacea) y su aplicación en la elaboración de Pan*. Gutiérrez, P., & Javier, J. 2011.
27. *Separation and characterization of anthocyanins by HPLC*. Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. 2001, Current Protocols in Food Analytical Chemistry.
28. *Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry*. Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. 2001.
29. *Evaluación y caracterización de compuestos bioactivos del mio-mio (Coriaria ruscifolia L) por espectroscopia FTIR y HPLC*. Barragan Condori, M. 2017.
30. *Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz*. García Quiñonez, A. V. 2015.
31. *Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables*. Villada, H. S., Acosta, H., & Velasco, R. 2, 2007, Temas agrarios, Vol. 12, págs. 5-19.
32. *Obtención y caracterización de almidones de malanga, arroz y maíz ceroso modificados por extrusión termoplástica para su uso como encapsulantes de aceite esencial de naranja*. Martínez Ortiz, L. 2007.

33. *Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate (Doctoral dissertation)*. Aguilar Mendez, M. A. 2013.
34. *Caracterización morfológica y térmica del almidón de maíz (zea mays l) obtenido por diferentes métodos de aislamiento*. Tovar Benítez, T. 2008.
35. *Propolis: recent advances in chemistry and plant origin*. Bankova, V. S., de Castro, S. L., & Marcucci, M. C. 1, 2000, Apidologie, Vol. 31, págs. 3-15.
36. *Actividad antibacteriana de un extracto acuoso de propóleo del municipio de Irapuato, Guanajuato, México I*. Bucio-Villalobos, C. M., & Martínez-Jaime, O. A. 2017.
37. *Propolis volatile compounds: chemical diversity and biological activity: a review*. Bankova, V., Popova, M., & Trusheva, B. 1, 2014, Chemistry Central Journal, Vol. 8, pág. 28.
38. *Actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de propóleo peruano sobre Streptococcus mutans y Lactobacillus casei*. Eguizábal, M., & Nakata, H. Moromi. s.l. : Odontología Sanmarquina, 2007, Vol. 10, págs. 18-20.
39. *Concentración mínima bactericida "in vitro" del extracto etanólico de propóleos de Chepén (Perú) sobre Listeria monocytogenes*. Diestra, G., Del Castillo-Algarate, E., Gerónimo-Gonzales, M., & Mercado-Martínez, P. 2, Chepen : s.n., 2008, Rebiol, Vol. 28, págs. 67-71.
40. *Composición y procesamiento de películas biodegradables basadas en almidón*. Enríquez C, Mario, Velasco M, Reinaldo y Ortiz G, Vicente. 1, 2012, Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Vol. 10.
41. *Efecto del tipo y contenido de aceites esenciales sobre las propiedades mecánicas y barrera de películas comestibles basadas en zeína*. Marzo Rojas, I. 2010.
42. *Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca*. Meneses, J., Corrales, C. M., & Valencia, M. 8, 2007, Revista EIA, págs. 57-67.
43. *Comparison of acute lethal toxicity of commonly abused psychoactive substances*. Gable, R. S. 6, s.l. : Addiction, 2004, Vol. 99, págs. 686-696.
44. *Evaluación de los recubrimientos comestibles a base de mucilago de chía (Salvia hisoanica L.) sobre la conservación postcosecha de palta (Persea americana Mill.) variedad Hass*. Roque Riveros, B. C. 2014.
45. *Evaluación de la ciclodextrina como inhibidor del pardeamiento enzimático en pasta de palta (persea americana miller) variedad fuerte*. Rafael Luque, Alex. 2014.
46. *Efecto del tratamiento térmico de la palta (Persea americana Mill. var. Fuerte) para la extracción de aceite*. Ames Herrera, J. F. 2015.
47. *Introducción y manejo agronómico de persea americana mill var. hass, en Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad*. Saucedo, A., & Estanislao, S. 2016.
48. *Avocado fruit development and ripening physiology*. Bower, J. P., & Cutting, J. G. 1982, 1988, Horticultural reviews, Vol. 10, págs. 229-271.
49. *Manejo post cosecha de palta HASS (Persea americana) para la exportación*. Romero Fernández, C. A. 2015.

50. *Comportamiento de paltas var. hass almacenadas en atmósfera controlada (Doctoral dissertation, Universidad de Chile)*. Arriagada, C. A. M. 2003.
51. *Basic sensory methods for food evaluation*. IDRC, Ottawa, ON, CA. Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elias, L. G. 1989.
52. *Elaboración de pasta de aguacate (guacamole) a partir de la variedad Benick proporcionados por la Finca Santa Clara, de la ciudad de Jinotepe, cosecha 2005 (Doctoral dissertation)*. Ulloa Mendoza, G. I., Montano Durán, M. D. J., & Rojas Villalobos, R. 2006.
53. *Modelamiento de la relación calibre, humedad y contenido de aceite en palta HASS (Persea americana) de descarte por bajo calibre para la elaboración de pulpa*. Salvador Reyes, R. 2016.
54. *Avances en Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Schmidt-Hebbel, H. 1981.
55. *Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate obtenido de puré deshidratado por microondas*. Jiménez, M., Aguilar, M., Zambrano, M., & Kolar, E. 2, 2001, Revista de la Sociedad Química de México, Vol. 45, págs. 89-92.
56. *Tecnología postcosecha de cultivos: Hortofrutícolas*. Kader, A. A., Pelayo-Zaldivar, C., Adaskaveg, J. E., Arpaia, M. L., Barrett, D. M., Bruhn, C. M., ... & Forster, H. 2007, Universidad de California, California (EUA).
57. *Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating*. Maftoonazad, N., & Ramaswamy, H. S. 6, 2005, LWT-Food Science and Technology, Vol. 38, págs. 617-624.
58. *Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros (No. 16)*. Ilica. Hardenburg, R. E. 1988.
59. *Tecnología de Atmósferas Controladas para Frutas y Hortalizas, Caso de Estudio: Modelo Aguacate (Persea Americana) Variedad HASS*. Montoya, D. 1, 2007, Publicaciones e Investigación, Vol. 1, págs. 77-85.
60. *Determinación del contenido de fenoles y evaluación de la actividad antioxidante de propóleos recolectados en el departamento de Antioquia*. Palomino, L. R., García, C. M., Gil, J. H., Rojano, B. A., & Durango, D. L. 3, Colombia : s.n., 2009, Vitae, Vol. 16.
61. *Official methods of analysis of AOAC International*. Arlington, Va.: AOAC Intl. pv (loose-leaf). C., A. O. A. 1995.
62. *Effect of temperature and pre-treatment on drying and rehydration characteristics of broccoli slices*. Doymaz, Í., & Sahin, M. 2, 2016, Journal of Food Measurement and Characterization, Vol. 10, págs. 364-373.
63. *Caracterización estructural de películas elaboradas con almidón modificado de plátano y con quitosano (Doctoral dissertation)*. Zamudio Flores, P. B. 2008.
64. *Sugar cane factory analytical control: the official methods of the Hawaiian Sugar Technologists. In Sugar cane factory analytical control: the official methods of the Hawaiian sugar technologists*. Payne, J. H. Elsevier : s.n., 1968.
65. *Extracción de antocianinas de las corontas de Zea mays L. Maíz morado*. Gorriti, A., Quispe, F., Arroyo, J. L., Córdova, A., Jurado, B., Santiago, I., & Taype, E. 2, 2009, Ciencia e investigación, Vol. 12, págs. 64-74.

66. *Comportamiento reológico de un fluido*. Regalado Méndez, A., & Noriega Ramos, O. A. 2008, *Ciencia y Mar*, págs. 35-42.
67. *Standard test methods for water vapor transmission of materials*. ASTM International. Materials, American Society For Testing And. 2013.
68. *Assessment of film-forming potential and properties of protein and polysaccharide-based biopolymer films*. Wang, L. Z., Liu, L., Holmes, J., Kerry, J. F., & Kerry, J. P. 9, 2007, *International journal of food science & technology*, Vol. 42, págs. 1128-1138.
69. *Determinación de la permeabilidad al vapor de agua por el método ASTM E96/E 96-05 en películas de Quitosano (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador)*. Carballo Medrano, Evelin Araceli y Martínez Bonilla, Emerson Samuel. 2010.
70. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Horwitz, W., Chichilo, P., & Reynolds, H. 1970.
71. *A review and background of the avocado maturity standard*. Lee, S. K. 1981, *California Avocado Society Yearbook*, Vol. 65, págs. 101-109.
72. *Determinig the oil content of avocados (Resumen)*. Swarts, D. 1976, In *Horticultural Abstracts*, Vol. 46, pág. 10689.
73. *Empleo de un recubrimiento formulado con propóleos para el manejo poscosecha de frutos de papaya (Carica papaya L. cv. Hawaiiana)*. Barrera Bello, Elizabeth, Gil Loaiza, M., García Pajón, C. M., Durango Restrepo, D. L., & Gil González, J. H. 1, s.l. : *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 2012, Vol. 65.
74. *Seasonal changes of avocado lipids during fruit development and storage*. Kikuta, Y., & Erickson, L. C. 1968, *California Avocado Society Yearbook*, Vol. 52, págs. 102-108.
75. *L'avocatier: sa culture, ses produits (No. 38). Maisonneuve et Larose*. Gaillard, J. P. 1987.
76. *Actividad antifúngica de propóleos obtenidos en tres provincias de Cuba sobre hongos contaminantes en cultivo de tejidos vegetales*. Cupull-Santana, R. D., Cortés-Rodríguez, R., Olazábal-Manso, E. E., & Hernández-Medina, C. A. 6, 2013, *Acta universitaria*, Vol. 23.
77. *Caracterización de propóleos provenientes del municipio de Caldas obtenido por dos métodos de recolección*. Martínez, J., Garcia, C., Durango, D., & Gil, J. 1, 2012, *Revista MVZ Córdoba*, Vol. 17, págs. 2861-2869.
78. *Estudio del propóleos de Santiago del Estero, Argentina*. Chaillou, L. L., Herrera, H. A., & Maidana, J. F. 1, 2004, *Food Science and Technology (Campinas)*, Vol. 24, págs. 11-15.
79. *Anthocyanins in cereals*. Escribano-Bailón, M. T., Santos-Buelga, C., & Rivas-Gonzalo, J. C. 1-2, 2004, *Journal of Chromatography A*, Vol. 1054, págs. 129-141.
80. *Desarrollo de emulsiones de quitosano-carvacrol mediante homogenización por altas presiones y aplicación mediante aspersión electrostática sobre tomate cherry (lycopersicon esculentum L.) para mantener su calidad poscosecha*. Flores Hernández, Zoila Esperanza. 2016.

81. *Caracterización de películas comestibles de quitosano y la afectación de las propiedades por aplicación de aceites esenciales. Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de C. Arce, A., & Camilo, C. 2011.*
82. *Desarrollo de Películas Comestibles a partir de Proteínas Extraídas de la Torta de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.). Información tecnológica. González-Linares, J. I., Medina-Vivanco, M. L., Garay-Montes, R., & Mendieta-Taboada, O. W. 5, 2017, Vol. 28, págs. 115-130.*
83. *Physical properties and sensory evaluation of WPI films of varying thickness. Longares, A., Monahan, F. J., O'riordan, E. D., & O'sullivan, M. 5, 2004, LWT-Food Science and Technology, Vol. 37, págs. 545-550.*
84. *Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas. Enciso, N. A. A., & Hortua, N. S. 14, 2010, Nova, Vol. 8, págs. 171-182.*
85. *Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (Fragaria ananassa) quality. Tanada-Palmu, P. S., & Grosso, C. R. 2, 2005, Postharvest biology and technology, Vol. 36, págs. 199-208.*
86. *Caracterización fisicoquímica de películas comestibles a base de cera de candelilla. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Oregel-Zamudio, E., Aguilar, C. N., Oyoque-Salcedo, G., Angoa-Pérez, M. V., & Mena-Violante, H. G. 1, 2016, Vol. 17.*
87. *Evaluation of browning effect on avocado purée preserved by combined methods. Innovative Food Science & Emerging Technologies. Soliva, R. C., Elez, P., Sebastián, M., & Martín, O. 4, 2000, Vol. 1, págs. 261-268.*
88. *Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos. Maia, Luciana Helena, Porte, Alexandre y De Souza, Valéria França. 1, 2000, Vol. 18.*
89. *Preharvest factors affecting appearance. Postharvest biology and technology. KAYS, Stanley J. 3, 1999, Postharvest biology and technology, Vol. 15, págs. 233-247.*
90. *Lagerung von Obst und Südfrüchten. Osterloh, A. 1996, Tabellen. Ulmer, pág. 55.*
91. *Variación estacional en el contenido de aceite y su relación con la palatabilidad, en frutos de palto (Persea americana mill). Olaeta, J., Gardizabal, F., & De U, O. M. 1986.*
92. *Evolución de la maduración de frutos del cultivar Isabel (Persea americana Mill.), injertados sobre patrón mexicana. Tesis Doctoral. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. BREVIS, Alejandro Sebastián Bontá. 2006.*
93. *Determinación de la evolución y caracterización de los aceites en paltas (Persea americana Mill.) cvs. Fuerte y Hass cultivados en Chile. Olaeta, J., Undurraga, P., & Schwartz, M. 5, s.l. : Revista Chapingo Serie Horticultura, 1999, págs. 117-122.*
94. *Estimación del porcentaje de aceite mediante la determinación del porcentaje de humedad en frutos de palto (Persea americana Mill.) cultivares Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell. Tesis Doctoral. U. Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía. Latorre, F. y Gustavo, Fernando. Quillota : s.n., 1994.*

Anexos

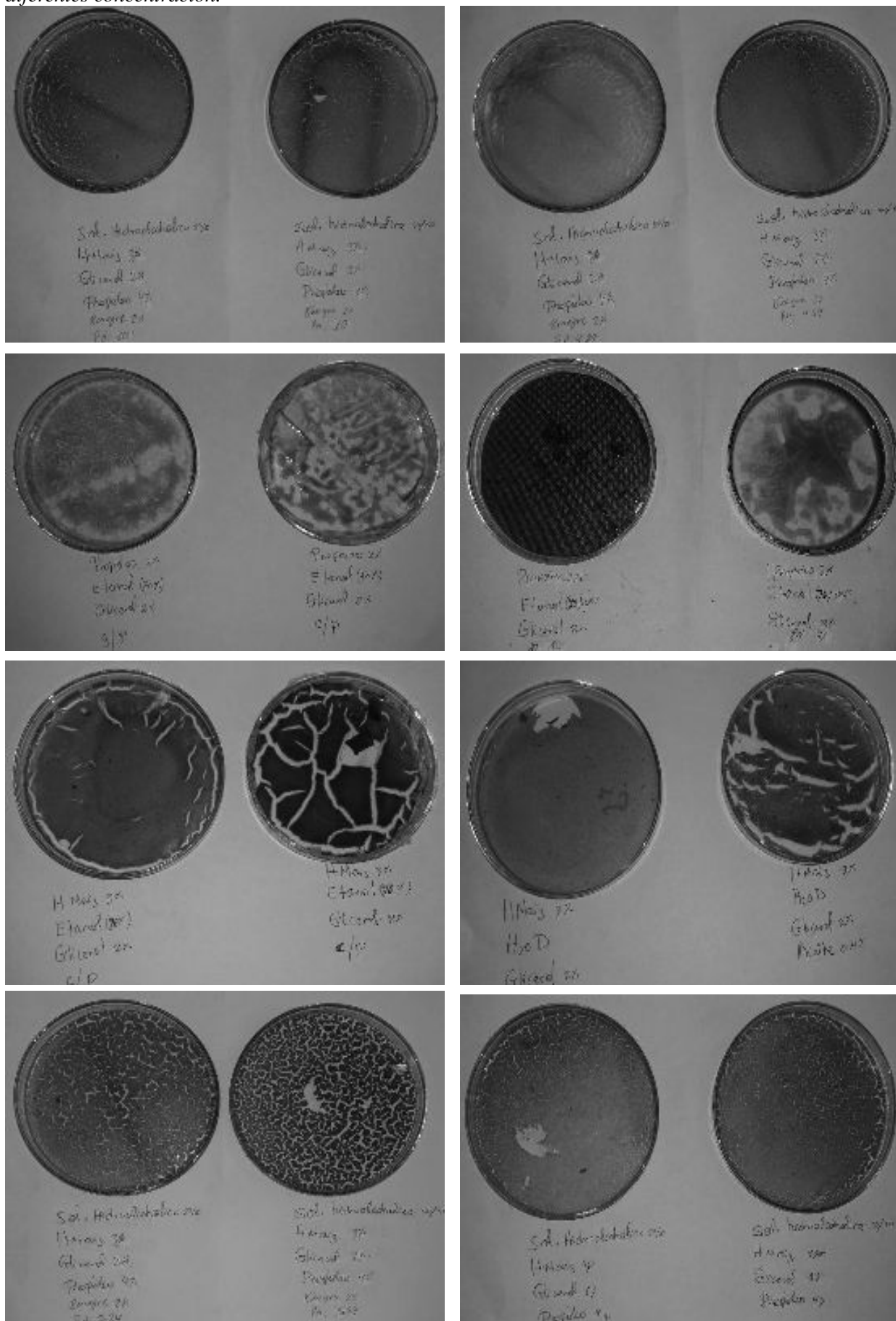
Anexo 1. *Obtención y tamizado de harina de maíz morado.*



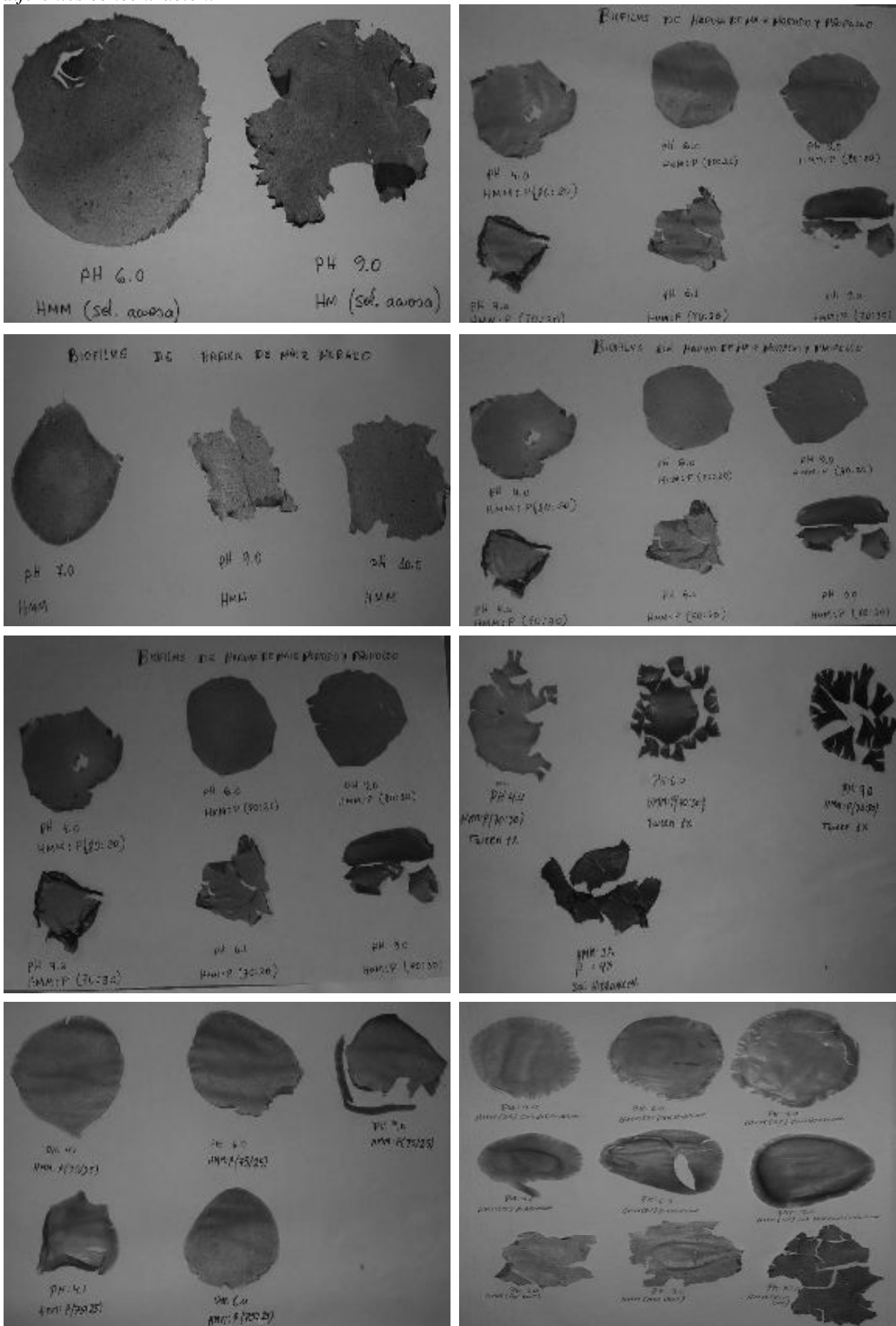
Anexo 2. *Obtención del extracto etanólico de propóleo.*



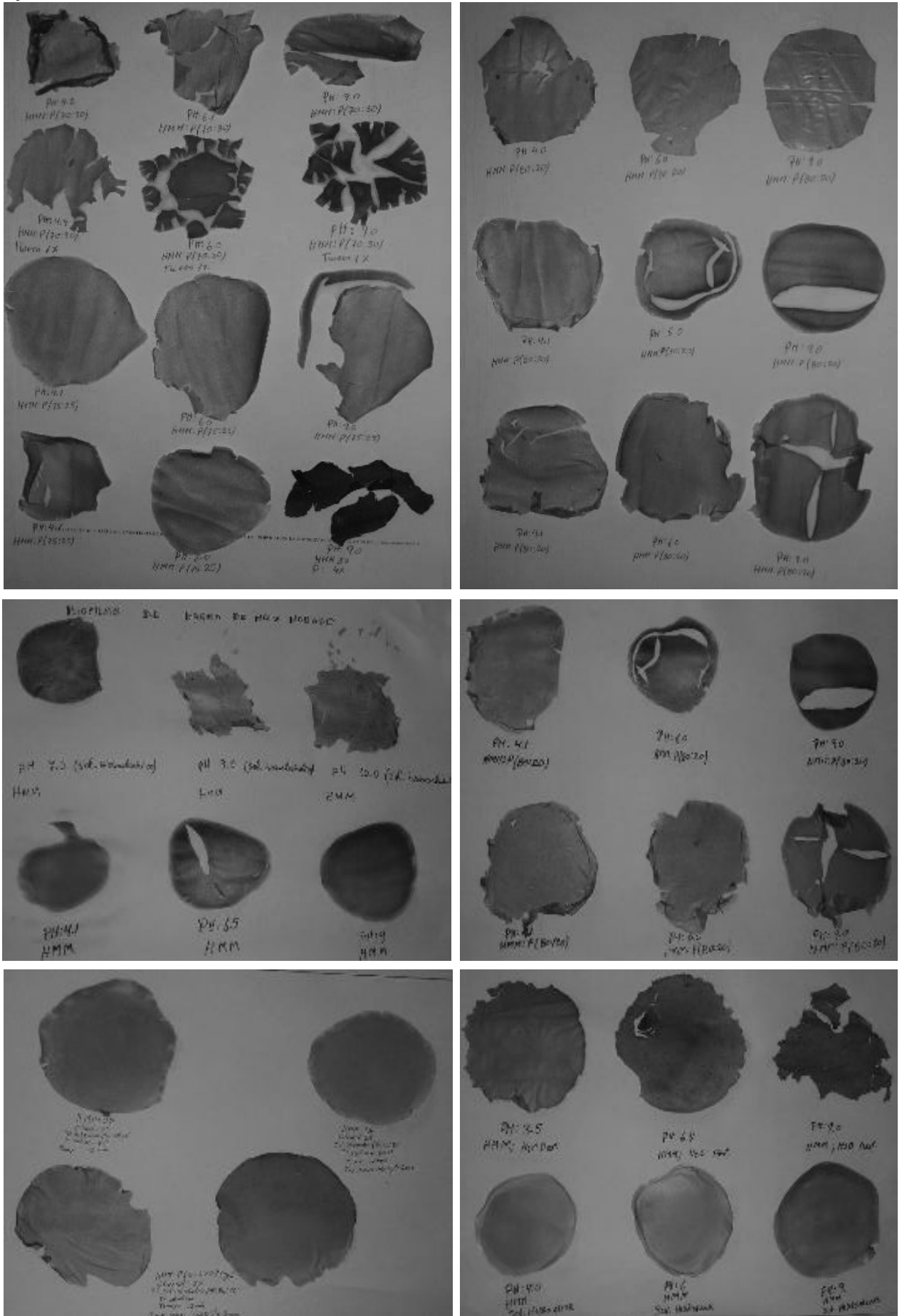
Anexo 3. Pre pruebas de las películas comestibles a partir de harina de maíz morado y propóleo en diferentes concentración.



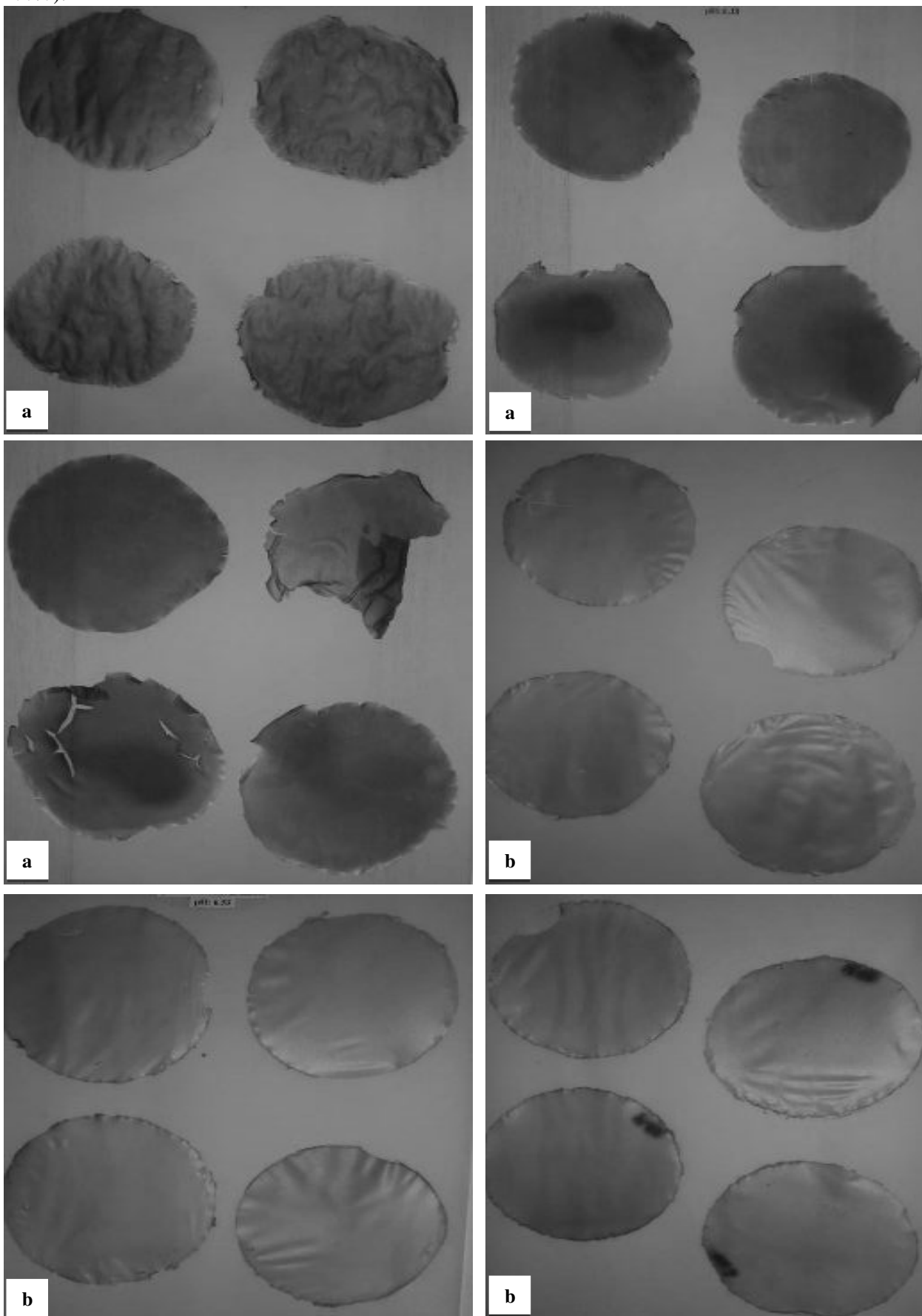
Anexo 4. Pre pruebas de las películas comestibles a partir de harina de maíz morado y propóleo en diferentes concentración.



Anexo 5. Pre pruebas de las películas comestibles a partir de harina de maíz morado y propóleo en diferentes concentración.



Anexo 6. Películas comestibles a partir de harina de maíz morado y propóleo (HMM:P 80:20 y 100:0).



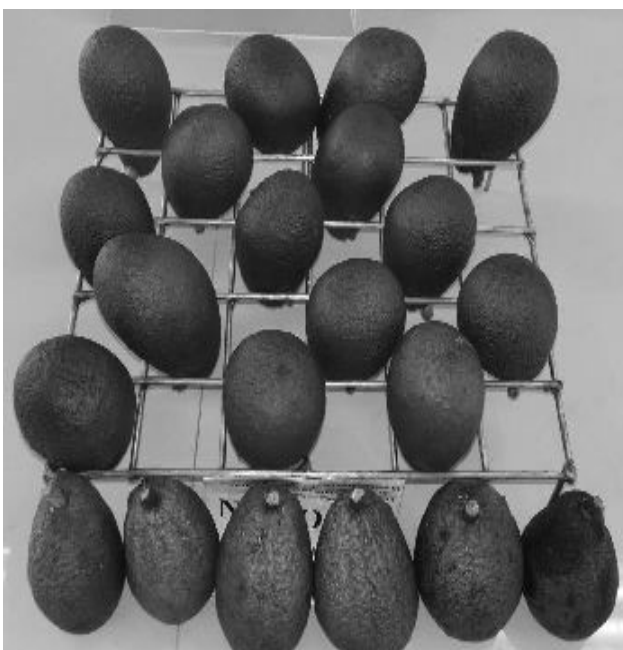
a: películas comestibles de ambos biopolímeros HMM:P

b: películas comestibles de HMM

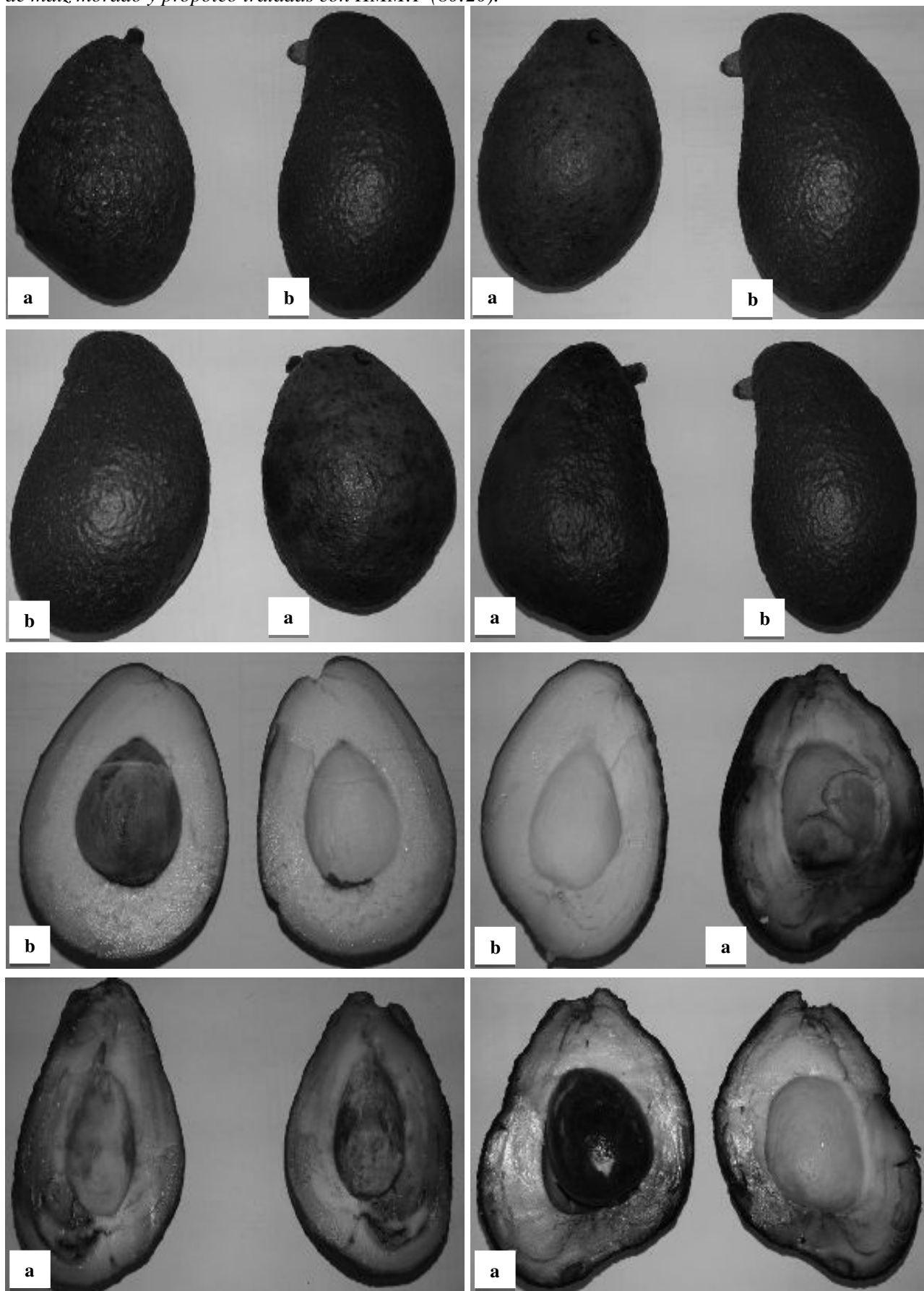
Anexo 7. Control de peso de las películas comestibles a partir de harina de maíz morado y propóleo tratadas con HMM:P (80:20)



Anexo 8. Aplicación de la solución filmogénica a la palta fuerte de harina de maíz morado y propóleo tratadas con HMM:P (80:20)



Anexo 9. Comparación de palta tratadas control y con recubrimiento comestibles a partir de harina de maíz morado y propóleo tratadas con HMM:P (80:20).



a: palta sin recubrimiento comestible – control,
b: palta con recubrimiento comestible a 25 días

Anexo 10. Resultados del espesor y resistencia a la tracción de las películas comestibles

Resistencia a la tracción (fuerza de rotura) – HMM:P								
Pruebas	Referencia	Probeta N°	80:20		90:10		100:0	
			Espesor mm	Tracción N	Espesor mm	Tracción N	Espesor mm	Tracción N
Resistencia a la tracción	ASTM D882-12	1	0.137	8.000	0.195	6.330	0.217	6.060
		2	0.143	8.300	0.206	6.420	0.218	6.100
		3	0.157	9.300	0.210	6.600	0.242	6.210
	DS		0.010	0.681	0.008	0.137	0.014	0.078
PROMEDIO			0.146	8.533	0.204	6.450	0.226	6.123

Anexo 11. Resultados de análisis del espesor y resistencia a la tracción de las películas comestibles



LABORATORIO DE ANALISIS FISICOS
INFORME DE RESULTADOS

INF.TEC. N°152/07/2018
Pág. 1/1

Fecha : 10/07/2018
Solicita : RONALD DIAZ SAENZ
Referencia : Tesis: "Evaluación de películas comestibles de harina de maíz morado (Zea Mays L.) y propoleo en la conservación de palta fuerte (Persea americana)"
 Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
Muestras : Películas de harina de maíz morado mezcladas con propoleo.
Prueba : Resistencia a la tracción (Fuerza de rotura)

Condiciones: T ambiente = 21°C HR: 65%

Características:

Muestras: Películas de harina maíz morado (HMM) mezcladas con propoleo en distintas proporciones.

Muestra 1: Tres Probetas: Mezcla 80% HMM+ 20% Propoleo.

Muestra 2: Tres Probetas: Mezcla 90% HMM+ 10% Propoleo.

Muestra 3: Tres Probetas: PPCC de HMM

Resultados:

Pruebas:	Referencia	Probeta	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
			N°	Espesor mm	Tracción N	Espesor mm	Tracción N	Espesor mm
Resistencia a la tracción	ASTM D882-12	1	0.137	8.00	0.195	6.33	0.217	6.06
		2	0.143	8.30	0.206	6.42	0.218	6.10
		3	0.157	9.30	0.210	6.60	0.242	6.21

Responsable del servicio:

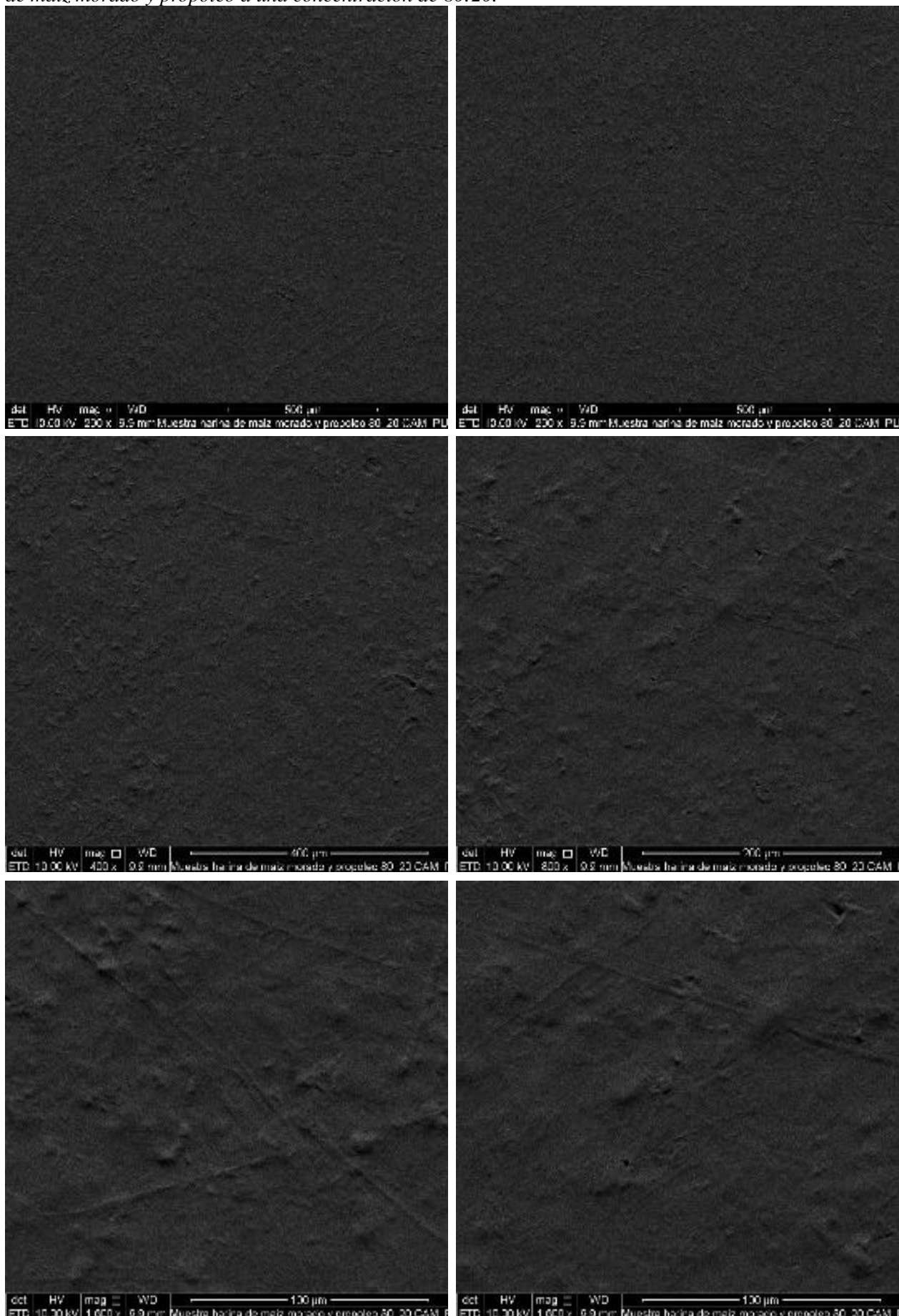
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
 Casi. de Consultoría y Servicios Integrados - INNOVA PUCP
 Laboratorio de Análisis físicos


 Dra. MARIA ELENA LOPEZ HERRERA
 Coordinadora

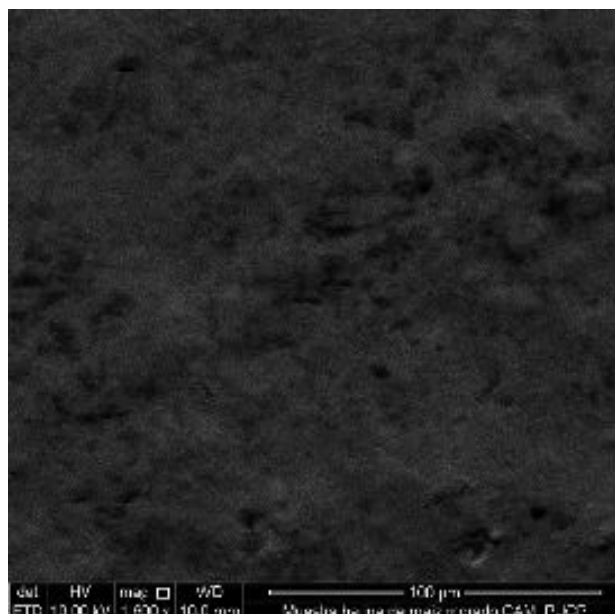
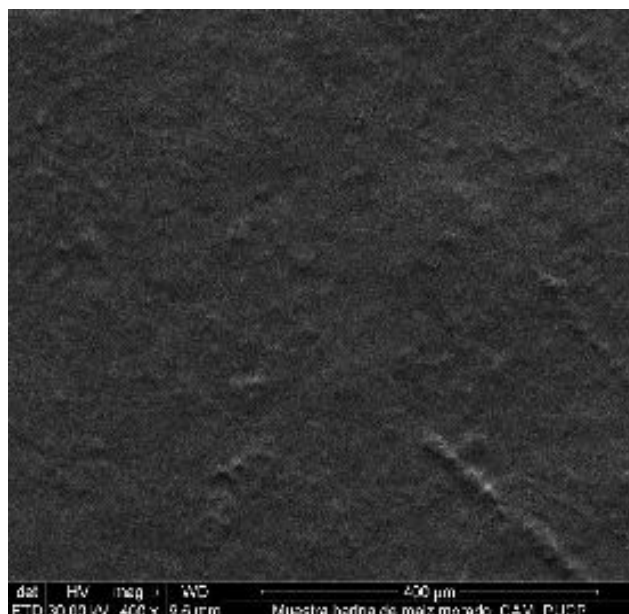
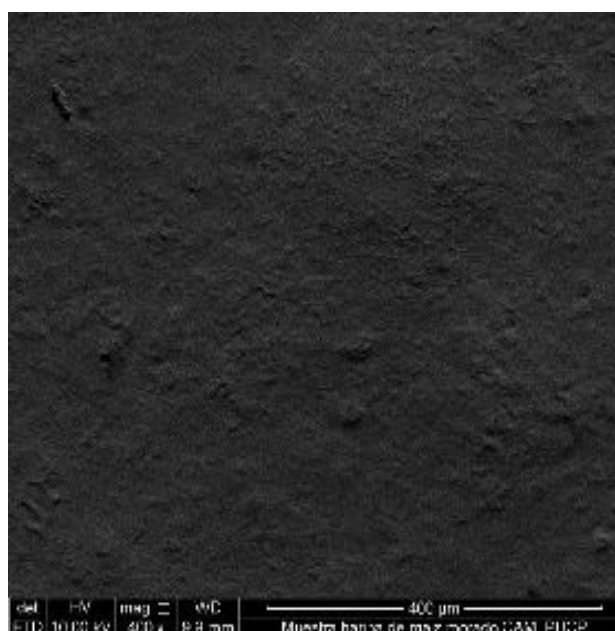
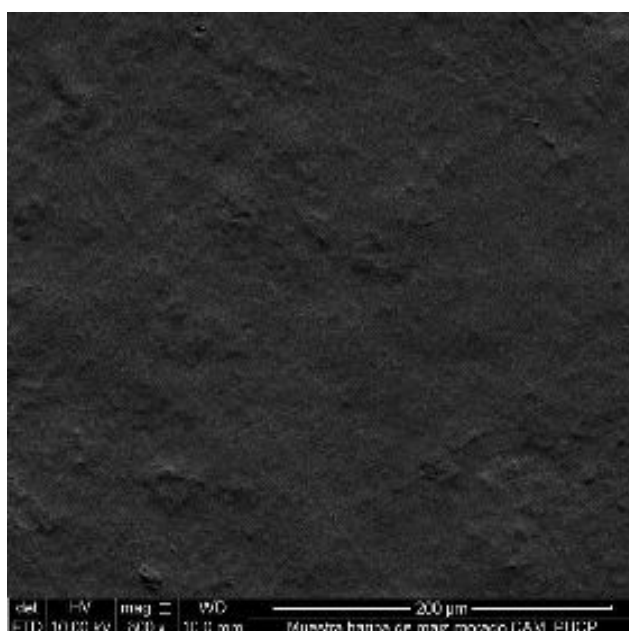
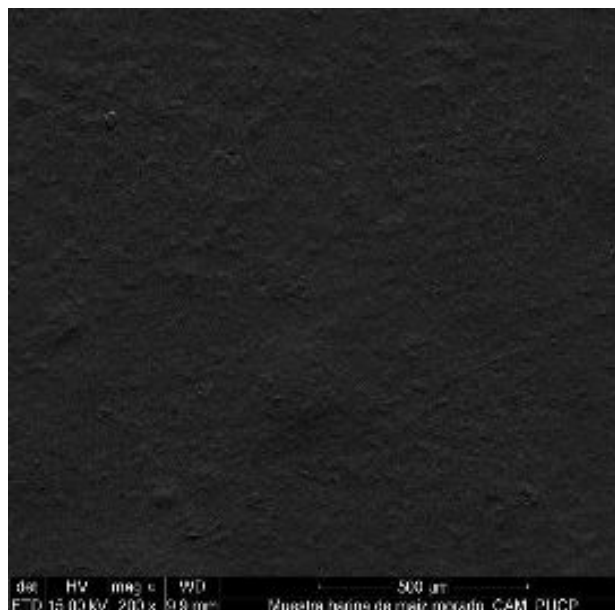
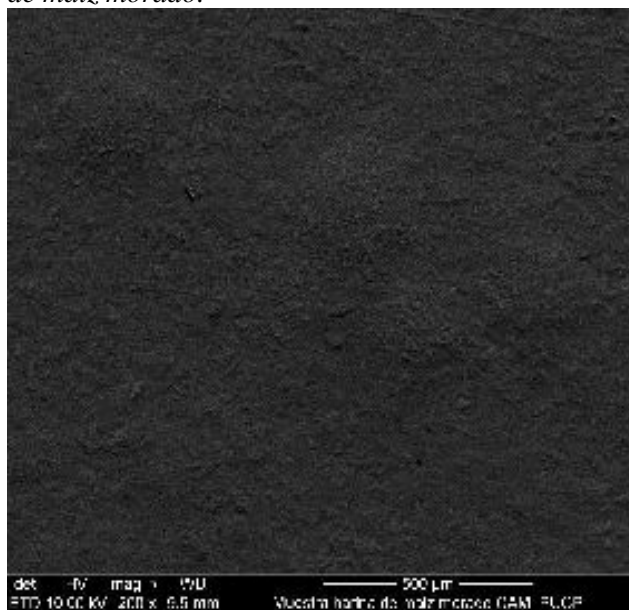
CC: Archivo
 ANFIS INFORME N° 045 18287/2016
 MBEAUL

Av. Universitaria N° 1801
 San Miguel-Lima-Perú
 Tel. (511) 626 2000 Anex:411/4135
 Fax (511) 626 2863
 anfisica@pucp.edu.pe
 www.pucp.edu.pe/innovapucp

Anexo 12. *Análisis de microscopía electrónico de barrido (SEM), de la película comestible de harina de maíz morado y propóleo a una concentración de 80:20.*



Anexo 13. Análisis de microscopía electrónico de barrido (SEM), de la película comestible de harina de maíz morado.



Anexo 14. Resultados de los pesos de las películas comestibles cada dos horas (permeabilidad)

MUESTRA	PESO (gramos)						
HMM:P(80:20)1	18,5222	18,5343	18,5458	18,5674	18,5789	18,5884	18,5997
HMM:P(80:20)2	18,2198	18,2326	18,2475	18,2598	18,2701	18,2811	18,2925
HMM:P(80:20)3	18,4112	18,4262	18,4354	18,4451	18,4598	18,4702	18,4821
HMM:P(80:20)TB	18,317	18,285	18,258	18,220	18,193	18,165	18,140
HMM:P(90:10)1	18,5822	18,6012	18,6241	18,6435	18,6687	18,6879	18,7101
HMM:P(90:10)2	18,3044	18,3201	18,3399	18,3597	18,3802	18,3997	18,4158
HMM:P(90:10)3	18,5406	18,5628	18,5812	18,6012	18,6199	18,6389	18,6591
HMM:P(90:10)TB	18,499	18,469	18,440	18,403	18,375	18,346	18,315
HMM:P(100:0)1	18,2278	18,2674	18,3001	18,3397	18,3715	18,4098	18,4399
HMM:P(100:0)2	18,1795	18,2171	18,2496	18,2845	18,3278	18,3599	18,3987
HMM:P(100:0)3	18,3361	18,3781	18,4125	18,4521	18,4932	18,5298	18,5593
HMM:P(100:0)TB	18,160	18,121	18,091	18,063	18,024	17,987	17,958
HORAS	0	2	4	6	8	10	12

Anexo 15. Ganancia de pesos en gramos de las películas comestibles cada dos horas (permeabilidad)

HORAS	HMM:P(80:20)	HMM:P(90:10)	HMM:P(100:0)
2	0,0133	0,0190	0,0397
4	0,0252	0,0393	0,0729
6	0,0397	0,0591	0,1110
8	0,0519	0,0805	0,1497
10	0,0622	0,0998	0,1854
12	0,0737	0,1193	0,2182

Anexo 16. Cálculo de la permeabilidad al vapor de agua para la película comestible HMM:P (80:20):

Calculo para determinar velocidad de transmisión de vapor de agua (VTVA)

$$VTVA = \frac{dm}{dt} * \frac{1}{A} = \frac{0,0062 \text{ g/h}}{0,000491 \text{ m}^2} = 12,6273 \text{ g/hm}^2$$

Calculo para la tasa de permeabilidad al vapor de agua (TPVA) Para la película comestible de HMM:P (80:20):

$$TPVA = \frac{12,6273 \text{ g/h} * \text{m}^2}{2064,7 \text{ Pa} (0,64 - 0,57)} = 0,0874 \text{ g/hm}^2 \text{ Pa}$$

Cálculo para la permeabilidad al vapor de agua para la película comestible de HMM:P (80:20):

$$PERMEABILIDAD = \frac{0,0874 \text{ g/hm}^2 \text{ Pa}}{0,1207 \text{ mm}} = 0,7238 \text{ g} * \frac{\text{mm}}{\text{h}} * \text{m}^2 \text{ Pa}$$

Anexo 17. Calificación de los panelistas para el atributo de aceptabilidad de la palta fuerte.

Panelistas	Aceptabilidad de la palta															
	Días de almacenamiento con recubrimiento comestible								Días de almacenamiento sin recubrimiento comestible							
	0	5	10	15	20	25	30	35	0	5	10	15	20	25	30	35
1	7	6	7	7	7	7	7	5	6	6	6	7	2	2	1	1
2	7	7	6	7	7	7	7	5	6	7	7	6	3	1	1	1
3	7	6	7	7	6	7	7	4	7	6	6	6	2	2	1	1
4	7	7	6	6	7	7	7	5	7	7	7	5	3	1	1	1
5	6	6	7	7	7	7	6	5	6	6	7	6	3	2	1	1
6	7	7	6	6	6	6	7	5	7	7	7	6	3	1	1	1
7	6	7	7	7	7	7	6	5	6	7	7	7	2	1	1	1
8	7	7	7	6	7	7	6	5	7	6	7	5	3	1	1	1
9	6	7	6	7	7	6	7	4	6	7	6	5	2	1	1	1
10	7	7	7	7	6	7	7	5	7	6	7	6	3	2	1	1
11	6	6	7	7	7	6	6	5	6	7	7	7	3	1	1	1
12	6	7	7	7	7	7	7	5	6	6	7	6	2	1	1	1
13	6	7	7	7	7	7	6	5	6	7	7	7	2	1	1	1
14	7	7	7	6	7	7	6	5	7	6	7	5	3	1	1	1
15	6	7	6	7	7	6	7	4	6	7	6	5	2	1	1	1
16	7	7	7	7	6	7	7	5	7	6	7	6	3	2	1	1
17	6	6	7	7	7	6	6	5	6	7	7	7	3	1	1	1
18	6	7	7	7	7	7	7	5	7	7	7	6	2	1	1	1
19	7	6	7	7	7	7	7	5	7	7	6	7	2	2	1	1
20	7	7	6	7	7	7	7	5	7	7	7	6	3	1	1	1
21	7	6	7	7	6	7	7	4	7	7	6	6	2	2	1	1
22	7	7	6	6	7	7	7	5	7	7	7	5	3	1	1	1
23	6	6	7	7	7	7	6	5	7	7	7	6	3	2	1	1
24	7	7	6	6	6	6	7	5	7	7	7	6	3	1	1	1
25	7	6	7	7	7	7	7	5	6	6	6	7	2	2	1	1
26	7	7	6	7	7	7	7	5	7	7	7	6	3	1	1	1
27	7	6	7	7	6	7	7	4	6	6	6	6	2	2	1	1
28	7	7	6	6	7	7	7	5	7	7	7	5	3	1	1	1
29	6	6	7	7	7	7	6	5	6	6	7	6	3	2	1	1
30	7	7	6	6	6	6	7	5	7	7	7	6	3	1	1	1
31	6	7	7	7	7	7	6	5	6	7	7	7	2	1	1	1
32	7	7	7	6	7	7	6	5	7	6	7	5	3	1	1	1
33	6	7	6	7	7	6	7	4	6	7	6	5	2	1	1	1
34	7	7	7	7	6	7	7	5	7	6	7	6	3	2	1	1
35	6	6	7	7	7	6	6	5	6	7	7	7	3	1	1	1
36	6	7	7	7	7	7	7	5	6	6	7	6	2	1	1	1
Σ	237	240	240	243	243	243	240	174	235	238	243	216	93	48	36	36
\bar{X}	6,58	6,67	6,67	6,75	6,75	6,75	6,67	4,83	6,53	6,61	6,75	6,00	2,58	1,33	1,00	1,00
DS	0,50	0,48	0,48	0,44	0,44	0,44	0,48	0,38	0,51	0,49	0,44	0,72	0,50	0,48	0,00	0,00

Anexo 18. Calificación de los panelistas para el atributo de apariencia de la palta fuerte.

Panelistas	Apariencia de la palta															
	Días de almacenamiento con recubrimiento comestible								Días de almacenamiento sin recubrimiento comestible							
	0	5	10	15	20	25	30	35	0	5	10	15	20	25	30	35
1	6	7	7	7	7	7	6	5	6	7	7	6	2	1	1	1
2	7	6	6	7	7	6	7	5	6	6	6	6	3	1	1	1
3	6	7	7	6	6	7	6	5	7	7	7	6	2	1	1	1
4	6	6	6	7	7	6	7	5	6	6	7	5	2	1	1	1
5	7	6	6	6	6	7	6	5	7	7	7	6	2	1	1	1
6	6	7	7	7	7	7	7	4	6	7	6	6	3	2	1	1
7	6	6	7	7	7	7	7	5	7	6	7	7	2	1	1	1
8	6	7	6	7	7	7	6	4	6	7	7	6	2	2	1	1
9	7	6	6	6	6	7	6	5	7	6	6	5	2	1	1	1
10	6	7	7	7	7	7	7	5	6	7	7	7	3	1	1	1
11	7	6	7	7	7	7	6	5	7	6	6	6	2	1	1	1
12	6	7	6	6	7	6	6	5	6	7	7	6	2	1	1	1
13	6	6	7	7	7	7	7	5	7	6	7	7	2	1	1	1
14	6	7	6	7	7	7	6	4	6	7	7	6	2	2	1	1
15	7	6	6	6	6	7	6	5	7	6	6	5	2	1	1	1
16	6	7	7	7	7	7	7	5	6	7	7	7	3	1	1	1
17	7	6	7	7	7	7	6	5	7	6	6	6	2	1	1	1
18	6	7	6	6	7	6	6	5	6	7	7	6	2	1	1	1
19	6	7	7	7	7	7	6	5	6	7	7	6	2	1	1	1
20	7	6	6	7	7	6	7	5	6	6	6	6	3	1	1	1
21	6	7	7	6	6	7	6	5	7	7	7	6	2	1	1	1
22	6	6	6	7	7	6	7	5	6	6	7	5	2	1	1	1
23	7	6	6	6	6	7	6	5	7	7	7	6	2	1	1	1
24	6	7	7	7	7	7	7	4	6	7	6	6	3	2	1	1
25	6	7	7	7	7	7	6	5	6	7	7	6	2	1	1	1
26	7	6	6	7	7	6	7	5	6	6	6	6	3	1	1	1
27	6	7	7	6	6	7	6	5	7	7	7	6	2	1	1	1
28	6	6	6	7	7	6	7	5	6	6	7	5	2	1	1	1
29	7	6	6	6	6	7	6	5	7	7	7	6	2	1	1	1
30	6	7	7	7	7	7	7	4	6	7	6	6	3	2	1	1
31	6	6	7	7	7	7	7	5	7	6	7	7	2	1	1	1
32	6	7	6	7	7	7	6	4	6	7	7	6	2	2	1	1
33	7	6	6	6	6	7	6	5	7	6	6	5	2	1	1	1
34	6	7	7	7	7	7	7	5	6	7	7	7	3	1	1	1
35	7	6	7	7	7	7	6	5	7	6	6	6	2	1	1	1
36	6	7	6	6	7	6	6	5	6	7	7	6	2	1	1	1
Σ	228	234	234	240	243	243	231	174	231	237	240	216	81	42	36	36
\bar{X}	6,33	6,50	6,50	6,67	6,75	6,75	6,42	4,83	6,42	6,58	6,67	6,00	2,25	1,17	1,00	1,00
DS	0,48	0,51	0,51	0,48	0,44	0,44	0,50	0,38	0,50	0,50	0,48	0,59	0,44	0,38	0,00	0,00

Anexo 19. Calificación de los panelistas para el atributo de aroma de la palta fuerte.

Panelistas	Aroma de la palta															
	Días de almacenamiento con recubrimiento comestible								Días de almacenamiento sin recubrimiento comestible							
	0	5	10	15	20	25	30	35	0	5	10	15	20	25	30	35
1	3	3	3	3	6	7	6	3	3	4	6	6	3	1	1	1
2	3	3	3	3	6	6	6	4	3	5	6	7	4	1	1	1
3	2	2	3	4	6	7	5	4	2	4	7	6	3	2	1	1
4	3	3	3	3	6	7	6	4	3	5	6	7	4	1	1	1
5	2	3	3	3	6	7	6	4	3	4	7	6	3	2	1	1
6	3	2	4	4	6	7	6	4	3	5	6	6	4	1	1	1
7	2	3	3	3	6	7	6	4	3	4	6	6	3	1	1	1
8	3	3	4	3	6	7	6	4	3	5	7	6	4	1	1	1
9	3	2	3	4	6	7	5	4	2	4	6	6	4	2	1	1
10	2	3	4	3	6	7	6	4	2	5	6	6	3	1	1	1
11	2	3	3	3	6	6	6	4	3	5	6	6	3	1	1	1
12	3	3	3	4	6	7	6	3	2	4	6	6	3	1	1	1
13	3	3	3	3	6	7	6	4	3	4	7	6	3	1	1	1
14	2	3	4	3	6	7	6	4	3	5	6	6	4	1	1	1
15	3	2	3	4	6	7	5	4	2	4	6	6	4	2	1	1
16	3	3	4	4	6	7	6	4	2	5	6	6	3	1	1	1
17	2	3	3	4	6	6	6	4	3	5	6	6	3	1	1	1
18	2	3	3	4	6	7	6	3	2	4	7	6	3	1	1	1
19	3	3	3	4	6	7	6	3	3	4	6	6	3	1	1	1
20	3	3	3	4	6	6	6	4	3	5	6	7	4	1	1	1
21	2	2	3	4	6	7	5	4	2	4	6	6	3	2	1	1
22	3	3	3	3	6	7	6	4	3	5	6	7	4	1	1	1
23	2	3	3	3	6	7	6	4	3	4	6	6	3	2	1	1
24	3	2	4	4	6	7	6	4	3	5	6	6	4	1	1	1
25	3	3	3	3	6	7	6	3	3	4	6	6	3	1	1	1
26	3	3	3	4	6	6	6	4	3	5	6	7	4	1	1	1
27	2	2	3	4	6	7	5	4	2	4	6	6	3	2	1	1
28	3	3	3	4	6	7	6	4	3	5	5	7	4	1	1	1
29	2	3	3	3	6	7	6	4	3	4	6	6	3	2	1	1
30	3	2	4	4	6	7	6	4	3	5	6	6	4	1	1	1
31	2	3	3	3	6	7	6	4	3	4	7	6	3	1	1	1
32	3	3	4	4	6	7	6	4	3	5	6	6	4	1	1	1
33	3	2	3	3	6	7	5	4	2	4	7	6	4	2	1	1
34	2	3	4	3	6	7	6	4	2	5	6	6	3	1	1	1
35	2	3	3	3	6	6	6	4	3	5	6	6	3	1	1	1
36	3	3	3	4	6	7	6	3	2	4	6	6	3	1	1	1
Σ	93	99	117	126	216	246	210	138	96	162	222	222	123	45	36	36
\bar{X}	2,58	2,75	3,25	3,50	6,00	6,83	5,83	3,83	2,67	4,50	6,17	6,17	3,42	1,25	1,00	1,00
DS	0,50	0,44	0,44	0,51	0,00	0,38	0,38	0,38	0,48	0,51	0,45	0,38	0,50	0,44	0,00	0,00

Anexo 20. Calificación de los panelistas para el atributo de astringencia de la palta fuerte.

Panelistas	Astringencia de la palta															
	Días de almacenamiento con recubrimiento comestible								Días de almacenamiento sin recubrimiento comestible							
	0	5	10	15	20	25	30	35	0	5	10	15	20	25	30	35
1	6	6	6	4	3	3	3	2	6	3	2	1	2	1	1	1
2	6	6	5	4	4	2	2	2	6	4	3	2	2	1	1	1
3	7	6	4	5	3	3	3	2	6	4	2	2	2	1	1	1
4	6	6	5	4	4	3	2	2	7	3	2	3	2	1	1	1
5	7	5	4	5	3	2	2	2	6	4	2	2	2	1	1	1
6	6	6	6	5	4	3	3	2	6	4	3	3	1	1	1	1
7	6	5	4	4	3	2	2	2	7	3	3	2	3	1	1	1
8	7	5	6	5	3	3	3	2	6	4	3	1	2	1	1	1
9	6	6	5	5	4	2	2	2	7	3	2	2	1	1	1	1
10	7	5	4	4	3	3	2	2	7	4	2	2	2	1	1	1
11	6	6	5	5	3	2	2	2	6	3	3	2	2	1	1	1
12	6	5	4	4	4	3	3	2	6	4	3	2	2	1	1	1
13	6	5	4	4	3	2	2	2	7	3	3	2	3	1	1	1
14	7	5	6	5	3	3	3	2	6	4	3	1	2	1	1	1
15	6	6	5	5	4	2	2	2	7	3	2	2	1	1	1	1
16	7	5	4	4	3	3	2	2	7	4	2	2	2	1	1	1
17	6	6	5	5	3	2	2	2	6	3	3	2	2	1	1	1
18	6	5	4	4	4	3	3	2	6	4	3	2	2	1	1	1
19	6	6	6	4	3	3	3	2	6	3	2	1	2	1	1	1
20	6	6	5	4	4	2	2	2	6	4	3	2	2	1	1	1
21	7	6	4	5	3	3	3	2	6	4	2	2	2	1	1	1
22	6	6	5	4	4	3	2	2	7	3	2	3	2	1	1	1
23	7	5	4	5	3	2	2	2	6	4	2	2	2	1	1	1
24	6	6	6	5	4	3	3	2	6	4	3	3	1	1	1	1
25	6	6	6	4	3	3	3	2	6	3	2	1	2	1	1	1
26	6	6	5	4	4	2	2	2	6	4	3	2	2	1	1	1
27	7	6	4	5	3	3	3	2	6	4	2	2	2	1	1	1
28	6	6	5	4	4	3	2	2	7	3	2	3	2	1	1	1
29	7	5	4	5	3	2	2	2	6	4	2	2	2	1	1	1
30	6	6	6	5	4	3	3	2	6	4	3	3	1	1	1	1
31	6	5	4	4	3	2	2	2	7	3	3	2	3	1	1	1
32	7	5	6	5	3	3	3	2	6	4	3	1	2	1	1	1
33	6	6	5	5	4	2	2	2	7	3	2	2	1	1	1	1
34	7	5	4	4	3	3	2	2	7	4	2	2	2	1	1	1
35	6	6	5	5	3	2	2	2	6	3	3	2	2	1	1	1
36	6	5	4	4	4	3	3	2	6	4	3	2	2	1	1	1
Σ	228	201	174	162	123	93	87	72	228	129	90	72	69	36	36	36
Ā	6,33	5,58	4,83	4,50	3,42	2,58	2,42	2,00	6,33	3,58	2,50	2,00	1,92	1,00	1,00	1,00
DS	0,48	0,50	0,81	0,51	0,50	0,50	0,50	0,00	0,48	0,50	0,51	0,59	0,50	0,00	0,00	0,00

Anexo 21. Calificación de los panelistas para el atributo de astringencia de la palta fuerte.

Panelistas	Textura de la palta															
	Días de almacenamiento con recubrimiento comestible								Días de almacenamiento sin recubrimiento comestible							
	0	5	10	15	20	25	30	35	0	5	10	15	20	25	30	35
1	2	3	3	5	5	7	6	5	2	4	7	6	2	1	1	1
2	3	3	4	6	6	7	7	4	3	5	6	6	3	1	1	1
3	2	2	3	5	5	7	7	5	2	4	7	6	2	1	1	1
4	3	3	4	5	6	7	7	5	3	5	7	7	3	1	1	1
5	2	2	4	6	5	6	6	5	2	4	6	5	2	1	1	1
6	3	3	3	6	6	7	7	5	3	5	7	6	3	1	1	1
7	2	3	3	5	6	6	6	4	3	4	7	7	2	1	1	1
8	3	3	4	6	5	7	7	5	2	5	7	5	3	1	1	1
9	2	3	4	5	5	7	7	4	3	4	6	5	2	1	1	1
10	3	3	4	5	6	7	7	5	2	5	6	6	3	1	1	1
11	2	3	3	6	6	6	7	4	3	4	7	6	2	1	1	1
12	3	3	4	6	6	7	7	5	3	5	7	6	2	1	1	1
13	2	3	3	5	6	6	6	4	3	4	7	7	2	1	1	1
14	3	3	4	6	5	7	7	5	2	5	7	5	3	1	1	1
15	2	3	4	5	5	7	7	4	3	4	6	5	2	1	1	1
16	3	3	4	5	6	7	7	5	2	5	6	6	3	1	1	1
17	2	3	3	6	6	6	7	4	3	4	7	6	2	1	1	1
18	3	3	4	6	6	7	7	5	3	5	7	6	2	1	1	1
19	2	3	3	5	5	7	6	5	2	4	7	6	2	1	1	1
20	3	3	4	6	6	7	7	4	3	5	6	6	3	1	1	1
21	2	2	3	5	5	7	7	5	2	4	7	6	2	1	1	1
22	3	3	4	5	6	7	7	5	3	5	7	7	3	1	1	1
23	2	2	4	6	5	6	6	5	2	4	6	5	2	1	1	1
24	3	3	3	6	6	7	7	5	3	5	7	6	3	1	1	1
25	2	3	3	5	5	7	6	5	2	4	7	6	2	1	1	1
26	3	3	4	6	6	7	7	4	3	5	6	6	3	1	1	1
27	2	2	3	5	5	7	7	5	2	4	7	6	2	1	1	1
28	3	3	4	5	6	7	7	5	3	5	7	7	3	1	1	1
29	2	2	4	6	5	6	6	5	2	4	6	5	2	1	1	1
30	3	3	3	6	6	7	7	5	3	5	7	6	3	1	1	1
31	2	3	3	5	6	6	6	4	3	4	7	7	2	1	1	1
32	3	3	4	6	5	7	7	5	2	5	7	5	3	1	1	1
33	2	3	4	5	5	7	7	4	3	4	6	5	2	1	1	1
34	3	3	4	5	6	7	7	5	2	5	6	6	3	1	1	1
35	2	3	3	6	6	6	7	4	3	4	7	6	2	1	1	1
36	3	3	4	6	6	7	7	5	3	5	7	6	2	1	1	1
Σ	90	102	129	198	201	243	243	168	93	162	240	213	87	36	36	36
\bar{X}	2,50	2,83	3,58	5,50	5,58	6,75	6,75	4,67	2,58	4,50	6,67	5,92	2,42	1,00	1,00	1,00
DS	0,51	0,38	0,50	0,51	0,50	0,44	0,44	0,48	0,50	0,51	0,48	0,65	0,50	0,00	0,00	0,00

Anexo 22. Calificación de los panelistas para el atributo de astringencia de la palta fuerte.

Panelistas	Sabor de la palta															
	Días de almacenamiento con recubrimiento								Días de almacenamiento sin recubrimiento							
	comestible								comestible							
	0	5	10	15	20	25	30	35	0	5	10	15	20	25	30	35
1	2	2	2	3	5	6	6	5	2	2	6	6	2	1	1	1
2	2	3	3	4	4	7	7	5	2	3	7	6	2	1	1	1
3	3	2	3	3	5	6	6	6	3	2	7	5	3	1	1	1
4	2	2	3	4	5	7	7	6	2	3	6	6	2	1	1	1
5	2	3	2	4	4	6	6	5	2	2	6	6	3	1	1	1
6	2	3	3	4	5	7	6	5	3	3	7	5	2	1	1	1
7	3	2	3	3	4	6	6	6	2	2	6	7	2	1	1	1
8	2	3	3	4	5	7	7	5	3	3	7	6	2	1	1	1
9	2	2	2	3	4	6	6	6	2	3	6	5	2	1	1	1
10	2	3	3	3	5	7	7	5	2	2	6	7	3	1	1	1
11	2	2	3	3	4	6	6	6	2	3	5	5	2	1	1	1
12	3	2	3	3	5	7	6	5	2	2	5	6	2	1	1	1
13	3	2	3	3	4	6	6	6	2	2	6	7	2	1	1	1
14	2	3	3	4	5	7	7	5	3	3	7	6	2	1	1	1
15	2	2	2	3	4	6	6	6	2	3	6	5	2	1	1	1
16	2	3	3	3	5	7	7	5	2	2	6	7	3	1	1	1
17	2	2	3	3	4	6	6	6	2	3	5	5	2	1	1	1
18	3	2	3	3	5	7	6	5	2	2	5	6	2	1	1	1
19	2	2	2	3	5	6	6	5	2	2	6	6	2	1	1	1
20	2	3	3	4	4	7	7	5	2	3	7	6	2	1	1	1
21	3	2	3	3	5	6	6	6	3	2	7	5	3	1	1	1
22	2	2	3	4	5	7	7	6	2	3	6	6	2	1	1	1
23	2	3	2	4	4	6	6	5	2	2	6	6	3	1	1	1
24	2	3	3	4	5	7	6	5	3	3	7	5	2	1	1	1
25	2	2	2	3	5	6	6	5	2	2	6	6	2	1	1	1
26	2	3	3	4	4	7	7	5	2	3	7	6	2	1	1	1
27	3	2	3	3	5	6	6	6	3	2	7	5	3	1	1	1
28	2	2	3	4	5	7	7	6	2	3	6	6	2	1	1	1
29	2	3	2	4	4	6	6	5	2	2	6	6	3	1	1	1
30	2	3	3	4	5	7	6	5	3	3	7	5	2	1	1	1
31	3	2	3	3	4	6	6	6	2	2	6	7	2	1	1	1
32	2	3	3	4	5	7	7	5	3	3	7	6	2	1	1	1
33	2	2	2	3	4	6	6	6	2	3	6	5	2	1	1	1
34	2	3	3	3	5	7	7	5	2	2	6	7	3	1	1	1
35	2	2	3	3	4	6	6	6	2	3	5	5	2	1	1	1
36	3	2	3	3	5	7	6	5	2	2	5	6	2	1	1	1
Σ	81	87	99	123	165	234	228	195	81	90	222	210	81	36	36	36
\bar{X}	2,25	2,42	2,75	3,42	4,58	6,50	6,33	5,42	2,25	2,50	6,17	5,83	2,25	1,00	1,00	1,00
DS	0,44	0,50	0,44	0,50	0,50	0,51	0,48	0,50	0,44	0,51	0,70	0,70	0,44	0,00	0,00	0,00

Anexo 23. Tabla de saturación de vapor de agua a temperatura expuesta.

Temperatura / °C	P / mmHg	P / hPa
0	4,5840	6,1115
2	5,2954	7,5709
4	6,1021	8,1355
6	7,0158	9,3536
8	8,0482	10,730
10	9,2123	12,282
12	10,522	14,028
14	11,993	15,990
16	13,642	18,188
18	15,457	20,647
20	17,546	23,393
22	19,841	26,453

Anexo 24. Evaluación sensorial de la palta a temperatura ambiente, a los 10 días de almacenamiento. Realizado por un panelista.

**"EVALUACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES DE HARINA DE MAÍZ
MORADO (*Zea mays L.*) Y PROPÓLEO EN LA CONSERVACIÓN DE PALTA
FUERTE (*Persea americana*)"**

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DE LA PALTA FUERTE

Buen día Señor(a)(ita), agradezco su colaboración.

Palta evaluadas con días							
Características		Aceptabili dad	Aparienc ia	Aroma	Astringen cia	Textura	Sabor
Palta a Tem. Ambiente (22°C)	Control	7	6	6	1	6	5
	Palta con películas	7	2	3	6	6	3
Palta evaluadas con días							
Palta a Tem. de Refrigeración (6°C)	Control	2	2	1	1	6	2
	Palta con películas	6	6	5	2	6	2
LEYENDA	1. Me disgusta mucho	1. Mala	1. Muy bajo	1. Muy baja	1. Mala	1. Muy bajo	
	2. Me disgusta medianamente	2. Deficiente	2. Bajo	2. Levemente baja	2. Deficiente	2. Levemente bajo	
	3. Me disgusta algo	3. Menos que regular	3. Levemente bajo	3. Baja	3. Menos que regular	3. Bajo	
	4. Me es indiferente	4. Regular	4. Moderado	4. Moderado	4. Regular	4. Moderado	
	5. Me gusta algo	5. Más que regular	5. Levemente alto	5. Levemente alto	5. Más que regular	5. Levemente alto	
	6. Me gusta medianamente	6. Buena	6. Aromático	6. Astringente	6. Buena	6. Alto	
	7. Me gusta mucho	7. Muy Buena	7. Muy aromático	7. Muy astringente	7. Muy buena	7. Muy alto	

Edad: 23 años

Sexo: (M) (R)

Recomendación y/o Sugerencias: Sería adecuado que también se haga un análisis cuando la palta con película es comestible también se medura a ver como cambia las características.

MUCHAS GRACIAS

Anexo 25.1. *Propiedades fisicoquímicas de la palta fuerte a temperatura ambiente y refrigeración.*

Tratamientos	Repeticiones (R)	pH												
		Días de almacenamiento												
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	48	56	64	72
CR-TA	R ₁	6,12	6,23	6,35	6,41	6,48	6,51	6,58	6,61					
	R ₂	6,13	6,24	6,36	6,42	6,49	6,51	6,59	6,67					
	R ₃	6,14	6,25	6,37	6,42	6,49	6,52	6,61	6,67					
SR-TA	R ₁	6,12	6,31	6,48	6,52	6,57	6,59	6,67	6,72					
	R ₂	6,14	6,32	6,51	6,52	6,59	6,60	6,68	6,74					
	R ₃	6,14	6,32	6,51	6,53	6,61	6,61	6,68	6,76					
CR-TR	R ₁	6,12	6,13	6,14	6,21	6,22	6,24	6,27	6,29	6,32	6,61	6,65	6,66	6,64
	R ₂	6,12	6,13	6,15	6,22	6,23	6,24	6,28	6,30	6,33	6,61	6,66	6,67	6,68
	R ₃	6,13	6,14	6,15	6,22	6,23	6,25	6,28	6,30	6,33	6,61	6,67	6,68	6,69
SR-TR	R ₁	6,12	6,14	6,17	6,21	6,26	6,31	6,40	6,51	6,61	6,65	6,72	6,78	6,85
	R ₂	6,12	6,15	6,17	6,22	6,26	6,32	6,42	6,52	6,61	6,67	6,74	6,79	6,86
	R ₃	6,13	6,15	6,18	6,23	6,28	6,33	6,42	6,53	6,62	6,67	6,74	6,80	6,87

Anexo 25.2. *Propiedades fisicoquímicas de la palta fuerte a temperatura ambiente y refrigeración.*

Tratamientos	Repeticiones (R)	Análisis de textura												
		Días de almacenamiento												
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	48	56	64	72
CR-TA	R ₁	1,66	2,40	2,94	6,29	8,09	10,15	25,72	40,12					
	R ₂	1,73	2,42	3,18	6,45	8,15	10,56	25,93	40,32					
	R ₃	1,75	2,44	3,38	6,68	8,28	10,65	26,01	41,03					
SR-TA	R ₁	1,65	7,28	11,25	24,15	40,62	40,75	40,81	40,89					
	R ₂	1,77	7,29	11,46	24,29	40,86	40,77	40,83	40,89					
	R ₃	1,71	7,35	11,59	24,59	40,98	40,78	40,85	40,92					
CR-TR	R ₁	1,71	1,85	1,92	2,16	2,26	2,35	2,62	2,66	2,75	5,99	7,96	24,51	27,91
	R ₂	1,71	1,86	1,98	2,18	2,27	2,36	2,63	2,66	2,77	6,02	7,98	24,52	27,93
	R ₃	1,72	1,88	1,99	2,19	2,28	2,38	2,65	2,68	2,78	6,05	8,02	24,54	27,95
SR-TR	R ₁	1,71	1,90	2,22	2,52	2,63	2,85	5,87	7,51	19,85	23,99	27,89	30,12	32,20
	R ₂	1,71	1,92	2,24	2,55	2,64	2,86	5,89	7,52	19,88	24,01	27,93	30,15	32,21
	R ₃	1,72	1,92	2,28	2,56	2,66	2,88	5,92	7,54	19,90	24,05	27,95	30,16	32,22

Anexo 25.3. *Propiedades fisicoquímicas de la palta fuerte a temperatura ambiente y refrigeración.*

Tratamientos	Repeticiones (R)	Porcentaje de acidez titulable												
		Días de almacenamiento												
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	48	56	64	72
CR-TA	R ₁	0,035	0,033	0,030	0,028	0,024	0,020	0,016	0,012					
	R ₂	0,035	0,033	0,030	0,028	0,024	0,020	0,016	0,012					
	R ₃	0,036	0,034	0,031	0,029	0,025	0,021	0,015	0,011					
SR-TA	R ₁	0,035	0,031	0,020	0,017	0,014	0,012	0,011	0,011					
	R ₂	0,035	0,031	0,020	0,017	0,014	0,012	0,011	0,011					
	R ₃	0,036	0,030	0,021	0,018	0,013	0,012	0,010	0,010					
CR-TR	R ₁	0,035	0,034	0,033	0,032	0,031	0,030	0,029	0,028	0,027	0,026	0,025	0,022	0,020
	R ₂	0,035	0,034	0,033	0,032	0,031	0,030	0,029	0,028	0,027	0,026	0,025	0,022	0,020
	R ₃	0,036	0,033	0,032	0,031	0,030	0,031	0,030	0,029	0,028	0,027	0,026	0,023	0,021

	R ₁	0,035	0,034	0,033	0,031	0,030	0,029	0,027	0,026	0,025	0,020	0,019	0,017	0,016
SR-TR	R ₂	0,035	0,034	0,033	0,031	0,030	0,029	0,027	0,026	0,025	0,020	0,019	0,017	0,016
	R ₃	0,036	0,035	0,034	0,032	0,031	0,030	0,028	0,027	0,024	0,021	0,018	0,016	0,015

Anexo 25.4. Propiedades fisicoquímicas de la palta fuerte a temperatura ambiente y refrigeración.

Tratamientos	Repeticiones (R)	Porcentaje de humedad												
		Días de almacenamiento												
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	48	56	64	72
CR-TA	R ₁	84,59	77,78	72,91	66,77	62,68	58,94	53,54	50,61					
	R ₂	84,95	77,35	72,03	65,75	62,57	58,02	53,84	50,56					
	R ₃	83,11	77,91	72,18	65,10	62,19	58,27	53,03	50,19					
SR-TA	R ₁	84,77	72,58	58,42	54,13	50,24	48,26	44,96	38,27					
	R ₂	85,02	72,72	57,61	55,20	50,78	49,99	43,01	38,63					
	R ₃	84,43	73,62	57,99	54,67	50,31	48,22	45,31	37,66					
CR-TR	R ₁	84,59	82,82	80,34	77,49	76,82	74,86	71,11	69,36	67,69	64,04	60,30	57,90	53,27
	R ₂	84,95	82,38	80,31	77,86	74,69	74,82	71,12	68,99	67,12	64,66	59,90	57,42	53,49
	R ₃	84,13	82,97	80,12	76,50	76,16	74,24	70,74	69,86	67,32	64,55	60,65	57,39	54,07
SR-TR	R ₁	84,77	83,15	80,06	77,63	73,10	70,69	67,02	64,80	60,87	54,71	50,31	47,56	45,42
	R ₂	85,02	82,92	79,88	76,94	72,66	71,35	67,50	64,22	60,48	55,20	50,04	47,20	44,92
	R ₃	84,43	82,93	80,41	75,42	72,99	71,03	68,02	62,03	61,62	54,87	50,04	47,42	42,95

Anexo 25.5. Propiedades fisicoquímicas de la palta fuerte a temperatura ambiente y refrigeración.

Tratamientos	Repeticiones (R)	Porcentaje de aceite												
		Días de almacenamiento												
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	48	56	64	72
CR-TA	R ₁	9,87	12,16	18,49	20,32	22,48	24,40	29,64	32,50					
	R ₂	9,61	12,59	17,10	21,85	23,31	22,18	29,64	33,02					
	R ₃	9,39	14,10	17,01	19,40	23,12	23,14	30,15	34,00					
SR-TA	R ₁	9,76	15,00	22,75	31,27	35,68	37,10	41,69	43,64					
	R ₂	9,56	15,46	23,42	30,30	35,39	38,30	41,51	43,85					
	R ₃	8,65	15,15	23,36	30,90	35,63	39,42	40,71	45,24					
CR-TR	R ₁	9,87	11,31	12,99	13,15	15,82	16,64	20,72	21,01	22,02	25,79	26,39	29,59	32,87
	R ₂	9,61	11,23	12,22	14,79	16,65	17,11	20,71	21,35	23,58	25,33	26,72	29,07	32,19
	R ₃	8,82	9,75	12,34	15,56	15,61	18,53	20,99	22,95	22,31	24,19	26,97	29,14	32,82
SR-TR	R ₁	9,76	11,09	12,43	15,26	18,37	21,30	23,96	25,88	27,21	30,87	36,03	37,89	38,39
	R ₂	9,56	10,89	11,18	16,76	18,00	20,54	23,29	25,18	27,18	30,54	35,83	38,90	38,11
	R ₃	8,65	9,70	12,77	16,76	17,70	20,77	22,93	25,00	27,92	30,73	35,16	39,49	40,77

Anexo 25.6. Propiedades fisicoquímicas de la palta fuerte a temperatura ambiente y refrigeración.

Tratamientos	Repeticiones (R)	Porcentaje de pérdida de peso												
		Días de almacenamiento												
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	48	56	64	72
CR-TA	R ₁		3,47	4,66	10,54	14,16	17,36	19,65	20,12					
	R ₂		3,48	4,67	10,61	14,22	17,45	19,68	20,32					
	R ₃		3,50	4,71	10,62	14,25	17,59	19,71	20,35					
SR-TA	R ₁		6,98	11,94	15,95	19,45	25,25	30,18	34,54					
	R ₂		7,01	11,98	15,98	19,51	25,29	31,24	34,61					
	R ₃		7,05	12,02	16,02	19,56	25,31	31,25	34,68					

CR-TR	R ₁		1,68	3,13	6,27	7,82	9,39	12,96	14,79	16,82	21,45	27,24	34,09	36,44
	R ₂		1,71	3,18	6,31	7,84	9,41	12,97	14,82	16,89	21,49	27,26	34,12	36,49
	R ₃		1,72	3,21	6,32	7,85	9,45	12,99	14,83	16,98	21,51	27,31	34,18	36,57
SR-TR	R ₁		1,92	3,69	7,48	9,53	11,57	15,99	18,58	21,18	27,02	34,09	38,12	42,29
	R ₂		1,94	3,74	7,49	9,55	11,58	16,01	18,61	21,19	27,08	34,12	38,21	42,31
	R ₃		1,95	3,75	7,51	9,56	12,01	16,02	18,62	21,22	27,12	34,18	38,25	42,35

Anexo 26.1. Evaluación de los atributos sensoriales de la palta fuerte a temperatura ambiente.

Tratamientos	Repeticiones (R)	Aceptabilidad								Apariencia							
		Días de almacenamiento															
		0	5	10	15	20	25	30	35	0	5	10	15	20	25	30	35
CR-TA	R ₁	6,53	6,67	6,67	6,75	6,75	6,75	6,67	4,83	6,33	6,50	6,50	6,67	6,75	6,75	6,42	4,83
	R ₂	6,58	6,67	6,67	6,75	6,75	6,67	6,67	4,83	6,75	6,50	6,50	6,67	6,75	6,75	6,42	4,83
	R ₃	6,67	6,67	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	4,83	6,75	6,50	6,50	6,75	6,75	6,75	6,50	4,83
SR-TA	R ₁	6,50	6,67	6,75	6,00	2,58	1,33	1,00	1,00	6,42	6,75	6,67	6,00	2,25	1,17	1,00	1,00
	R ₂	6,58	6,67	6,67	6,00	2,50	1,33	1,00	1,00	6,75	6,75	6,67	6,00	2,25	1,17	1,00	1,00
	R ₃	6,58	6,75	6,75	6,17	2,58	1,00	1,00	1,00	6,75	6,75	6,75	6,00	2,25	1,00	1,00	1,00

Anexo 26.2. Evaluación de los atributos sensoriales de la palta fuerte a temperatura ambiente.

Tratamientos	Repeticiones (R)	Aroma								Astringencia							
		Días de almacenamiento															
		0	5	10	15	20	25	30	35	0	5	10	15	20	25	30	35
CR-TA	R ₁	2,58	2,75	3,25	5,92	6,00	6,83	5,83	3,83	6,67	5,92	4,83	4,50	3,42	3,00	2,42	2,00
	R ₂	2,00	2,25	2,42	5,92	6,00	6,83	5,83	3,83	6,67	5,92	4,83	4,50	3,42	3,00	2,42	2,00
	R ₃	2,00	2,25	2,48	6,00	6,17	6,83	5,83	3,83	6,67	5,92	4,83	4,50	3,42	2,92	2,42	2,00
SR-TA	R ₁	2,00	3,00	5,17	6,17	3,42	1,25	1,00	1,00	6,67	4,67	2,50	2,00	1,92	1,00	1,00	1,00
	R ₂	2,00	3,58	5,17	6,00	3,42	1,17	1,00	1,00	6,67	4,58	2,42	2,25	1,92	1,00	1,00	1,00
	R ₃	2,00	3,58	5,17	6,17	3,42	1,25	1,00	1,00	6,67	4,50	2,50	2,00	1,92	1,00	1,00	1,00

Anexo 26.3. Evaluación de los atributos sensoriales de la palta fuerte a temperatura ambiente.

Tratamientos	Repeticiones (R)	Textura								Sabor							
		Días de almacenamiento															
		0	5	10	15	20	25	30	35	0	5	10	15	20	25	30	35
CR-TA	R ₁	2,00	2,48	3,58	5,50	5,58	6,75	6,75	4,67	1,00	2,00	2,42	3,42	4,58	6,50	6,50	4,58
	R ₂	2,00	2,48	3,58	5,50	5,58	6,75	6,75	4,67	1,17	2,00	2,42	3,42	4,50	6,50	6,50	4,58
	R ₃	2,00	2,48	3,58	5,50	5,50	6,67	6,67	4,67	1,17	2,00	2,42	3,50	4,58	6,67	6,50	4,58
SR-TA	R ₁	2,00	5,58	6,67	5,92	2,42	1,00	1,00	1,00	1,00	4,83	6,17	5,83	2,25	1,00	1,00	1,00
	R ₂	2,00	5,50	6,67	5,92	2,42	1,00	1,00	1,00	1,17	4,83	6,17	5,83	2,25	1,00	1,00	1,00
	R ₃	2,00	5,50	6,75	5,92	2,48	1,00	1,00	1,00	1,17	4,50	6,17	5,83	2,42	1,00	1,00	1,00