



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

TESIS

**PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y FISIOLÓGICAS DE LA
PALTA (*Persea americana*) DE LAS VARIETADES HASS Y
FUERTE CON RECUBRIMIENTO BIODEGRADABLE A BASE
DE ALMIDÓN DE PAPA NATIVA (*Solanum tuberosum* ssp.
Andigena) Y MUCÍLAGO DE NOPAL (*Opuntia ficus-indica*)**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

AUTOR

Br. YASMINE DIAZ BARRERA

ASESOR:

Dr. DAVID CHOQUE QUISPE

CO-SESOR:

Dra. AYDEÉ MARILÚ SOLANO REYNOSO

CUSCO – PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y FISIOLÓGICAS DE LA PALTA (Persea americana) DE LAS VARIETADES HASS Y FUERTE CON RECUBRIMIENTO BIODEGRADABLE A BASE DE ALMIDÓN DE PAPA NATIVA (Solanum tuberosum ssp. Andígena) Y MUCÍLAGO DE NOPAL (Opuntia ficus-indica)

presentado por: YASMINE DIAZ BARRERA con DNI Nro.: 70494270

para optar el título profesional/grado académico de MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 17 de JULIO de 2023


Firma
Post firma DAVID CHOQUE QUISPE
Nro. de DNI 25003361
ORCID del Asesor 0000-0003-4002-7526

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio:

<https://unsaac.com/committee/viewer/submissions/oid.27259.247175456?locate=es-ivix>

oid. 27259. 247175456 ? locate = es = MX

NOMBRE DEL TRABAJO

INFORME FINALLLLLL YDB.pdf

RECUENTO DE PALABRAS

30114 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

117 Pages

FECHA DE ENTREGA

Jul 17, 2023 10:38 AM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

146846 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.3MB

FECHA DEL INFORME

Jul 17, 2023 10:40 AM GMT-5**● 10% de similitud general**

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

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 18 palabras)

● **10% de similitud general**

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

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

1	mdpi.com Internet	5%
2	hdl.handle.net Internet	2%
3	vrin.unsaac.edu.pe Internet	1%
4	repositorio.unamba.edu.pe Internet	<1%
5	repositorio.unam.edu.pe Internet	<1%
6	repositorio.unsaac.edu.pe Internet	<1%
7	repositorio.uncp.edu.pe Internet	<1%
8	coursehero.com Internet	<1%

9	repositorio.unajma.edu.pe Internet	<1%
10	repositorio.lamolina.edu.pe Internet	<1%
11	Universidad de Cartagena on 2020-04-22 Submitted works	<1%
12	cdn.gob.pe Internet	<1%
13	docplayer.es Internet	<1%
14	repositorio.upao.edu.pe Internet	<1%

DEDICATORIA

A mis hijos, **MI KIRAM** que está en el cielo, que me dio parte de su vida mientras crecía dentro de mí y estará siempre en mi corazón, como mi tesoro más preciado, que hoy más que nunca siempre la tendré presente en cada instante de mi vida, te amaré siempre hijita; a **MI YAHERD** mi arcoíris, quien es la fuente de mi alegría e inspiración, eres la razón de mi vida, gracias a ti conocí el significado del amor y la maravillosa palabra MAMÁ.

A ti **FERNANDO** mi compañero de vida, tu ayuda ha sido fundamental incluso en los momentos más dolorosos, siempre estuviste ahí para sostenerme y no dejarme caer, eres mi amor y mi fuerza, eres mi roca.

A mi madre **JULITA** por su inquebrantable apoyo, que ha sido un pilar primordial en mi vida, gracias a ti sé que, por más que la vida nos golpee en los más profundo, siempre debo seguir adelante con más fuerza, tu eres la persona más guerrera que pueda existir, TE AMO MAMITA.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I:	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Situación problemática.....	2
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	5
CAPÍTULO II:	6
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	6
2.1 Bases teóricas.....	6
2.1.1 Recubrimiento Biodegradables.....	6
2.1.2 Almidón.....	8
2.1.3 Propiedades del almidón	11
2.1.4 Papa nativa.....	11
2.1.5 Palta	14
2.1.6 Clasificación taxonómica de la palta.....	15
2.1.7 Variedades comerciales de palta.....	16
2.1.8 Nopal	19
2.1.9 Color.....	21
2.2 Marco Conceptual.....	23
2.3 Antecedentes de investigación.....	24
CAPÍTULO III:	27
HIPÓTESIS Y VARIABLES	27
3.1 Hipótesis.....	27
3.1.1 Hipótesis General.....	27
3.1.2 Hipótesis Específicos.....	27

3.2	Identificación de variables e indicadores.....	27
3.3	Operacionalización de variables.....	27
3.3.1	Variables independientes, dependientes, dimensión e indicadores..	27
CAPÍTULO IV:.....		29
MATERIALES Y MÉTODOS		29
4.1	Tipo y Nivel de Investigación.....	29
4.2	Ámbito de estudio.....	29
4.3	Población de estudio.....	30
4.4	Unidad de Análisis.....	30
4.5	Tamaño de muestra:.....	30
4.5.1	Técnica de selección de muestra.	30
4.6	Técnicas de recolección de información.....	30
4.6.1	Preparación de muestra	30
4.6.2	Extracción de almidón de papa nativa Huamantanga.....	31
4.6.3	Extracción de mucilago de nopal fresco.	34
4.6.4	Formulación del Recubrimiento Biodegradable.....	36
4.6.5	Características del recubrimiento	37
4.6.6	Determinación de las propiedades fisicoquímicas.....	37
4.6.7	Determinación de las propiedades fisiológicas.....	38
4.7	Técnicas de análisis e interpretación de la información.....	40
4.7.1	Diseño de experimental	40
4.8	Técnicas de prueba de hipótesis.....	40
4.8.1	Prueba de diferencia significativa	40
4.8.2	Prueba de comparación múltiple	41
CAPÍTULO V:.....		42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		42
5.1	Características del recubrimiento].....	42
5.2	Evaluación de las propiedades fisicoquímicas.....	43
5.2.1	Acidez titulable.....	43
5.2.2	pH de la pulpa.....	47
5.2.3	Solidos solubles totales de la pulpa.....	51

5.3	Evaluación de las propiedades fisiológicas.....	56
5.3.1	Índice de madurez	56
5.3.2	Pérdida de peso.....	60
5.3.3	Color del fruto	65
5.3.4	Firmeza del fruto.....	71
	CONCLUSIONES.....	75
	RECOMENDACIONES	77
	BIBLIOGRAFÍA	78
	ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Composición química de la parte comestible de la papa nativa.....	12
Tabla 2	Variedad de Papas Nativas.....	13
Tabla 3	Papas nativas por variedad.....	13
Tabla 4	Composición química de la palta variedades Hass y Fuerte.....	16
Tabla 5	Composición química de la penca de tuna o nopal.....	19
Tabla 6	Composición química del mucilago de nopal.....	21
Tabla 7	Variables independientes.....	27
Tabla 8	Variables dependientes.....	28
Tabla 9	Formulación de los recubrimientos.....	37
Tabla 10	Actividad de agua y transparencia (nm/mm) de las películas.....	42
Tabla 11	Acidez (% de ácido cítrico) de la palta control y recubiertas.....	44
Tabla 12	pH de la palta control y recubiertas.....	47
Tabla 13	SST de la palta control y recubiertas.....	52
Tabla 14	Índice de madurez de la palta control y recubiertas.....	56
Tabla 15	Pérdida de peso (%) de la palta control y recubiertas.....	60
Tabla 16	Color de la palta de la variedad Fuerte.....	65
Tabla 17	Color de la palta de la variedad Hass.....	67
Tabla 18	Firmeza (kgf/cm ²) de la palta control y recubiertas.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gránulos de almidón de papa nativa Huamantanga	9
Figura 2 Estructura química de la amilosa	10
Figura 3 Estructura química de la amilopectina.....	10
Figura 4 Papa Nativa Variedad Huamantanga	14
Figura 5 Palta Variedad Hass.....	17
Figura 6 Palta Variedad Fuerte.....	17
Figura 7 Diagrama tridimensional de la carta de color del sistema L*a* b*	22
Figura 8 Diagrama de bloques de la preparación de muestra	31
Figura 9 Diagrama de bloques de la extracción de almidón de papa	32
Figura 10 Diagrama de flujo de la extracción de almidón de papa	34
Figura 11 Diagrama de bloques de la extracción del mucilago de nopal.....	35
Figura 12 Diagrama de flujo de la extracción del mucilago de nopal.....	36
Figura 13 Variación temporal de la acidez para la variedad Hass.....	44
Figura 14 Variación temporal de la acidez para la variedad Fuerte.....	45
Figura 15 Superficie de respuesta para la acidez en la variedad Hass	46
Figura 16 Superficie de respuesta para la acidez en la variedad Fuerte.....	46
Figura 17 Variación temporal del pH para la variedad Hass	48
Figura 18 Variación temporal del pH para la variedad Fuerte	49
Figura 19 Superficie de respuesta para el pH en la variedad Hass.....	50
Figura 20 Superficie de respuesta para el pH en la variedad Fuerte.....	51
Figura 21 Variación temporal de los SST para la variedad Hass	52
Figura 22 Variación temporal de los SST para la variedad Fuerte	53
Figura 23 Superficie de respuesta para los SST en la variedad Hass.....	54

Figura 24	Superficie de respuesta para los SST en la variedad Fuerte	55
Figura 25	Variación temporal del IM para la variedad Hass	57
Figura 26	Superficie de respuesta para el IM en la variedad Hass	58
Figura 27	Variación temporal del IM para la variedad Fuerte	59
Figura 28	Superficie de respuesta para el IM en la variedad Fuerte	59
Figura 29	Variación temporal de la pérdida de peso para la variedad Hass	61
Figura 30	Variación temporal de la pérdida de peso para la variedad Fuerte	62
Figura 31	Superficie de respuesta para la pérdida de peso en la variedad Hass.....	63
Figura 32	Superficie de respuesta para la pérdida de peso en la variedad Fuerte...	64
Figure 33	Variación del índice de color para la Variedad Fuerte	68
Figura 34	Imágenes de la variación del índice de color para la variedad Fuerte.....	69
Figura 35	Variación del índice de color para la Variedad Hass	70
Figura 36	Imágenes de la variación del índice de color para la variedad Hass	71
Figura 37	Variación de la firmeza para la Variedad Hass.....	73
Figura 38	Variación de la firmeza para la Variedad Fuerte	73

RESUMEN

El fruto de palto, es un producto agroindustrial con alta demanda de exportación, debido a sus cualidades sensoriales y nutricionales, sin embargo, estas pueden ser afectadas durante el almacenamiento y posterior transporte. El uso de recubrimientos permitiría superar estos inconvenientes.

La presente tesis tuvo como objetivo evaluar las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la palta en las variedades Hass y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal. Se utilizaron muestras de palta Hass y Fuerte en su estado de cosecha, procedente de los campos de cultivo de la Asociación de Productores de Palta “Ocobamba”, Chincheros, Apurímac. Se analizaron propiedades fisicoquímicas: acidez, pH, sólidos solubles; propiedades fisiológicas: índice de madurez, pérdida de peso, firmeza y color $L^* a^* b^*$, durante 20 días a 20°C. Se empleó un diseño completo al azar para comparar cada tratamiento, se recolectaron datos por triplicado, y fueron analizados mediante un ANOVA bifactorial y comparación múltiple de Tukey. Los recubrimientos, mostraron alta transparencia y bajos valores de a_w , lo que permite ser usado como recubrimiento en frutos de palta. Asimismo, se observó que la acidez y los sólidos solubles totales disminuyen considerablemente para las muestras recubiertas, aunque con mayor tendencia la variedad Fuerte (p -value < 0.05), mientras que el pH no varió considerablemente. Del mismo modo se evidencio que, el índice de madurez, se incrementa significativamente en ambas variedades para las muestras control y recubiertas F1 y F2 (p -value < 0.05), con similar tendencia; respecto a la firmeza y pérdida de peso, se verifico que las muestras recubiertas disminuyen en menor magnitud para ambas variedades. Hubo disminución significativa en la luminosidad L^* , variación de color e índice de color para las muestras sin recubrimiento, mostrando tendencias al verde oscuro en la variedad Fuerte, y rojizo en la variedad Hass a los 20 días. El uso de recubrimientos de mayor contenido de almidón de papa, permite conservar mejor los frutos de palta, convirtiéndolo en material prometedor, amigable con el medio ambiente y con aporte a la economía circular.

Palabras clave: palta, Hass, Fuerte, recubrimiento, almacenamiento.

ABSTRACT

The avocado fruit is a popular agroindustrial product with high demand for export due to its valuable sensory and nutritional qualities. However, these qualities may be negatively impacted during storage and transport. The use of coatings will overcome these problems.

This thesis aimed to evaluate the physicochemical and physiological properties of Hass and Fuerte avocado varieties with a biodegradable coating based on native potato starch and cactus mucilage. Samples of Hass and Fuerte avocados were used in their harvested state from the fields of the "Ocobamba" Avocado Producers Association, Chincheros, Apurimac. Physicochemical properties were analyzed: acidity, pH, soluble solids; physiological properties: maturity index, weight loss, firmness, and color $L^* a^* b^*$, during 20 days at 20°C. A DCA design was used to compare each treatment; Data were collected in triplicate and analyzed using ANOVA bifactorial and Tukey's multiple comparisons. The coatings showed high transparency and low aw values, making them suitable for use as coatings on avocado fruits. The coated samples showed a significant decrease in acidity and total soluble solids. This decrease was noticeable in the Fuerte variety (p-value < 0.05). However, there was not a considerable change in pH levels.

Similarly, it was found that the maturity index increased significantly in both varieties for control and coated samples F1 and F2 (p-value < 0.05), with a similar tendency; concerning the firmness and weight loss, it was verified that coated samples decreased to a lesser extent for both varieties. There was a significant decrease in L^* lightness, color variation, and color index for the uncoated samples, showing tendencies to dark green in the Fuerte variety and reddish in the Hass variety after 20 days. Using coatings with higher potato starch content allows better preservation of avocado fruit, making it a promising material, environmentally friendly, and contributing to the circular economy.

Palabras clave: avocado, Hass, Fuerte, coating, storage.

INTRODUCCIÓN

La palta es uno de los frutos nativos de mayor popularidad en la dieta alimenticia de los peruanos, porque se desarrolla en diferentes lugares del país y está disponible la mayor parte del año (Alza y Vásquez, 2002). La palta, se destaca por su valor nutricional y su delicado sabor. Es la única fruta conocida que posee los siguientes elementos nutritivos: carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas, sales minerales y agua (Carreras *et al.*, 2007). Sin embargo, al ser una fruta climatérica, tiene cambios bioquímicos rápidos, que se observan en su apariencia y composición (ablandadura en la pulpa, surgimiento de aroma, pérdida de color de la cascara, desdoblamiento del almidón a azúcares solubles y fragancia de la fruta madura). La palta al momento de la cosecha se espera aspecto sano, que sea firme, brillante y libre de microorganismos. Estas características pueden mantenerse por períodos prolongados en condiciones específicas, a través de un adecuado manejo postcosecha (Arpaia *et al.*, 2006); he ahí donde los frutos de la palta están amenazados, por el desarrollo de microorganismos y las pérdidas ocasionadas por el acelerado proceso de descomposición; lo que se ve afectado en la presentación y calidad del producto.

En la actualidad se busca alternativas para la conservación de la calidad de frutos, como la aplicación de recubrimientos naturales que permitan extender el tiempo de vida útil, mejorar la estabilidad y calidad durante el almacenamiento (Tosne *et al.*, 2014); además constituyen una barrera semipermeable a los gases y al vapor de agua que retrasa el deterioro del alimento, mejoran las propiedades mecánicas, ayudan a mantener la integridad estructural del producto que envuelven, a retener compuestos volátiles y pueden actuar como vehículo de aditivos alimentarios.

En este estudio se pretende utilizar un recubrimiento elaborado a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal para el recubrimiento de frutos de palta en las variedades Hass y Fuerte, y evaluar sus propiedades fisiológicas y fisicoquímicas.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

La palta tiende a ser una fruta delicada; una falta de cuidados en el manejo o en transporte de las cajas durante la carga y descarga contribuye al daño en los frutos y pueden propiciar enfermedades postcosecha (Aguilar, 2005). La palta tiene ciertos requerimientos de calidad, los cuales son convenientes de evaluar como son las propiedades fisiológicas y fisicoquímicas en la etapa de post recolección. Por estos problemas en el manejo de postcosecha de la palta, nace el interés del uso de recubrimientos biodegradables a base de almidón de papa nativa y mucílago de nopal.

El uso de películas o recubrimientos comestibles en aplicaciones alimentarias y en especial en productos altamente perecederos, como los pertenecientes a la cadena hortofrutícola, se basa en ciertas características tales como: costo, disponibilidad, atributos funcionales, propiedades mecánicas (tensión y flexibilidad), propiedades ópticas (brillo y opacidad), su efecto barrera frente al flujo de gases, resistencia estructural al agua a microorganismos y su aceptabilidad sensorial (Quintero *et al.*, 2010). Debido al uso irrazonable de los polímeros sintéticos en la seguridad alimentaria, se origina un problema a nivel global, porque estos materiales como polietileno y polipropileno no tienen un grado de degradabilidad. Por lo que existe un creciente interés en la producción de materiales biodegradables y/o comestibles usando polímeros naturales, tales como proteínas y polisacáridos (Solis, 2016). El uso de películas o recubrimientos comestibles es una tecnología prometedora para conservar la calidad y alargar la vida de anaquel de alimentos perecederos y/o mínimamente procesados (Trujillo *et al.*, 2012). La aplicación de estos recubrimientos biodegradables tiene gran demanda en las frutas y hortalizas. El empleo de recubrimientos aplicados sobre frutas y vegetales elaborados a base de polisacáridos, lípidos y proteínas retardan la pérdida de peso, extienden su pérdida de firmeza y pigmentación. Los recubrimientos proporcionan una barrera semipermeable a los gases y al vapor de agua, además pueden actuar como portadores de ingredientes funcionales, como agentes antimicrobianos y antioxidantes (Vázquez-Briones y

Guerrero-Beltrán, 2013). Los recubrimientos biodegradables se pueden aplicar para la conservación de las frutas climatéricas como la palta, las cuales maduran naturalmente durante su almacenamiento, donde se debe tener un manejo adecuado durante y después de la cosecha para garantizar la calidad e inocuidad; además se debe conocer las condiciones para su manejo que permitan extender su vida útil, así como el tiempo desde la cosecha hasta la exhibición en los puntos de venta del mercado interno y los cambios esperados durante el transporte como cambios de textura y color propios de la maduración y cualquier síntoma de deterioro debido a patógenos, insectos y a daños físico en la fruta (Cerdas *et al.*, 2006).

Existen numerosos trabajos acerca del empleo de recubrimientos a base de almidones de diferentes orígenes, sin embargo, es posible potenciar las propiedades de estos recubrimientos con la aplicación de otros componentes como el mucilago de nopal, por ello el presente trabajo pretende utilizar recubrimientos biodegradables a base de almidón de papa nativa y mucílago de nopal y observar su efecto en las propiedades fisiológicas y fisicoquímicas en la palta de las variedades Hass y Fuerte.

1.2 Formulación del problema.

Problema general

- ¿Cómo varían las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la palta de las variedades Haas y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucílago de nopal?

Problemas específicos.

- ¿Cómo varían las propiedades fisicoquímicas de la palta de las variedades Hass y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal?
- ¿Cómo varían las propiedades fisiológicas de la palta de las variedades Hass y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal?

1.3 Justificación

La palta es una fruta climatérica, considerada tropical, con excelentes características sensoriales, el cual, por ser un fruto de alto contenido lipídico, ácidos grasos insaturados, le brinda potencial para su consumo fresco o transformado (Devia *et al.*, 2009). Durante el proceso de maduración, la palta sigue ciertos cambios bioquímicos tales como, incremento en la producción de etileno, incremento en la tasa respiración, ablandamiento de la pulpa, cambio de color de la piel y desarrollo de componentes de sabor (Barmore, 1977). Una vez cosechada la palta, es de vital importancia su manejo ya que desde ese momento hasta su llegada al mercado transcurre un lapso de tiempo durante el cual el fruto de la palta puede sufrir daños mecánicos y fisiológicos lo cuales lo hacen susceptible al deterioro (Sandoval *et al.*, 2010); por tal motivo es necesario buscar alternativas para reducir la pérdida postcosecha de la palta en el mercado nacional aplicando métodos nuevos y que sean amigables con la naturaleza, uno de ellos es que se podría aplicar recubrimientos biodegradables a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal. La papa nativa es un alimento muy nutritivo que desempeña funciones energéticas debido a su alto contenido en almidón, así como funciones reguladoras del organismo por su elevado contenido en vitaminas hidrosolubles, minerales y fibra; además, tiene un contenido bajo de proteínas de un valor biológico relativamente alto dentro de los alimentos de origen vegetal (Ramírez, 2010). De todos los polímeros naturales, el almidón presenta ventajas debido a su bajo costo, alta disponibilidad, fácil manipulación y su funcionalidad (Lafargue *et al.*, 2007; Zhang y Han, 2006). El almidón está compuesto fundamentalmente por amilopectina y amilosa, siendo la amilopectina la principal responsable de la capacidad formadora de películas que posee este polisacárido además de darle la apariencia de transparencia (López, 2011). Además de la papa nativa como fuente de almidón para obtener películas o recubrimientos, también en la actualidad es de gran interés el mucílago que se obtiene del nopal, el cual es un polisacárido que presenta similar estructura química de gomas como la pectina; el mucílago extraído es capaz de formar redes estructurales que son la base para formar películas y recubrimientos comestibles; existe información científica de la utilización de este polisacárido para la formulación de películas y recubrimientos comestibles (Medina, 2005).

1.4 Objetivos.

Objetivo general

- Evaluar la propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la palta de las variedades Hass y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal.

Objetivos específicos

- Evaluar las propiedades fisicoquímicas de la palta de las variedades Hass y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal.
- Evaluar las propiedades fisiológicas de la palta de las variedades Hass y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 Bases teóricas.

2.1.1 Recubrimiento Biodegradables.

Un recubrimiento está definido como una delicada capa transparente de producto biodegradable, el cual cubre una fruta o vegetal, cuyo fin es extender su vida postcosecha, y mantener su calidad. La principal finalidad es inhibir o reducir la pérdida de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aromas, entre otros, es una barrera semipermeable (Aguirre, 2015). Los recubrimientos comestibles o biodegradables prolongan la calidad de los alimentos, reduciendo así los procesos metabólicos vitales, además podrían utilizarse como vehículos de sustancias activas que mejoran las propiedades nutricionales de los productos hortofrutícolas, estas matrices pueden formularse a base de lípidos, proteínas y carbohidratos (Ramos-García *et al.*, 2018). Sin embargo, se debe diferenciar entre recubrimiento y película; el recubrimiento es aquella capa delicada y fina aplicada directamente en la superficie de la fruta o vegetal, mediante sumersión u otro método de aplicación; y las películas son matrices pre formadas, las cuales se obtienen en un molde, además que su espesor es mucho mayor al recubrimiento. Tanto las películas como los recubrimientos actúan de igual modo, como una protección a diferentes materiales que podrían interactuar con las frutas o vegetales durante su almacenamiento, así como el dióxido de carbono, oxígeno, lípidos, sales minerales, vapor de agua, etc. Además, se debe de resaltar su capacidad de comportarse como envase y/o tratamiento para la conservación frutas o vegetales. Tener en consideración que las características que tienen los materiales dependerán directamente de la materia prima a utilizar, el cual deberá ser obtenido de fuentes naturales para asegurar la biodegradabilidad; y estas fuentes naturales pueden ser (Parzanese, 2010):

- Polisacáridos: almidones, alginatos, carragenanos, derivados de celulosa, pectinas, quitina y quitosano,
- Proteínas: caseína, colágeno, proteínas del suero lácteo y reina.
- Lípidos, ceras.

2.1.1.1 Propiedades funcionales de los recubrimientos.

Los recubrimientos componen una barrera semipermeable a los gases y vapor de agua, que retrasa el deterioro de los alimentos, a su vez mejoran las propiedades mecánicas, mantienen la integridad del alimento que está cubierto; además retienen compuestos volátiles y actúan como conductores de aditivos alimentarios (antimicrobianos, microorganismos de control biológico, antioxidantes, aromatizantes, colorantes, etc.) (Escalante, 2015).

Las principales propiedades funcionales de los recubrimientos son (López, 2012):

- Aminorar la reducción de peso.
- Disminuir la pérdida de aceites y grasas.
- Contener aditivos y extender la vida útil.
- Desempeñarse como antimicrobianos.
- Impedir la oxidación de las grasas.
- Obtención de frutas y vegetales de mayor calidad.
- Conservar sus características nutricionales y organolépticas.

Para que un recubrimiento pueda ser funcional y de esta manera óptimo, se debe tomar importancia a la procedencia de los materiales que se utilizarán en su elaboración; puesto que estas propiedades están fuertemente ligadas a la naturaleza de sus componentes, composición y la estructura final que se obtenga (Roque, 2014).

2.1.1.2 Ventajas de los recubrimientos

Los recubrimientos en general, al ser obtenidos a base de productos de la naturaleza tienen las siguientes ventajas (Parzanese, 2010):

- Al ser comestibles pueden ser ingeridos.
- Reducen los desechos generados en el envasado.
- Regularizan el intercambio de vapor de agua y gases como O₂, CO₂.
- Conservan la textura y protegen sus propiedades mecánicas.

2.1.1.3 Componentes principales de los recubrimientos.

Entre los más utilizados para la obtención de recubrimientos naturales están las proteínas, polisacáridos y lípidos, sin embargo, no solo a base de estos compuestos se obtiene los recubrimientos, se debe agregar otros aditivos alimentarios como plastificantes, emulsificantes, conservantes, antioxidantes, entre otros, que ayudan a mejorar la integridad mecánica, la calidad, aroma y valor nutricional de los alimentos (Álvarez, 2012).

2.1.1.4 Polisacáridos

Para obtención de recubrimientos entre los más utilizados polisacáridos están incluidos el almidón, celulosa y derivados, gomas y pectinas. Entre los polímeros más abundantes de la naturaleza se encuentra el almidón, el cual es considerado como uno de los componentes futuros de los recubrimientos, debido a su disponibilidad, termo plasticidad y bajo costo (Guerreros, 2017). Los almidones son polímeros que se utilizan para numerosas aplicaciones en la industria alimentaria y sus propiedades funcionales dependen del origen (trigo, maíz, papa, mandioca), pero también son afectados por otros factores como modificaciones químicas (Miramont, 2012).

2.1.2 Almidón

Es un polisacárido propio de tejidos vegetales, que tiene como unidad estructural moléculas de glucosa, se presenta en forma de gránulos, que habitualmente tienen una forma redondeada, irregular (Surco, 2004). Están presentes en cereales y tubérculos. Según la madurez de la fuente varía su contenido; es tal vez el polisacárido que más abunda y es el que tiene más importancia en el área comercial. Desde el punto de vista químico, el almidón es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina (Badui, 2006).

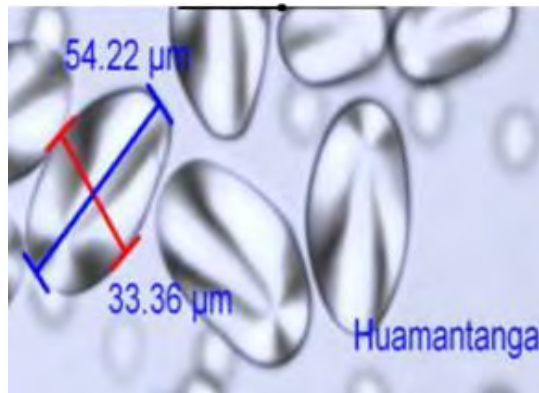
2.1.2.1 Gránulos de almidón

El gránulo de almidón consiste generalmente en varias capas, ubicadas alrededor de una región central llamada núcleo (Surco, 2004). La amilosa y amilopectina conforman los gránulos y están organizadas en una estructura radial; tienen zonas cristalinas y no cristalinas en capas alternadas. La cristalinidad es producida por el ordenamiento de las cadenas de amilopectina (Fennema, 1999). Consta de características

particulares como: contenido de amilosa y amilopectina, forma y el tamaño. La rígida estructura de los gránulos está formada por concéntricas capas de amilosa y amilopectina ordenadas de forma radial; en consecuencia, son una mezcla de pequeñas partículas lineales y ramificadas. En la Figura 1 se observa los gránulos de almidón:

Figura 1

Gránulos de almidón de papa nativa Huamantanga



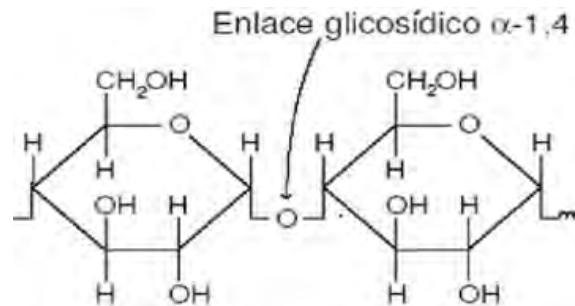
Fuente: Diaz, 2015).

2.1.2.2 Amilosa

La amilosa se presenta en forma cristalina debido al gran número de enlaces por puentes de hidrógeno existentes entre grupos hidroxilos ya que es un polímero lineal de α -D-glucosa unida por enlaces α -1.4, tiene propiedades únicas porque forma complejos con el yodo, que es una técnica de identificación de la amilosa (Ferrerías, 2009). Al tener un elevado número de hidroxilos, le otorga propiedades hidrofílicas, impartándole afinidad por el agua, aunque, debido a su linealidad, los polímeros tienden a agruparse muy estrechamente en forma paralela reduciendo así su afinidad por el agua (Naranjo y Pazmiño, 2010). En la Figura 2 se presenta la estructura la amilosa:

Figura 2

Estructura química de la amilosa



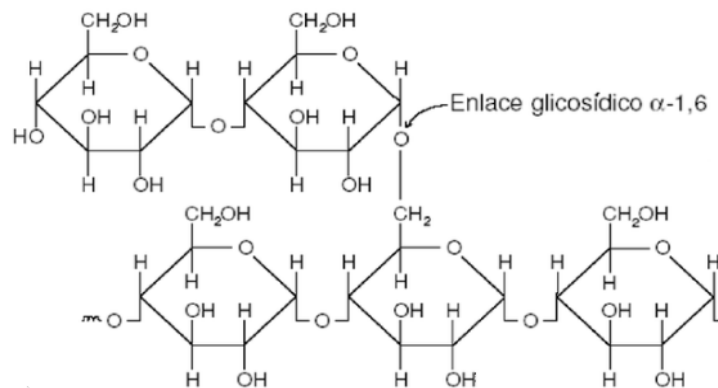
Fuente: Badui, (2006).

2.1.2.3 Amilopectina

La amilopectina es una molécula muy grande y altamente ramificada, con enlaces de ramificación que constituyen alrededor del 4-5% del total de los enlaces (Fennema, 1999). La amilopectina, la cual se observa en la Figura 3, es el componente mayoritario del almidón, está formada por cadenas α-D-glucosa unidos por enlaces α-1,4; presenta además enlaces α-1,6, en los puntos de ramificación, los cuales representan de 4-5% de los enlaces totales (Ferrerias, 2009), en la Figura 3 se observa la estructura de la amilopectina.

Figura 3

Estructura química de la amilopectina



Fuente: Badui, (2006).

Está presente en casi todos los almidones, entre el 70 y 80 %, pero dependen del origen botánico, también tienen niveles de 98-99 % en los almidones llamados cerosos; tiene ramificaciones de forma helicoidal similar a la amilosa, estas

ramificaciones no permiten una retrogradación acelerada de esta fracción y no favorecen a la formación de gel (García, 2009).

Es la responsable de la pegajosidad y viscosidad del almidón, debido a que durante la cocción absorbe una importante cantidad de agua, siendo la responsable del hinchamiento del gránulo de almidón, sin embargo, no interviene en la formación del gel, por lo tanto, no retrograda (Villagra, 2010). La amilopectina presenta pastas espesas que no se retrogradan fácilmente al enfriarse (Hoover, 2002).

2.1.3 Propiedades del almidón

Dependen de la organización física y química de la amilosa y amilopectina (las cantidades respectivas de estos polisacáridos), los cuales otorgan determinadas propiedades fisicoquímicas y características funcionales a los diferentes almidones (Singh *et al.*, 2003).

2.1.3.1 Gelatinización.

En el momento en que una suspensión acuosa de gránulos de almidón es calentada, se genera un desorden llamado “gelatinización” (Cenzano, 1996). Es ahí donde el agua se extiende por los gránulos, generándose un abultamiento y ahí el almidón se solubiliza. A medida que se incrementa la temperatura, retiene mayor cantidad de agua y el gránulo empieza a hincharse, aumentando su volumen, una vez que la parte amorfa se ha hidratado completamente, la forma cristalina inicia un proceso semejante, lo que provoca que la zona cristalina empiece a desaparecer (Sánchez, 2007). A partir de este proceso se presenta una transición irreversible donde se pierde la cristalinidad, birrefringencia y hay lixiviación de la amilosa. (Aristizabal y Sánchez, 2007).

2.1.4 Papa nativa

Las papas nativas son el resultado de un proceso de domesticación, selección y natural conservación (Ortega *et al.*, 2005). Constituyen una valiosa herencia de los pueblos preincaicos que durante siglos las seleccionaron por su agradable sabor y resistencia a las condiciones adversas del clima de la sierra caracterizado por frecuentes heladas y sequías (Gómez *et al.*, 2008).

En las tierras altas de los andes se encuentra la mayor diversidad genética de papa nativa, la mayoría son cultivadas sobre los 3000 m.s.n.m., a esta altura la fuerte radiación solar y los suelos orgánicos andinos brindan a estas papas una naturalidad especial, las cuales además son cultivadas generalmente sin uso de fertilizantes químicos y casi sin aplicación de pesticidas (Reinoso y Thiele, 2005). Poseen excelentes sabores, formas variadas, atractivos colores y diferentes tamaños y texturas. (Gijarro, 2008). En la Tabla 1 se observa la composición química de la papa común y criolla.

Tabla 1

Composición química de la parte comestible de la papa nativa

Componentes	Papa común	Papa criolla
Agua	76.70	75.50
Proteínas	1.90	2.50
Grasas	0.10	0.10
Carbohidratos	19.30	18.70
Fibra	1.00	2.20
Cenizas	1.00	1.00

Fuente: Angulo y Montenegro (2006).

2.1.4.1 Clasificación botánica de la papa

La papa pertenece a las siguientes características taxonómicas (Quilca, 2007).

Familia: Solanaceae.

Género: *Solanum*

Sub Género: Potatoe

Sección: Petota

Serie: *Tuberosa*

Especies: *phureja, andigenum*.

Nombre común: papa, patata.

2.1.4.2 Variedades de papa nativa

El Perú tiene alrededor de 3000 variedades de papas nativas, la mayoría se encuentra en el centro y sur de donde son nativas. Según el catálogo de variedades de papas nativas del Perú, realizado por el Centro Internacional de la papa (Gómez *et al.*, 2008), existen alrededor de 50 variedades de papas nativas prometedoras desde el punto de

vista comercial. Presentan rendimiento aceptable, un delicioso sabor y se pueden cosechar en cualquier época. En la Tabla 2 se observa las papas nativas comerciales.

Tabla 2

Variedad de Papas Nativas

Papas nativas comerciales	Nombres alternativos	Región de procedencia
Amarilla Tumbay	Tumbay, Papa Amarilla	Huánuco
Huamantanga	Puja Suytu	Ayacucho, Apurímac
Peruanita	Jilguero, Milagro	Huánuco, Junín

Fuente: Gómez et al., (2008).

Las papas nativas fueron domésticas y llamadas así por los antiguos peruanos, ancestralmente, se han seleccionado, domesticado y cultivado una gran diversidad de papas nativas, las cuales poseen características especiales en su forma, color, sabor y composición nutricional (Gómez *et al.*, 2008). A continuación, en la Tabla 3 se muestran algunas de las variedades de papa nativa y mejorada.

Tabla 3

Papas nativas por variedad

Variedades mejoradas	Variedades nativas
Amarilis	Amarilla Tumbay
Canchan	Ccompis
Chaska	Duraznilla
Cica	Huamantanga
Yungay	Peruanita

Fuente: Maldonado *et al.*, 2011.

2.1.4.2.1 Variedad Huamantanga

Esta variedad tiene forma alargada, el color de la pulpa es amarillo y tiene lenticelas pequeñas, la época de cosecha se da a los 150 días después de la siembra, en los meses de marzo a junio; contiene 24 % de materia seca; el Centro Internacional de la

Papa le denominó un código CIP: 703387 (Gómez *et al.*, 2008); la cual se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Papa Nativa Variedad Huamantanga



2.1.5 Palta

La palta (*Persea americana*), pertenece a la familia de la lauráceas; es un fruto de una textura muy suave, sabor delicado y una forma variada; el árbol de la palta es extremadamente vigoroso, con un tronco potente y muchas ramificaciones; es una especie siempre verde, tropical (Carreras *et al.*, 2007). El fruto del árbol del palto se conoce con diferentes nombres como palta, aguacate, avocado o abacate. En México tiene el nombre popular de aguacate, sin embargo, en los países de Argentina, Chile, Perú y Uruguay lleva el nombre de palta, que proviene del vocablo quechua (Flores *et al.*, 2009).

Es una fruta muy apreciada en el mercado mundial por su consistencia suave similar a la de la mantequilla, su exquisito sabor y por sus amplias posibilidades de uso no solo en lo culinario sino también en procesos agroindustriales (Olaeta, 2003). Al ser una fruta tropical, es la que más sobresale, tiene un rico valor nutricional, atractivo sabor, versatilidad. La palta es un fruto atractivo de mucho valor energético que contiene ácido graso y proteína de alta calidad que no afectan el colesterol (Carreras *et al.*, 2007).

Al ser un fruto climatérico, al alcanzar su madurez fisiológica (fruto pintón) y después de cosecharla tendrá una degradación de los tejidos vivos a una tasa elevada,

acompañada de cambios internos acelerados e irreversibles, además la palta iniciará un proceso de deshidratación por las altas temperaturas del ambiente, sufrirá daños físicos durante su manipulación el cual generará una rápida degradación del fruto; conforme se dé el proceso de degradación este, será susceptible al desarrollo de enfermedades (Sánchez, 2014).

2.1.6 Clasificación taxonómica de la palta

La palta pertenece a las siguientes características taxonómicas (Bernal *et al.*, 2008).

Reino: Plantae

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliophyta*

Orden: *Ranales*

Familia: *Lauraceae*

Género: *Persea*

Especie: *Persea americana* Mill

2.1.6.1 Composición química de la Palta

Una de las características extraordinarias de la palta es su efecto benéfico adicional, pues ayuda a eliminar el colesterol (Carreras *et al.*, 2007). La palta es la más completa de todas las frutas y verduras; de gran valor nutricional, el cual contiene todas las vitaminas del reino vegetal (A, B, C, D, E, K), en el cual resalta el alto contenido de vitamina E, además de tener en su contenido minerales como (Potasio, Manganeso, Magnesio, Hierro y Fósforo). Asimismo, la palta tiene otros compuestos importantes como el betasitosterol y el glutation, el primer compuesto facilita la eliminación del colesterol presente en la sangre y el segundo es un gran antioxidante, que neutraliza los radicales libres los cuales propician las cardiopatías y otras enfermedades degenerativas (Sánchez, 2014). La Tabla 4 muestra la composición química en las variedades Hass y Fuerte:

Tabla 4

Composición química de la palta variedades Hass y Fuerte.

Componentes	Cultivares	
	Hass	Fuerte
Agua (%)	74.6	71.2
Grasa (%)	20.6	23.4
Proteínas (%)	1.8	2
Fibra (%)	1.4	1.9
Cenizas (%)	1.2	1.2
Ac. Ascórbico (mg)	11	6
Niacina (mg)	1.9	1.5
Vitamina B6 (mg)	0.62	0.61
Potasio (mg)	480	460
Fosforo (mg)	14	29
Magnesio (mg)	23	23

Fuente: Sánchez, (2014).

2.1.7 Variedades comerciales de palta

Se conocen actualmente 3 razas: antillana, mexicana y guatemalteca. Cada una de estas razas está formada por diferentes variedades que se desarrollan en distintas condiciones climáticas, las cuales tienen diferentes colores y formas de acuerdo a la variedad (Carreras *et al.*, 2007). A continuación, se describen las características de las variedades Hass y Fuerte:

2.1.7.1 Variedad Hass:

Rudolph G. Hass en 1926 desarrollo a variedad Hass en California y la patentó en 1935. En la actualidad es la más comercializada; es altamente productivo, que inicia a rendir frutos a partir de los tres años, esta variedad tiene forma oval piriforme y un peso de 200 a 300 gr, son de alta calidad, piel gruesa, rugosa y al llegar a la madurez un color verde a oscuro violáceo; el contenido de aceite fluctúa entre 18 y 22%. En la Figura 5 se puede observar la variedad Hass.

Figura 5

Palta Variedad Hass



Fuente: Maza, (2008).

2.1.7.2 Variedad Fuerte:

Tiene rasgos entre la raza mexicana y guatemalteca, es considerado como una mezcla natural de estas razas. Los frutos son de color verde, apariencia piriforme, tamaño medio de 180 a 400 gr. Su piel, es levemente áspera, se retira con facilidad de la pulpa (Carreras *et al.*, 2007), en la figura 6 se puede observar esta variedad:

Figura 6

Palta Variedad Fuerte



Fuente: Maza, (2008).

2.1.7.3 Características Fisiológicas de la Palta

2.1.7.3.1 Pérdida de peso

Aguilar, (2005) menciona el principal componente de frutas y vegetales es agua, en consecuencia, su pérdida de peso de estos productos está directamente relacionada al decaimiento en el contenido de humedad, p. 44). Las frutas y verduras pierden humedad después de ser cosechadas, durante el transporte y su almacenamiento, principalmente a causa de la difusión de vapor de agua, que se da por una gradiente de presión entre el interior y exterior del fruto (Maftoonazad y Ramaswamy, 2005).

2.1.7.3.2 Firmeza del fruto

Conocida también como consistencia de los frutos es un atributo textural en frutas y hortalizas que se utiliza en relación al momento óptimo de la recolección y la evaluación de la calidad durante el almacenamiento, a la comercialización del producto fresco (Barreiro y Ruíz-Altisent, 1996). Durante el almacenamiento ocurre cambios dentro de las células, puesto que, siempre son más sensibles a la permeabilidad durante la madurez, siendo el etileno el que activa enzimas hidrolíticas (poligalacturonasa y celulasa) lo que genera que los compuestos de las paredes celulares se pierdan y fragmentan los enlaces entre los polisacáridos. Uno de los factores que determina la calidad del fruto y su vida en postcosecha es la pérdida de la firmeza durante su maduración; conforme se da el proceso de maduración los frutos se caracterizan por poseer una estructura celular rígida, que está bien ordenada y definida, mientras que las paredes celulares blandas y difusas caracterizan los tejidos de las frutas maduras (Sánchez, 2014).

2.1.7.3.3 Color del fruto

Macas, (2013) menciona que “los cambios en el color de los frutos se dan por: degradación de las clorofilas, síntesis de nuevos pigmentos, desenmascaramiento de pigmentos, procesos que generalmente ocurren cuando se encuentran en la época de maduración”, p. 6. El color en sentido físico es la distribución de la energía de la luz reflejada por un alimento; color en los alimentos es la combinación de la absorción y la dispersión, que genera que la medición del color sea un tanto empírica (Alvarado y Aguilera, 2001).

2.1.8 Nopal

El nopal, penca de tuna y otros nombres que se le atribuyen pueden alcanzar de 3 a 5 m de longitud, son plantas arbustivas, rastreras o erectas; estas pencas están densamente ramificados, y tienen raíces finas ricas absorbentes y generalmente se desarrolla en zonas áridas de escasa pluviometría (Granados y Castañeda, 2000). Se desarrolla en los valles interandinos y está constituida de cladodios adultos conocidos como pencas; la epidermis de la penca cuenta con dos capas, la primera de color verde que son células llamadas clorénquima, y la segunda capa de color blanquecino transparente, formando pequeños cilindros conocida como parénquima, es en esta segunda capa donde se hallan las células mucilaginosas donde se acopia el mucilago. Este mucilago es de gran interés porque es un polisacárido con diversas propiedades funcionales por su contenido de fibra dietética y pectina, por el cual cuenta con virtudes para obtener o elaborar recubrimientos comestibles (Ginez y Godoy, 2018).

2.1.8.1 Composición química del nopal.

En la Tabla N° 5 se detalla la composición química del nopal:

Tabla 5

Composición química de la penca de tuna o nopal

Concepto	Contenido
Energía	27 kcal
Humedad	91.75
Proteínas	1.70 g
Grasa	0.30 g
Carbohidratos	5.60 g
Calcio (mg)	93
Hierro (mg)	1.6
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.30

Fuente: Polanco (2013).

Los cladodios de los nopales en la actualidad muestran un gran interés desde el punto de vista industrial, su composición química dependerá del tiempo de vida que tenga el

nopal, cuando tienen un tamaño 10 a 15 cm son usados como nopalitos y al llegar a un tiempo de 2 a 3 años estos ya están lignificados el cual indica que se pueden usar para producir harinas, mucilagos, etc. (Silva, 2017).

2.1.8.2 Clasificación científica del nopal.

La clasificación científica del nopal según Amaya, 2009, indica lo siguiente:

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta

Clase magnoliopsida

Orden Caryophyllales

Familia Cactaceae

Subfamilia Opuntioideae

Genero opuntia

Especie Ficus-indica

Nombre binomial: *O. ficus-indica* (L.) 1768 Mill.

2.1.8.3 Mucilago de nopal.

El mucilago o hidrocoloide se encuentra en forma viscosa en los cladodios de los nopales, está compuesto especialmente por amilosa y amilopectina. El primer polímero (amilosa) se halla formando una cadena helicoidal que al estar en solución tiene la capacidad de formar películas delgadas y al momento de secar presentan alta rigidez; a diferencia de la amilopectina el cual es también un polímero de alto peso molecular, este presenta alta viscosidad, pero también es soluble en agua; sin embargo, los dos compuestos en unión en una solución acuosa pueden formar diferentes capas con ciertas propiedades mecánicas (Rodríguez, 2017). Para Trachtenberg y Mayer (1981 a), mencionan en sus investigaciones que dentro de los tejidos de parénquima y clorénquima se encuentra el mucilago; estas células mucilaginosas son las que almacenan al mucilago, las cuales en mayor proporción se encuentran en el parénquima de los cladodios; los mucilagos son sustancias muy complejas que tienen la capacidad de formar redes tridimensionales, además de tener propiedades osmóticas.

2.1.8.4 Composición química del mucilago de nopal.

Su composición varía por la edad, variedad, entornos ambientales y la forma de extracción (cáscara, cladodio y fruto), etc. En la Tabla N° 06 se detalla la composición química:

Tabla 6

Composición química del mucilago de nopal

Parámetro	Contenido
Humedad	6.0
Proteínas	7.23
Cenizas	37.3
Grasa	-
Fibra	-
Carbohidratos	49.47

Fuente: Sepúlveda *et al.*, (2007).

2.1.9 Color.

Para los humanos el color es una percepción de la luz reflejada en un objeto esto dependerá de cómo nuestros ojos detectan la luz reflejada y como ésta es procesada en nuestro cerebro, el color está afectado por diferentes factores como el objeto, el iluminante, el observador, la geometría óptica, el área, fondo, la temperatura y el brillo, debido a estos factores el color está definido como la respuesta que del cerebro al estímulo que una radiación luminosa visible se produce en la retina (Borja y Nevado, 2016).

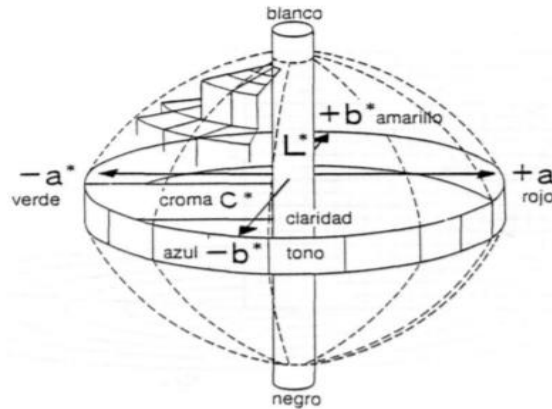
2.1.9.1 Sistema Cielab (L*a*b*).

Todos los materiales sólidos, semisólidos de toda diversidad y todos los alimentos generalmente se representan empleando el espacio CIELAB (o CIE 1976 L*a*b*), el cual es un patrón internacional que mide el color adoptado por la Commission Internationale d'Eclairage (CIE) en 1976. CIELAB está representado por las siguientes letras: L* la luminosidad, a* variación de verde a rojo, y b* variación de azul a amarillo de una muestra. Para determinar el color en una muestra se utilizan diferentes equipos como colorímetros digitales, los cuales son posibles de manejar y graduar. Sin embargo, estos equipos tienen ventajas y desventajas como servicio de mantenimiento

y reparación, tienen elevado costo de servicio, etc., (Goñi y Salvadori, 2015). A continuación, en la Figura 7 se muestra el diagrama tridimensional de la carta de color.

Figura 7

*Diagrama tridimensional de la carta de color del sistema $L^*a^*b^*$*



Fuente: Huamancondor y Olivos, (2013).

2.1.9.2 Color en los alimentos.

Los alimentos tienen una gran variedad de colores, los cuales dependerán de la fuente y de sus componentes que en su mayoría son orgánicos, además estos se generan durante su maduración, procesamiento, etc. (Badui, 2006). Existen diferentes causas o factores los cuales generan la coloración en un alimento, según Bello (2008), son las siguientes:

- La presencia de colorantes naturales o pigmentos, los cuales cumplen función biológica en los tejidos de los alimentos, como la clorofila y la mioglobina.
- La formación de estos colorantes o pigmentos es a causa de reacciones enzimáticas y químicas.
- La adición de sustancias químicas o colorantes sintéticos a productos alimenticios procesados y los efectos fisicoquímicos presentes en el alimento y relacionado con la dispersión de la luz.

2.2 Marco Conceptual

Recubrimiento: Los recubrimientos son estructuras obtenidas a partir de un polímero, el cual es directamente aplicado sobre la superficie del objeto que se pretende protegerlo e incrementar su vida útil y de este modo los recubrimientos llegan a ser parte del producto y permanecen en él, durante su uso y consumo (Trejo, 2010).

Película: Una película comestible es aquella capa delgada de material comestible formada y colocada sobre el alimento (lo que implica que debe ser preformada), es decir debe ser moldeada sobre una superficie, para luego determinar sus propiedades mecánicas, y por último ubicarlo sobre el alimento que se pretende proteger (Trejo, 2010).

Biodegradable: Sustancia que puede ser degradada por acción biológica. (Real Academia Española, s.f.).

Gránulos: Son pequeños corpúsculos discretos donde se almacena el almidón, que sirve de reserva energética en el reino vegetal (Badui, 2006).

Palta: Fruta muy apreciada en el mercado mundial por su consistencia suave similar a la de la mantequilla, su exquisito sabor, su alto valor nutritivo y por sus amplias posibilidades de uso no solo en la culinaria sino también en procesos agroindustriales (Olaeta, 2003).

Color: El color en sentido físico es la distribución de la energía de la luz reflejada por un alimento, color en los alimentos es la combinación de la absorción y la dispersión, que genera que la medición del color sea un tanto empírica (Alvarado y Aguilera, 2001).

Firmeza del fruto: Conocida también como consistencia de los frutos, es un atributo textural en frutas y hortalizas, que se utiliza en relación al momento óptimo de la recolección (Barreiro y Ruíz-Altisent, 1996).

Pérdida de peso: Aguilar (2005), refiere que el principal componente de frutas y vegetales es el agua, es decir, la reducción de peso de estos productos está relacionada al decaimiento en el contenido de humedad, p. 44).

2.3 Antecedentes de investigación

Aguilar (2005), trabajo un estudio sobre las propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables en el recubrimiento de frutos de aguacate; donde evaluó su efecto en la vida postcosecha de frutos de aguacate (variedad Hass). Las paltas recubiertas tuvieron menor pérdida de peso, mantuvieron su firmeza y pequeños cambios de color, a diferencia de los frutos patrón. Por lo tanto, concluyo que lo recubrimientos a base de gelatina y almidón ayudan a retrasar los procesos de maduración y extienden la vida en anaquel del aguacate.

Bello-Lara *et al.* (2016), realizaron investigaciones en biopolímeros de mucílago, utilizado como recubrimientos en frutos de aguacate Hass, se aplicaron por inmersión a los aguacates en madurez fisiológica; fueron almacenados durante 10 días a 6 °C y más 10 días a 22°C, simulando condiciones de exportación. Las variables de respuesta fueron reducción de masa (%), firmeza (kgf), sólidos solubles (°Brix) y color (L y h). Los frutos de aguacate 'Hass' recubiertos mostraron diferencias en reducción de masa, con 6.61% (mucílago), con estos biopolímeros la vida de los frutos en anaquel fue de 20 días.

Diaz (2019). Evaluó películas comestibles a base de harina de maíz morado, propóleo y combinación de ambos polímeros. La película comestible fue aplicada por inmersión a una temperatura de 45°C a la palta fuerte, que fueron almacenadas a temperatura ambiente y en refrigeración. Realizó un seguimiento de las propiedades fisicoquímicas de pH, textura, % de acidez, humedad y pérdida de peso, se evaluó a temperatura ambiente y refrigeración, concluyo que las paltas a temperatura ambiente, mejoraron significativamente la pérdida de peso, humedad y se extendió el tiempo de vida en anaquel hasta 30 días a comparación a las paltas sin recubrimiento comestible que fue de 15 días.

Guerreros (2017), realizó un estudio en la aplicación de quitosano y almidón como recubrimiento biodegradable para prolongar la vida útil en la palta, el cual concluye que los mejores tratamientos a los 5, 10, 15, 20 días presentaron los siguientes valores de 8.01 a 8.4 de Grados Brix, 7.38 a 7.7 de pH, 0.10 a 0.16 de acidez titulable, comparado

con el testigo que culminó su vida útil a los 15 días con 9.6 Grados Brix, 7.13 pH, 0.18 de acidez titulable.

González *et al.* (2017), evaluaron el efecto de un recubrimiento comestible a base de gelana de alto (GAA) y bajo acilo (GBA), sobre la calidad post cosecha del aguacate (*Persea americana* cv. "Hass"), almacenado durante nueve semanas. El resultado de la aplicación de recubrimientos comestibles a base de goma gelana, con bajas concentraciones de glicerol, disminuyeron la pérdida de firmeza, los sólidos solubles y evitaron modificaciones del pH, manteniendo la calidad y la vida en anaquel del aguacate.

Márquez y Pretell (2009), estudiaron el efecto de las coberturas biodegradables y temperatura sobre el color, firmeza y pérdida de peso en palta, durante su almacenamiento; las paltas con coberturas biodegradables demostraron buena retención de color y firmeza, así como, menor velocidad de pérdida de peso en comparación con las muestras control. Se concluyó que la aplicación de coberturas biodegradables es eficaz en la conservación de palta variedad Hass que es un fruto altamente perecible.

Maftoonazad y Ramaswamy (2005), estudiaron el efecto de un recubrimiento a partir de metilcelulosa sobre el color y textura de los aguacates a temperatura ambiente, donde observaron que los aguacates recubiertos demostraron un color más verde y una mayor firmeza a diferencia del control durante todo el almacenamiento. La pigmentación marrón y la pérdida de color del mesocarpio están asociadas con la maduración de la fruta, las cuales se retrasaron en las frutas recubiertas.

Apaza (2020). Evaluó el recubrimiento a base mucilago de nopal y la temperatura de almacenamiento en la preservación de la palta de la variedad Hass, donde estableció los valores de peso inicial, firmeza y color en paltas recién cosechadas, se determinó el efecto del recubrimiento y la temperatura sobre la reducción de peso, la firmeza, variación de color de la piel durante 35 días de almacenamiento. El tratamiento con un 3% de mucílago tuvo con mejores resultados, logrando que reducción de peso fuera de 5.82 %, la firmeza de 16.53 N, los parámetros de color, L* 34.24, a* -4.59 y b* 13.08 correspondientes al día 35 de almacenamiento.

Roque (2014), evaluó recubrimientos comestibles a base de mucilago de chía sobre la conservación postcosecha de la palta de la variedad Hass, donde evidencio que los componentes de las cubiertas (polisacáridos y lípidos) contribuyeron a mejorar las propiedades de barrera al vapor de agua, siendo los frutos con el tratamiento RC-05 (0,70 % mucílago de chía-glicerol MG y 0,50 % emulsión de cera de abeja-ácido oleico EC) los que presentaron menores promedios de pérdidas de peso (10,92%), seguidos de aquellos recubiertos con el tratamiento RC-01 (1,01 % MG y 0,20% EC) y RC-09. (1,75 % MG y 0,50 % EC). Los componentes restringen el trabajo enzimático que genera el ablandamiento de los frutos reduciendo el intercambio gaseoso, logrando que la textura se mantenga y al efecto de los cambios metabólicos que provocan la producción de ácidos grasos.

Sánchez (2014), estudió el efecto de la aplicación de coberturas biodegradables y la temperatura sobre el color, firmeza, pérdida de peso y la aceptabilidad general en la palta (*Persea americana mill*) variedad fuerte, durante el almacenamiento, estudió la gelatina-almidón como base de las coberturas, además se utilizó una muestra control (sin cobertura) y; 6 y 10 °C como temperaturas de almacenamiento. El ANOVA mostró un efecto significativo de la cobertura biodegradable y la temperatura en el tiempo de almacenamiento sobre las medidas de color L*, a* y b* de la cáscara, firmeza y pérdida de peso en palta.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis.

3.1.1 Hipótesis General.

- La aplicación del recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucílago de nopal sobre la palta de las variedades Hass y Fuerte permite conservar sus propiedades fisicoquímicas y fisiológicas.

3.1.2 Hipótesis Específicos.

- La aplicación del recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucílago de nopal sobre la palta de las variedades Hass y Fuerte permite conservar sus propiedades fisicoquímicas.
- La aplicación del recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucílago de nopal sobre la palta de las variedades Hass y Fuerte permite conservar sus propiedades fisiológicas.

3.2 Identificación de variables e indicadores

- Paltas pintón
- Formulación del recubrimiento

3.3 Operacionalización de variables

3.3.1 Variables independientes, dependientes, dimensión e indicadores.

Las variables de estudio se presentan en la Tabla 7:

Tabla 7

Variables independientes

Variable	Dimensión	Indicador
Palta	Variedad	Hass Fuerte
Formulación del recubrimiento	F1	(almidón de papa 3%, mucílago de nopal 2%, glicerol y pectina al 2%) (60 ml de almidón diluido al 3 %)

F2

(almidón de papa 3%, mucílago de nopal 2%, glicerol y pectina al 2%)
(70 ml de almidón diluido al 3 %)

Tabla 8

Variables dependientes

Variable	Dimensión	Indicador
Propiedades Físicoquímicas	pH	pH
	Acidez	% ácido predominante
	Sólidos solubles totales	°Brix
Propiedades Fisiológicas	Pérdida de peso	%
	Firmeza del fruto	kgf
	Color del fruto	L*, a*, b*

CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo y Nivel de Investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación aplicada: Porque se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la palta de las variedades Hass y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de papa nativa y mucilago de nopal, empleando conceptos teóricos y los procesos agroindustriales.

Según el alcance

Explicativa: porque se explicaron los resultados hallados del análisis de las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la palta de las variedades Hass y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de papa nativa y mucilago de nopal, comparados a los antecedentes, conceptos tecnológicos y científicos.

Según el enfoque

Cuantitativa: porque se midieron y obtuvieron datos numéricos de las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la palta de las variedades Hass y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de papa nativa y mucilago de nopal, a través del uso de herramientas y/o equipos.

Experimental: porque se manipularon variables de estudio: variedad de la palta y formulación del recubrimiento biodegradable, los cuales se denominaron como fuente de variabilidad. Igualmente, es experimental, porque los experimentos o tratamientos fueron aleatorizados a fin de adquirir muestras representativas, y fue plasmado a través de una matriz de diseño experimental.

4.2 Ámbito de estudio

El trabajo de tesis fue desarrollado en el Laboratorio de Investigación en Control y Análisis de Aguas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas, el cual queda en el Barrio Santa Rosa Av. 28 de Julio N° 1103, Talavera - Andahuaylas, Región Apurímac, donde se realizaron

las evaluaciones correspondientes para lograr los objetivos planteados en la presente investigación.

4.3 Población de estudio

La población fue frutos de Palta (*Persea americana*) de las variedades Hass y Fuerte, los cuales presentaron un índice de madurez adecuado, con una pigmentación uniforme, sin daños físicos y biológicos, estos frutos fueron recolectados de la Asociación de Productores de Palta “Ocobamba”; situado el distrito del mismo nombre, cuyas coordenadas son; Latitud -13.483056° y Longitud de -73.561111° a 3032 m.s.n.m. de la Provincia de Chincheros, Región Apurímac.

4.4 Unidad de Análisis.

Fueron consideradas como unidad de análisis las paltas de la variedad Hass y paltas de la variedad Fuerte con un estado de maduración pintones, a las cuales se le aplicó el recubrimiento a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal, a los cuales se evaluaron el efecto en sus propiedades fisicoquímicas y fisiológicas.

4.5 Tamaño de muestra:

4.5.1 Técnica de selección de muestra.

Se seleccionaron muestras de palta por conveniencia, debido a que se tomó en cuenta las cualidades y características de los frutos de palta como pigmentación adecuada, tamaño uniforme, sin daños físicos, mecánicos y/o biológicos e índice de madurez pintones. Las muestras se depositaron en cestos de PAD (Polipropileno de Alta Densidad) y transportados al Laboratorio de Investigación donde se continuaron los respectivos análisis y pruebas experimentales.

4.6 Técnicas de recolección de información

4.6.1 Preparación de muestra

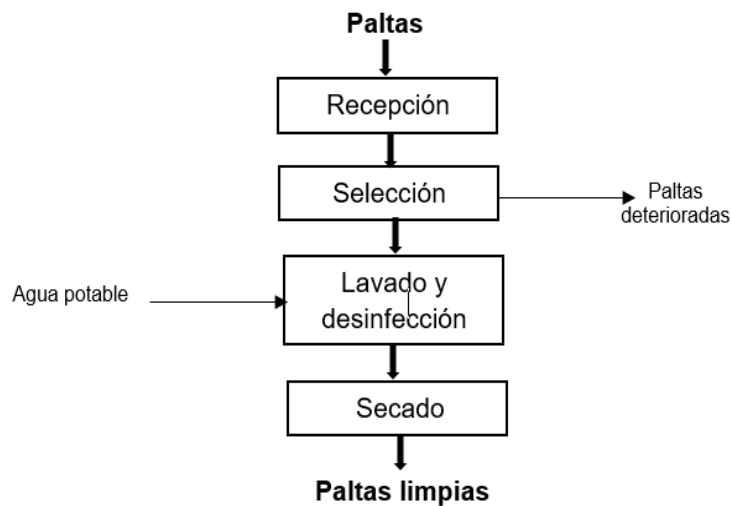
Para la preparación de muestra se siguieron los lineamientos de Roque (2014) tal como se muestra en la Figura 8, con algunas modificaciones.

- **Recepción:** se recibieron las paltas de las variedades Hass y Fuerte, con una madurez adecuada pintones, los cuales no presentaban alteraciones fisiológicas, daños físicos y mecánicos.

- **Selección:** se seleccionaron paltas con una consistencia dura, color verde intenso, sanas, libres de manchas, sin daños en su epidermis y con el pedúnculo presente.
- **Lavado y desinfección:** se lavaron las paltas con paños y agua, para separar restos de tierra y otros residuos, posteriormente fueron desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio por 5 min.
- **Secado:** fueron secadas las paltas de forma manual con paños, para eliminar el agua presente en su epidermis.
- **Almacenado:** se almacenaron las paltas en cajas de PAD (Polipropileno de Alta Densidad) hasta que se les aplico el recubrimiento biodegradable.

Figura 8

Diagrama de bloques de la preparación de muestra

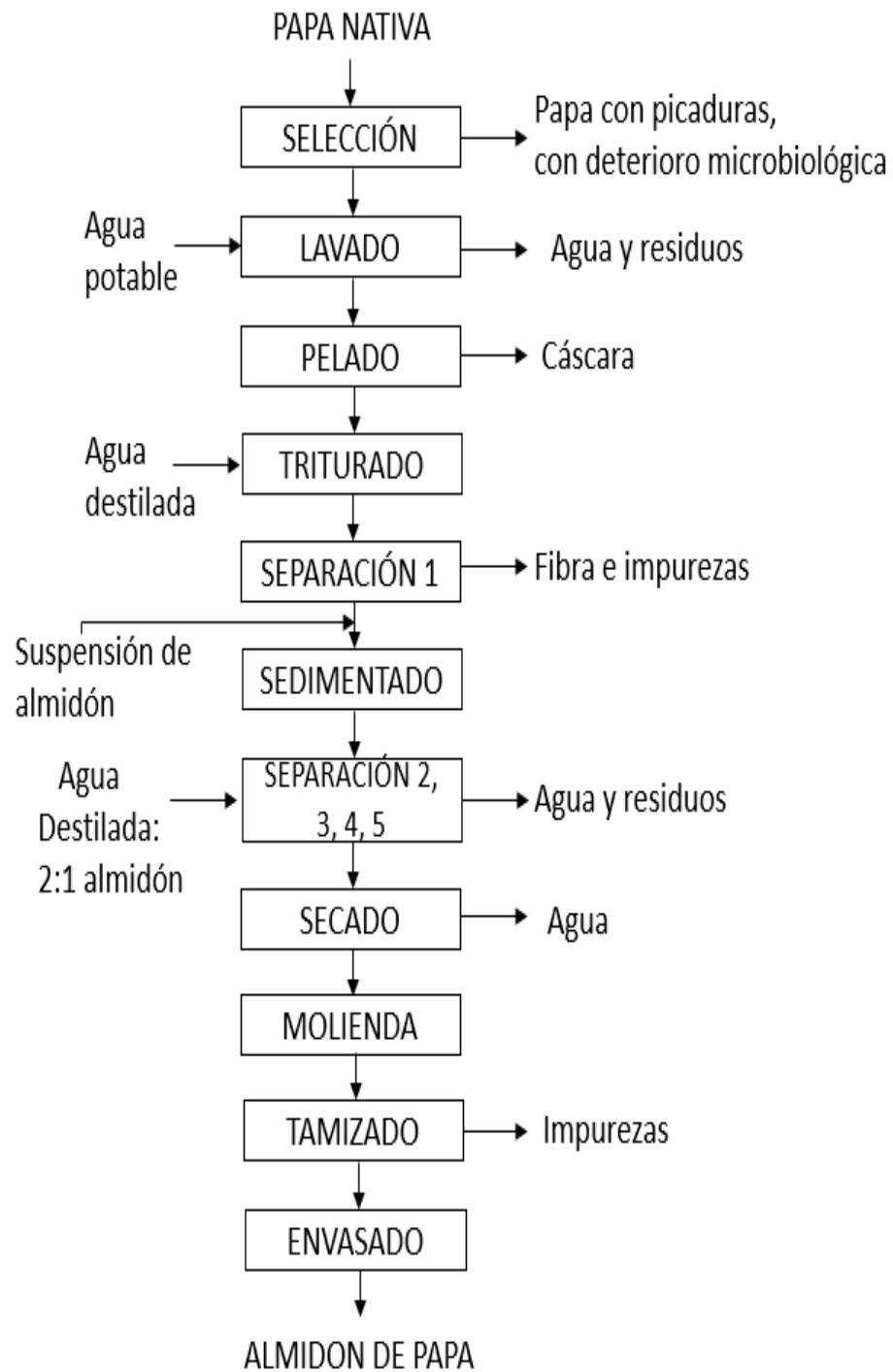


4.6.2 Extracción de almidón de papa nativa Huamantanga

Se utilizó la metodología descrita por Díaz (2015), de acuerdo a la Figura 9.

Figura 9

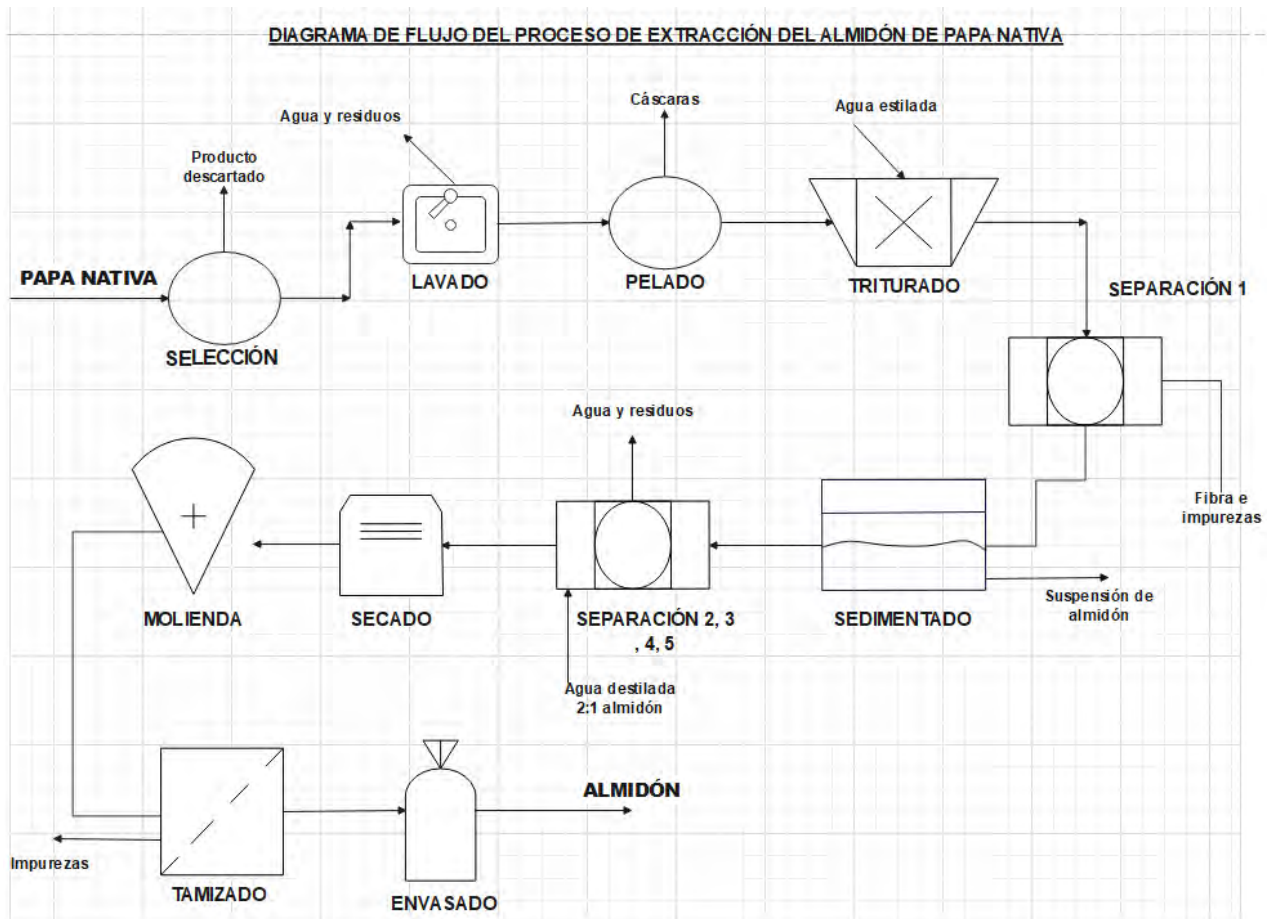
Diagrama de bloques de la extracción de almidón de papa



- **Selección:** las papas nativas se seleccionaron manualmente, apartando las que tenían deterioro físico y/o mecánico.
- **Lavado:** se lavaron las papas nativas a mano para separar partículas extrañas e impurezas.
- **Pelado:** Se retiraron las cáscaras de las papas nativas con un cuchillo
- **Triturado:** se trituraron las papas nativas con un rallador en un balde agua para liberar los gránulos de almidón, donde se obtuvo una solución homogénea y opaca.
- **Separación 1:** el material fibroso se separó del sólido sedimentado que contenía los gránulos de almidón, obteniendo una fase líquida y un sólido precipitado homogéneo blanco.
- **Sedimentado:** se dejó sedimentar por 24 horas la solución obtenida.
- **Separación 2, 3, 4 y 5:** Se eliminó el líquido del precipitado blanco, este residuo se enjuagó varias veces con agua destilada para así obtener todo el almidón, hasta que el agua quede cristalina, obteniendo una pasta blanca con aproximadamente 70 % de humedad.
- **Secado.** Se distribuyó homogéneamente el almidón en fuentes de acero inoxidable y se desecaron en una estufa a 30 °C.
- **Molienda:** ya seco se homogenizó el almidón con un molino de fricción y descartó cualquier impureza para facilitar su uso.
- **Tamizado:** molido el almidón se cuela mediante un tamiz de malla 36, para uniformizar su tamaño.
- **Envasado:** una vez tamizado el almidón se envasó en depósitos de polietileno y se preservó hasta su utilización.

Figura 10

Diagrama de flujo de la extracción de almidón de papa



4.6.3 Extracción de mucilago de nopal fresco.

Para la extracción del mucilago de nopal se siguió la propuesta de Guadarrama (2016) citado por (Orozco, 2017).

- **Selección:** se seleccionaron nopales exentos de daño físico o microbiológico.
- **Lavado y desinfección:** los nopales se enjuagaron con agua y se desinfectaron por inmersión con un medio de NaClO a 100 ppm durante 10 minutos.
- **Pelado:** en esta etapa se procedió a pelar y retirar las espinas de los nopales, y después se cortaron.
- **Cortado:** se procedió a cortar los nopales libres de espina en fragmentos de 1x1 cm.
- **Reposo:** los pedazos de nopal se sumergieron en de agua destilada 1 en 1 con el peso de los nopales, para luego dejar reposarlos cerca de 24 h.

- **Filtrado:** pasado este tiempo se filtró y se separaron los trozos de nopal del mucilago.
- **Refrigerado:** por último, el mucilago resultante se refrigeró a 4 °C para su posterior uso.

Figura 11

Diagrama de bloques de la extracción del mucilago de nopal

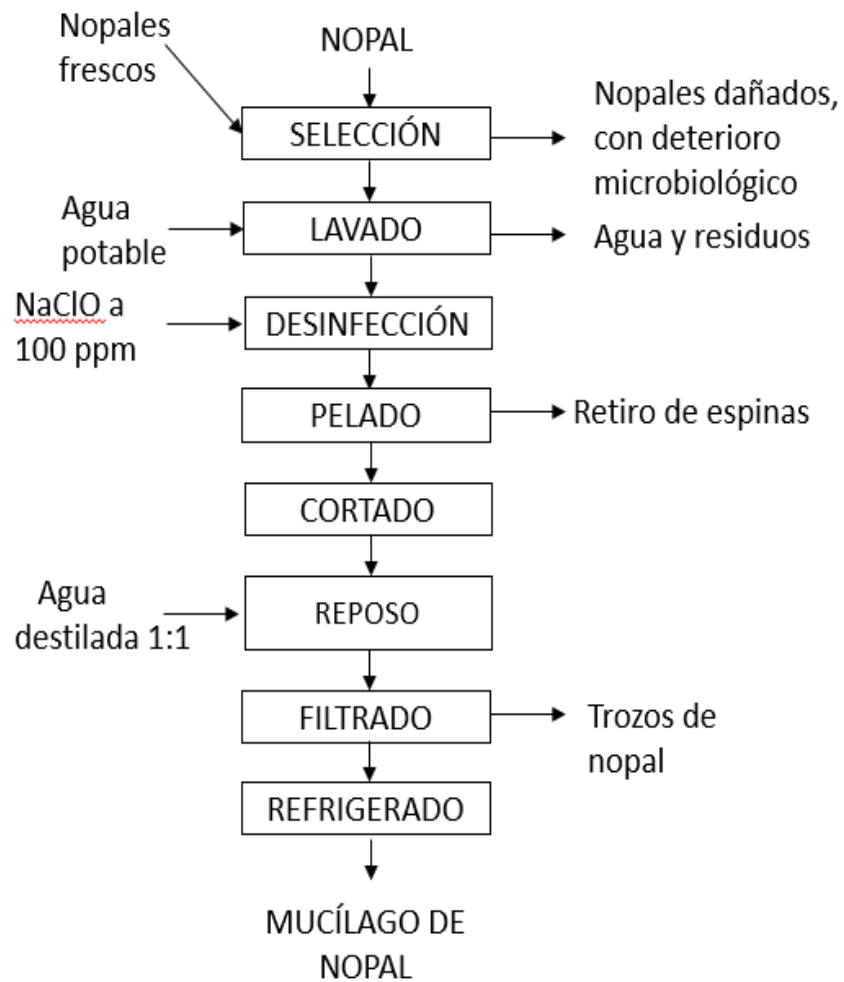
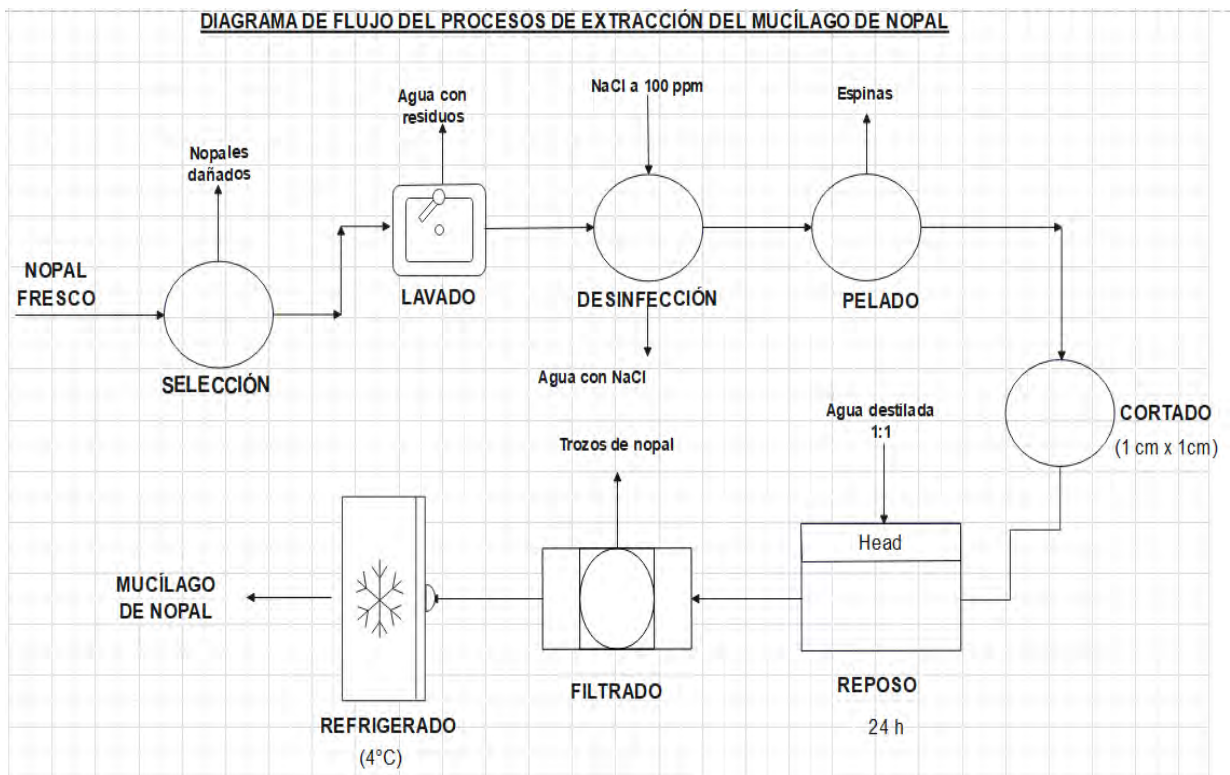


Figura 12

Diagrama de flujo de la extracción del mucilago de nopal



4.6.4 Formulación del Recubrimiento Biodegradable.

Para formular el recubrimiento biodegradable se consideró la propuesta de Chocano (2019), que consistió en dos formulaciones. Los recubrimientos fueron formulados con almidón de papa nativa Huamantanga (AP), plastificante glicerol (G), pectina (P) y mucilago fresco de nopal (MN), la composición de los recubrimientos se detalla en la Tabla 9.

Cabe resaltar que de cada componente se utiliza la cantidad indicada en ml, ya que estos fueron diluidos al 100 % (almidón de papa y mucilago de nopal), en caso del glicerol se utilizó en una concentración de 100 % y la pectina en 90%, ambas sin dilución.

Tabla 9

Formulación de los recubrimientos

Formulaciones	Almidón de papa (al 3%)	Mucilago de nopal (al 2%)	Glicerol	Pectina (al 2%)
1	60	4	4	32
2	70	4	4	22

- Para la elaboración de los recubrimientos, se gelatinizó por separado el almidón de papa y la pectina.
- Una vez gelatinizadas los insumos se procedió a mezclarlos, de acuerdo a la Formulación de la Tabla 9.
- Con la formulación obtenida se inició el recubrimiento de las paltas de las dos variedades, a través de un atomizador de manera uniforme, enseguida se dejó secando a temperatura ambiente por 8 horas, para luego proseguir con las evaluaciones correspondientes.

4.6.5 Características del recubrimiento

4.6.5.1 Determinación de la transparencia de las películas

Se acondicionaron las películas a un vial de cuarzo de lado rectangular, y se realizó la lectura de la transmitancia 600 nm, en un espectrofotómetro UV-Vis, marca Thermo Fisher, modelo Nicolet IS50 (Madison, USA) (Iñiguez-Moreno et al., 2021). La transparencia se reportó como la relación entre la transmitancia y el espesor (nm/mm)

4.6.5.2 Determinación de la actividad de agua (aw) de las películas

Las muestras de 1 cm x 1 cm, se llevaron a un determinador de actividad de agua (a_w) previamente calibrada, marca Rotronic, modelo HygroPalm23-AW (Suiza).

4.6.6 Determinación de las propiedades fisicoquímicas

4.6.6.1 Acidez titulable.

La acidez titulable (AT) se determinó siguiendo la norma 942.15/90 detallado por la AOAC, referido en porcentaje de ácido cítrico, de acuerdo a la Ecuación 1.

$$AT(\%) = \frac{N \times V \times 0.07}{P} \times 100 \quad \dots\dots\dots Ec. 01$$

Donde:

N, es la normalidad del NaOH

V, es el volumen de NaOH gastado (mL)

0.07, son los miliequivalentes de ácido cítrico

P, es el peso de la muestra de palta (g)

4.6.6.2 pH de la pulpa.

Para la determinación del potencial de hidrogeniones (pH), se usó un potenciómetro previamente calibrado, siguiendo el método 981.12/90 de la AOAC.

4.6.6.3 Sólidos solubles totales.

Se determinaron los sólidos solubles totales (SST) siguiendo la técnica 932.12/90 de la AOAC, expresado en grados °Brix, se realizó el cálculo en una muestra de pulpa en el refractómetro. Se realizó la corrección de los SST, de acuerdo a la Ecuación 2.

$$SST \text{ Corregidos} = 0.194xAT + SST \dots\dots\dots \text{Ec. 2}$$

Donde:

AT, es el porcentaje de acidez

4.6.7 Determinación de las propiedades fisiológicas.

4.6.7.1 Pérdida fisiológica del peso.

Para la determinación de la pérdida fisiológica del peso, se halló por diferencia de peso en los tiempos de seguimiento, se cuantificó el peso inicial y final, por 14 días a 20 °C, en una balanza analítica de precisión. Los resultados que se obtuvieron utilizando la Ecuación 3 se expresaron como porcentaje de pérdida de peso del fruto (%PP) (Palacín, 2012).

$$\% PP = \frac{P_0 - P_f}{P_0} x 100 \dots\dots\dots \text{Ec. 3}$$

Donde:

P₀: Peso inicial de la muestra en g.

P_f: Peso final de la muestra en g.

4.6.7.2 Firmeza del fruto.

La firmeza se evaluó mediante la determinación de la fuerza de penetración, a través de un penetrómetro. Las medidas fueron tomadas en diferentes partes del fruto, y se obtuvo el promedio de los valores (Márquez y Pretell, 2009).

4.6.7.3 Determinación de los parámetros de color.

La determinación del color en la cáscara fue evaluada empleando el colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR-5 (Japón), que determina los valores de luminosidad L^* , (0 = negro y 100 = blanco), croma a^* (+a = rojo, -a = verde), croma b^* (+b = amarillo y -b = azul). Las medidas fueron tomadas en puntos definidos previamente, y se registró el promedio de los valores (Maftoonazad y Ramaswamy, 2005).

Asimismo, se determinó el índice de color (IC^*) (Ecuación 4), que permite expresar el color en un solo dato numérico (Hadimani and Mittal, 2019), y se interpreta de la siguiente manera:

- Si IC^* -40 a -20, el color va desde el azul-violeta al verde profundo.
- Si IC^* -20 a -2, el color va del verde profundo al verde amarillento.
- Si IC^* -2 a +2, representa el amarillo verdoso.
- Si IC^* +2 a +20, el color va desde el amarillo pálido al naranja intenso.
- Si IC^* +20 a +40, el color va desde el naranja intenso al rojo profundo.

$$IC^* = \frac{a^* \cdot 1000}{L^* \cdot b^*} \dots\dots\dots Ec. (4)$$

Del mismo modo, se calculó la diferencia del color (ΔE^*) respecto a la muestra control (Ecuación 5) (Iñiguez-Moreno et al., 2021).

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \dots\dots\dots Ec.(5)$$

ΔE^* , puede clasificarse como muy diferente ($\Delta E^* > 3$), diferente ($1.5 < \Delta E^* < 3$) y mínimamente diferente ($\Delta E^* < 1.5$) (Adekunte et al. 2010).

4.7 Técnicas de análisis e interpretación de la información

4.7.1 Diseño de experimental

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) para comparar las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de cada variedad para cada formulación de recubrimiento biodegradable durante los días de almacenamiento.

Modelo estadístico

Se utilizó este diseño porque las corridas experimentales se realizaron en orden aleatorio completo. De esta manera, si durante el estudio se hacen en total N pruebas, estas se corren al azar, de manera que los posibles efectos ambientales y temporales se vayan repartiendo equitativamente entre los tratamientos (Gutiérrez y De la Vara r, 2008).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}; \begin{cases} i = 1, 2, \dots, k \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases}$$

Donde:

Y_{ij} : medición del tratamiento i .

μ : media global poblacional.

τ_i : efecto debido al tratamiento i ,

ε_{ij} : error aleatorio atribuible a la medición Y_{ij}

4.8 Técnicas de prueba de hipótesis

4.8.1 Prueba de diferencia significativa

Para evaluar la diferencia significativa entre tratamientos y bloques, se aplicó un ANOVA de dos factores, cuyas hipótesis estadísticas a probar fueron:

Hipótesis nula, H_0 : Las medias de las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de las variedades de palta recubiertas con las formulaciones de películas, no muestran diferencia significativa.

$$\bar{x}_i = \bar{x}_j$$

- Hipótesis alterna, H_A : Las medias de las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de las variedades de palta recubiertas con las formulaciones de películas, presentan diferencia significativa.

$$\bar{x}_i \neq \bar{x}_j$$

- La prueba de hipótesis se evaluó a un nivel de significancia (α) del 5%, considerando el siguiente criterio:

Se rechaza H_0 si: $\alpha > p\text{-value}$ o probabilidad evaluada, o a través del criterio F_{cal} o $F_{exp} > F_{crítico}$.

Se aplicó un ANOVA de dos factores o ANOVA bifactorial, porque se evaluaron dos fuentes de variación: el factor de tratamiento y el factor de bloque. Se utiliza para estudiar el efecto de dos variables independientes (variedad Hass y fuerte) y en las variables dependientes (acidez, pH, sólidos solubles totales, pérdida de peso, firmeza, color)

4.8.2 Prueba de comparación múltiple

Al rechazo de la H_0 del ANOVA, se aplicó el test de comparación múltiple Tukey a fin de conocer e identificar cuál de los tratamientos por variedades muestra diferencia significativa.

Los análisis de datos y estadísticos se realizaron haciendo uso del software Minitab 17 (prueba de comparación de tukey), hojas de cálculo de Excel (para el análisis de varianza) y el software Statistica (para las gráficas de superficie de respuesta y análisis de medias).

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Características del recubrimiento

La transparencia de las películas es un aspecto sensorial muy importante durante el recubrimiento de frutas (Cheng et al., 2019). Se observó que las películas de recubrimiento reportaron valores de transmitancia alrededor de 81% (p-value > 0.05) (Tabla 10), se considera que valores superiores al 90% son considerados transparentes (Iñiguez-Moreno et al., 2021; Schmid et al., 2014), lo que sugiere que las películas podrían ser considerados adecuados para el recubrimiento de palta, cuyos valores de transparencias son 6.939 y 7.332 nm/mm, siendo ligeramente mayor para la formulación F2 (p-value < 0.05).

La diferencia entre el porcentaje de transmitancia se debe a que las cadenas poliméricas del almidón gelatinizado se asocian entre si y tienden a formar una estructura más ordenada, la cual causa turbidez y reduce la transmitancia de luz a través de la dispersión de almidón (Lovedeep *et al.*, 2002); este fenómeno, es conocido como retrogradación. La presencia de los lípidos afecta las propiedades funcionales del almidón como la claridad, al evitar su unión con las moléculas de agua y causar rancidez, y por ende turbidez (Debet y Gidley, 2006), lo cual sucede con el almidón utilizado el cual es de la variedad Huamantanga quien presenta un mayor contenido de lípidos, por tal razón resultan tener menor claridad de la pasta. Otro factor es el contenido de amilosa el cual constituye la región amorfa del granulo, un alto contenido de amilosa en los gránulos grandes indica un menor porcentaje de cristalinidad en comparación con los gránulos pequeños (Ao y Jane, 2007).

Tabla 10

Actividad de agua y transparencia (nm/mm) de las películas

Parámetro	F1				F2				p-value
	\bar{x}	\pm	s	C.V.	\bar{x}	\pm	s	C.V.	
a_w	0.422	\pm	0.006	1.517	0.404	\pm	0.005	1.151	< 0.05
Transmitancia (%)	81.315	\pm	2.617	3.219	83.187	\pm	1.564	1.880	0.26
Transparencia (nm/mm)	6.939	\pm	0.276	3.971	7.332	\pm	0.194	2.643	0.06

La actividad de agua, permite conocer indirectamente la capacidad higroscópica que tienen las películas, debido a los sitios activos receptores de moléculas de agua en su superficie, del mismo modo permite tomar criterios de aspectos microbiológicos (Choque-Quispe et al., 2021; Guldás et al., 2010; Guillard et al., 2004). Se observó que la película con formulación F2 reportó a_w 0.404 ± 0.05 ligeramente menor a F1 (p -value < 0.05), es decir que permitiría retener mayor cantidad de agua debido a la menor presencia de grupos hidrofílicos, impidiendo la difusión de agua debido a la barrera de la película (Kibar et al., 2013; Muscat et al., 2012), esto se debería a la menor presencia de pectina en la formulación.

La a_w constituye el agua disponible para la ejecución de reacciones químicas, enzimáticas y microbiológicas (Rahman y Sablani, 2009). La importancia de evaluar la a_w reside en medir cuantitativamente su tiempo de vida útil y degradabilidad. Productos con una $a_w = 0.3$, serían probablemente susceptibles a la actividad enzimática, que indicaría condiciones de almacenamiento, con un único fin conservar las propiedades propias de las películas, también se podría decir que la degradación de las películas sería principalmente por la acción de enzimas en base a la actividad de agua que presentan (Sifuentes, 2011).

5.2 Evaluación de las propiedades fisicoquímicas

5.2.1 Acidez titulable

Los frutos de palto, presentan valores máximos de acidez de 9.45 % y 9.10% (ácido cítrico) para la variedad Hass y Fuerte respectivamente, correspondiente a los controles al inicio (Tabla 11), mientras que para el tratamiento F1 y F2 reportaron acidez máxima de 8.75 %, lo que corresponde a los dos días de almacenamiento, mientras que para la variedad Fuerte recubierta con F1 y F2 se reportó 8.40 % y 8.05% respectivamente.

Los valores medios se diferencian marcadamente entre variedad, presentando valores ligeramente mayores para la variedad Hass con 7.76 %, 6.60 % y 6.67 % para el control, F1 y F2, respectivamente, mientras que para la variedad Fuerte reportó 5.88 %, 4.71 % y 4.94 % para el control, F1 y F2, respectivamente (Tabla 11).

Tabla 11

Acidez (% de ácido cítrico) de la palta control y recubiertas

	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
Max	9.45	8.75	8.75	9.10	8.40	8.05
Min	6.65	5.08	4.20	3.88	3.03	3.05
Media****	7.76	6.60	6.67	5.88	4.71	4.94
D.S.	0.77	1.14	1.64	1.89	1.60	1.76
C.V. (%)	9.90	17.33	24.64	32.09	33.98	35.61
p-value*	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
p-value**		< 0.05			< 0.05	
p-value***		< 0.05			< 0.05	

Donde D.S. es la desviación estándar, C.V. Coeficiente de variabilidad

*p-value por cada tratamiento (Anexo 8)

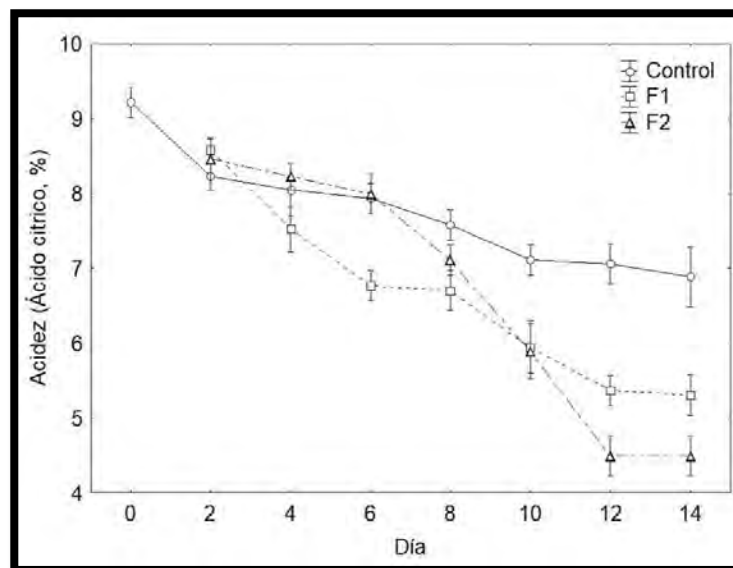
**p-value por comparación de tratamientos (Anexo 8)

***p-value por día de maduración dentro de los tratamientos (Anexo 8)

****Para n = 3

Figura 13

Variación temporal de la acidez para la variedad Hass

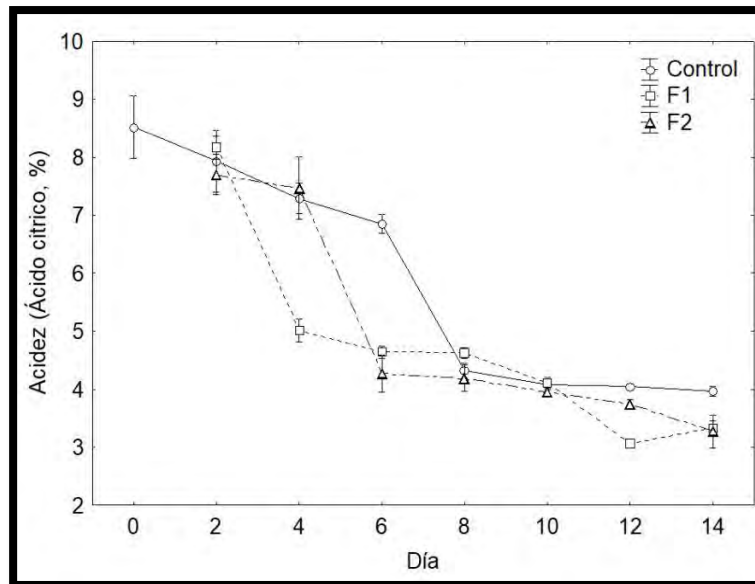


En la Figura 13, se presenta el comportamiento de la acidez para la variedad Hass durante el almacenamiento, se observa que la muestra control reporta menor disminución de la acidez, aunque significativa en el tiempo (p-value < 0.05, Tabla 11), y que el tratamiento con recubrimiento F1 reporto menor disminución de la acidez a

diferencia de la F2, que desde el día 6 inicia un incremento de la acidez hasta el día 12 y de ahí continua constante.

Figura 14

Variación temporal de la acidez para la variedad Fuerte

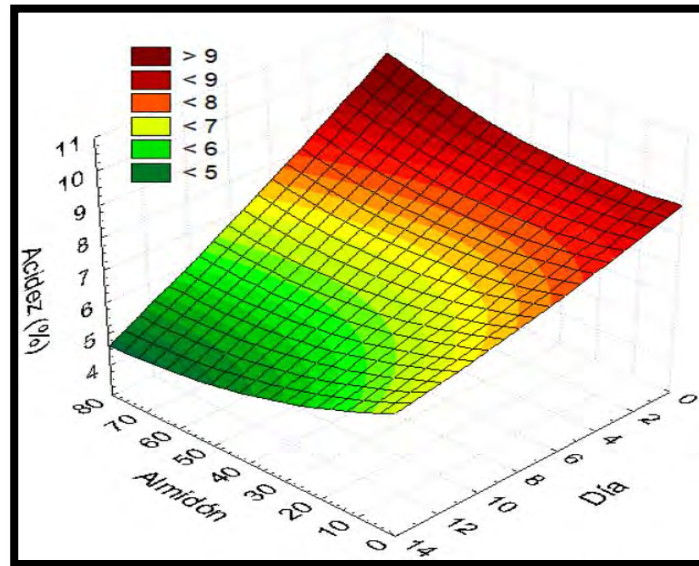


Respecto a la variedad Fuerte, en la Figura 14 se observó disminución de la acidez de las muestras control, F1 y F2, mostrando diferencia significativa entre ellas ($p\text{-value} < 0.05$), no obstante, se aprecia que el control presentó una fuerte disminución en el día 6, mientras que para F1 se observó una fuerte disminución de la acidez en el día 4, y para F2 en el día 6 (Figura 14), este comportamiento es característico de los frutos y vegetales debido a la tasa metabólica que presentan (Osterloh et al. 1996), y coinciden con el inicio de la maduración y la acumulación de azúcares (Botía-Niño et al., 2008).

El hecho de la disminución de la acidez se da a medida que el fruto de la palta madura (Kays, 1997), debido a los ácidos orgánicos presentes en la pulpa de la palta y a la actividad de las deshidrogenasas, se comportan como sustratos para la síntesis de nuevos productos durante la maduración (Kays, 2004), y este comportamiento es más notorio en las paltas recubiertas con las películas comestibles, para ambas variedades, lo que generaría mayor contenido de azúcares en las paltas recubiertas, así como de sustancias volátiles; por lo que las paltas recubiertas ofrecerían mejores ventajas en lo que se refiere a las características sensoriales. (Park et al., 2006, Wills et al., 1998).

Figura 15

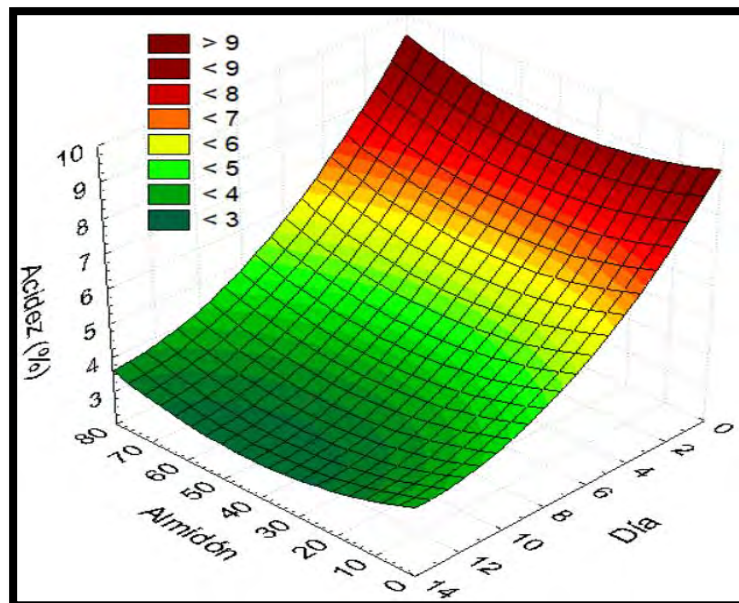
Superficie de respuesta para la acidez en la variedad Hass



En la Figura 15, se observa que la acidez para la variedad Hass disminuye en los frutos recubiertos con las formulaciones de mayor contenido de almidón, del mismo modo con el incremento del tiempo.

Figura 16

Superficie de respuesta para la acidez en la variedad Fuerte



En la Figura 16, se observa para la variedad Fuerte, que la acidez disminuye para los frutos recubiertos con las formulaciones con mayor contenido de almidón, asimismo con el incremento del tiempo.

La adición de almidón de papa en el recubrimiento, permite la disminución de la acidez de la palta de la variedad Hass durante el almacenamiento (Figura 15), el mismo comportamiento presento la variedad Fuerte (Figura 16), esto se debe a que el almidón permite formar películas con una matriz más compacta por lo que la difusión del oxígeno hacia el fruto proveniente del aire circundante es menor.

5.2.2 pH de la pulpa

En cuanto al pH, se observó que el pH de la variedad Hass control oscilo entre 6.00 a 6.80, con una media de 6.27, mientras que la variedad Fuerte control mostro valores entre 6.10 a 6.67, con valor medio de 6.50 (Tabla 12), mostrando diferencia significativa en los días de control (p -value < 0.05); respecto al tratamiento F1 y F2 para la variedad Hass reportaron una media de 6.52 y 6.50 respectivamente, mientras que para la variedad Fuerte se reportó 6.27 y 6.40 respectivamente (p -value < 0.05).

Tabla 12

pH de la palta control y recubiertas

	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
Max	6.80	6.94	6.97	6.67	6.44	6.52
Min	6.00	6.27	6.18	6.10	6.13	6.24
Media****	6.27	6.52	6.50	6.30	6.27	6.40
D.S.	0.25	0.23	0.23	0.19	0.10	0.08
C.V. (%)	3.98	3.45	3.57	3.06	1.59	1.32
p-value*	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
p-value**		< 0.05			< 0.05	
p-value***		< 0.05			< 0.05	

Donde D.S. es la desviación estándar, C.V. Coeficiente de variabilidad

*p-value por cada tratamiento (Anexo 9)

**p-value por comparación de tratamientos (Anexo 9)

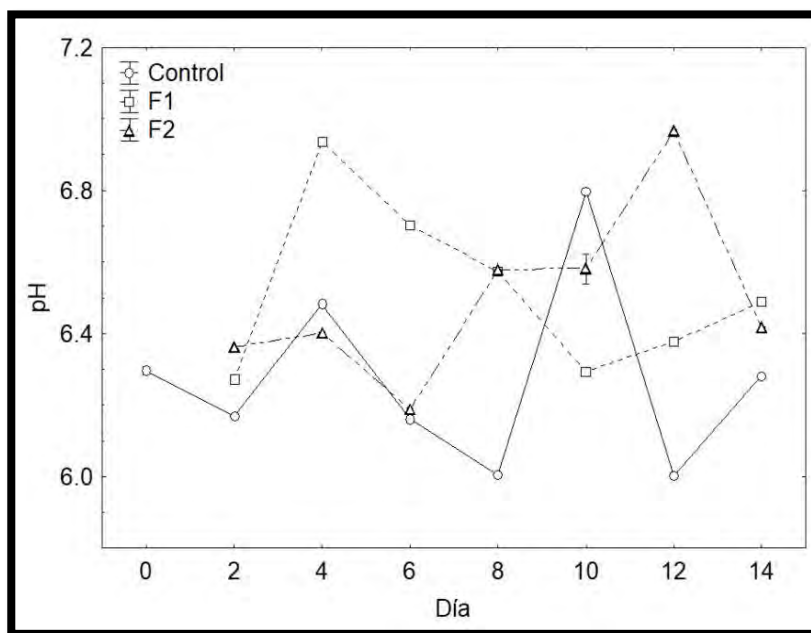
***p-value por día de maduración dentro de los tratamientos (Anexo 9)

****Para $n = 5$

Se observó que los valores de pH para las dos variedades, mostraron variaciones significativas durante el tiempo de maduración (p -value < 0.05,) (Figura 17 y 18), no obstante, el valor medio es ligeramente similar para los tratamientos para las variedades, lo que indica que el recubrimiento permite conservar el pH de los frutos, mientras que para frutos sin recubriendo y en almacenamiento el pH supera valores de 7.10 tal como lo reporto Astudillo-Ordóñez y Rodríguez (2018). Los valores de pH obtenidos en la presente investigación resultaron ser mucho menores a los reportados por (Guerreros, 2017) que fueron entre 7.38 a 7.7 para palta recubiertas con almidón y quitosano.

Figura 17

Variación temporal del pH para la variedad Hass



En la Figura 17 se observa para la variedad Hass, que la muestra sin recubrimiento presenta menores valores de pH con una variación entre los días 8 y 12 de marcada diferencia, mientras que F2 incremento su valor a partir del día 8 hasta el día 12 con una disminución para el día 14, en relación a F1 tuvo un incremento del pH el día 4 iniciando una caída hasta el 10 y manteniéndose hasta el día 12, los cuales son inferiores a los reportados por (Guerreros, 2017).

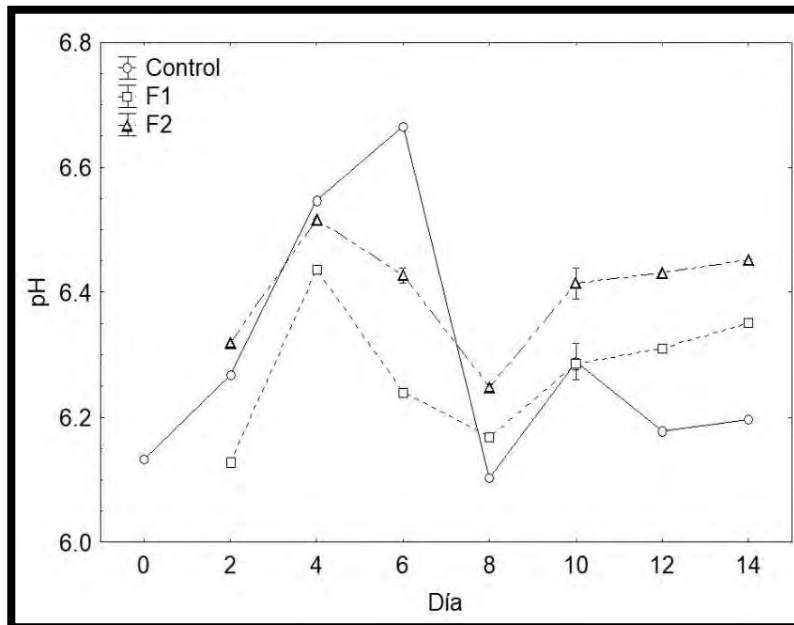
Esto se debe que, al aumentar el estado de madurez, se produce un incremento de pH y una disminución de la acidez, por los ácidos orgánicos que se convierten en azúcares; a medida que la fruta va madurando el pH crece lo que indica la senescencia de la fruta (Chapuel y Reyes, 2019).

El pH aumenta porque la concentración de ácidos orgánicos y también los iones H^+ , y este último tiene mucha importancia porque es parte de la formación de sustratos de sacarosa y glucosa, lo que hace que la concentración vacuolar disminuya en la última fase de maduración, por lo que el pH se ve ligeramente incremente con respecto a los días de almacenamiento de la palta (Diaz, 2019).

En cuanto a la variedad Fuerte en la Figura 18 se observó el incremento de pH hasta el día 4 para los tratamientos F1, F2 y hasta el día 6 para el control, disminuyendo posteriormente hasta valores similares al pH inicial para las 3 muestras en el día 8, y seguidamente se dio un incremento en el pH para el día 10, para luego ser contante en el tiempo de almacenamiento, similar comportamiento fue reportado por Astudillo-Ordóñez y Rodríguez (2018) y (Benítez et al., 2021) para paltas de la variedad Hass.

Figura 18

Variación temporal del pH para la variedad Fuerte

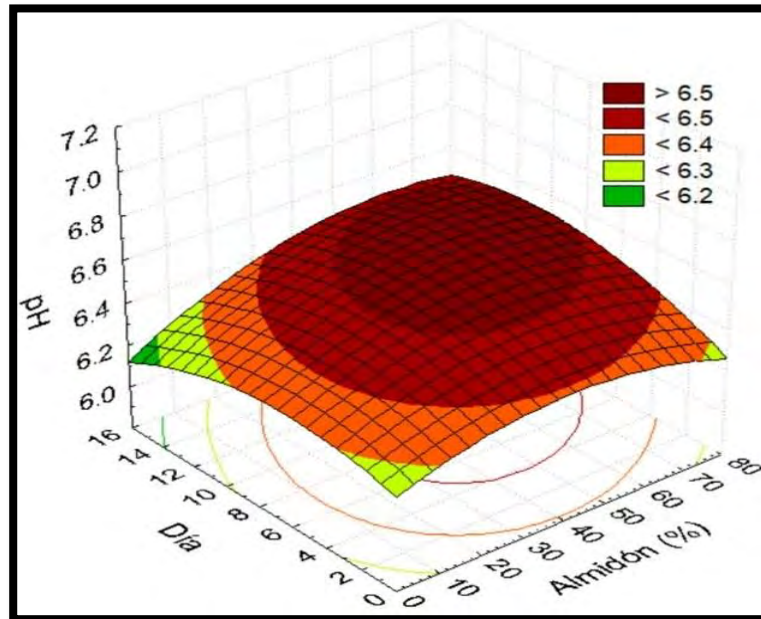


Este comportamiento se debe a que estos frutos durante la etapa de maduración incrementan su pH debido al desarrollo de sustancias ácidas, y que, una vez alcanzado el punto máximo de maduración, estas tienden a disminuir debido a que se consumen en los procesos metabólicos, asimismo actúan como precursores de sustancias volátiles en la palta, por lo que el pH tiende a la neutralidad (Márquez et al., 2014; Buelvas-Salgado et al., 2012).

El incremento del almidón de papa en la formulación de los recubrimientos permite que el pH de los frutos de las dos variedades de palta se incremente considerablemente, tal como se puede muestra en la Figura 19 y 20.

Figura 19

Superficie de respuesta para el pH en la variedad Hass

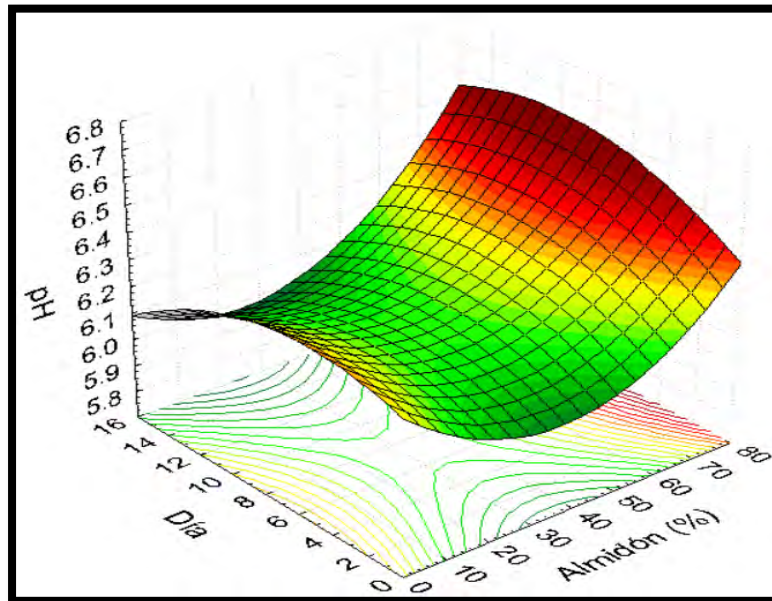


En la Figura 19, se muestra para la variedad Hass, que el pH se incrementa en los frutos recubiertos (para formulaciones con mayor proporción de almidón), de la misma manera sucede con el incremento del tiempo de almacedo.

En la Figura 20, el incremento de almidón en las formulaciones de los recubrimientos, permite incrementar el valor de pH, aunque a medida que transcurre los días de almacenamiento no se evidencia efectos significativos.

Figura 20

Superficie de respuesta para el pH en la variedad Fuerte



La variación del pH postcosecha de los frutos de palto estaría vinculada a la disgregación de la laminilla media en la pared celular; al inhibirse del calcio a la par con el incremento de las grietas de las membranas que ceden cambios en el pH de la pared celular y la liberación de sustancias pécticas unidas al calcio.

Esto debido a que las formulaciones F1 y F2 tienen un alto contenido de almidón, puede ser posible que la adición de este polisacárido estimule la formación de estructuras menos densas que faciliten la permeabilidad de los gases como el CO₂, es decir que a mayor porcentaje de almidón es menos permeable (Aguilar, 2005), los almidones con un alto contenido de amilosa tienden a crear estructuras menos permeables (García *et al.*, 2000).

5.2.3 Sólidos solubles totales de la pulpa

Los sólidos solubles durante los días de almacenamiento, se encuentra en el intervalo de 7.00 a 12.00 °Brix, y media de 8.99 para la palta de la variedad Hass sin recubrimiento (Tabla 13), presentando variación significativa (p -value < 0.05), mientras que para la variedad Fuerte sin recubrimiento se reportó entre 2.50 a 8.00 °Brix, con media de 4.73, y se evidenció variación significativa (p -value < 0.05).

Tabla 13

SST de la palta control y recubiertas

	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
Max	12.00	8.50	11.00	8.00	8.00	8.50
Min	7.00	7.00	7.00	2.50	2.75	2.50
Media	8.99	7.63	8.61	4.73	4.46	4.41
Desviación	1.49	0.43	1.09	1.63	1.47	1.63
C.V.	16.55	5.58	12.68	34.56	32.92	36.89
p-value*	< 0.05	0.1	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
p-value**		< 0.05			< 0.05	
p-value***		< 0.05			0.928	

Donde D.S. es la desviación estándar, C.V. Coeficiente de variabilidad

*p-value por cada tratamiento (Anexo 10)

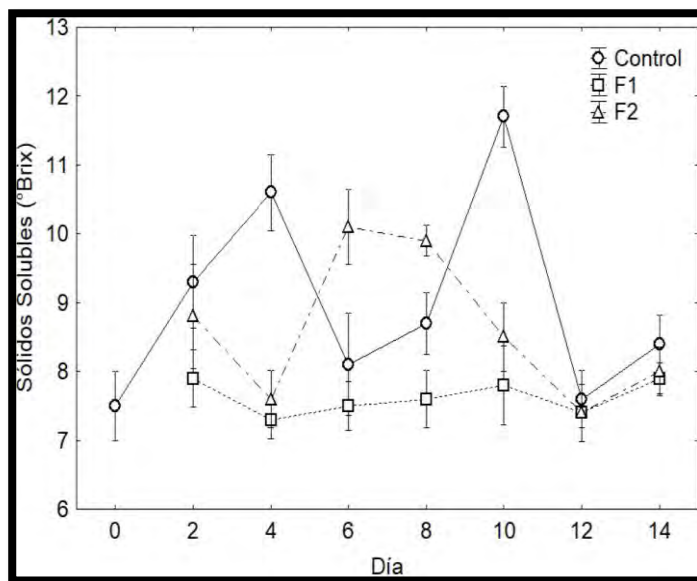
**p-value por comparación de tratamientos (Anexo 10)

***p-value por día de maduración dentro de los tratamientos (Anexo 10)

****Para n = 5

Figura 21

Variación temporal de los SST para la variedad Hass

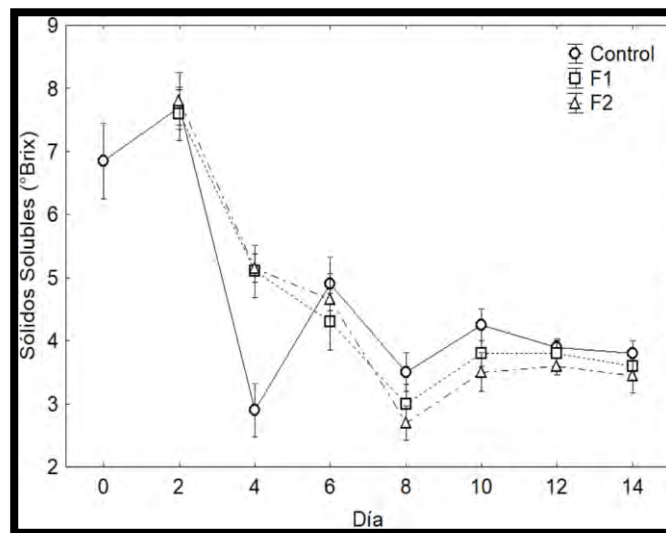


En la Figura 21, para la variedad Hass se observa que los sólidos solubles varían de durante el almacenamiento, F1 y F2 presentaron diferentes comportamiento durante el almacenamiento, F1 se mantuvo estadísticamente constante hasta el día 14, mientras que F2 tuvo variaciones a medida que pasaban los días, y la muestra control

presento comportamiento inverso (p -value < 0.05), a final del tiempo de almacenamiento se observó valores alrededor de 7.0 °Brix, el cual es un valor característico de la variedad Hass (Benítez et al., 2021; Aguirre et al., 2017; González et al., 2017; Bello-Lara et al., 2016), de igual manera para la variedad Fuerte sin recubrimiento presento valores alrededor de 3.75 °Brix al finalizar el tiempo de almacenamiento, los valores son parecidos a los obtenidos por (Marquez et al., 2014). Respecto a la variedad Fuerte Figura 22, las muestras recubiertas mostraron comportamiento similar durante el tiempo de almacenamiento (p -value = 0.928), disminuyendo los sólidos solubles rápidamente en los 8 primeros días de almacenamiento, y en adelante existe ligera variación llegando a valores alrededor de 4 °Brix.; de hecho, el recubrimiento F2, muestra menores valores de sólidos solubles, esto se debe al efecto plastificante del almidón, pues presenta mayor contenido en su formulación, impidiendo mayor pérdida de agua.

Figura 22

Variación temporal de los SST para la variedad Fuerte



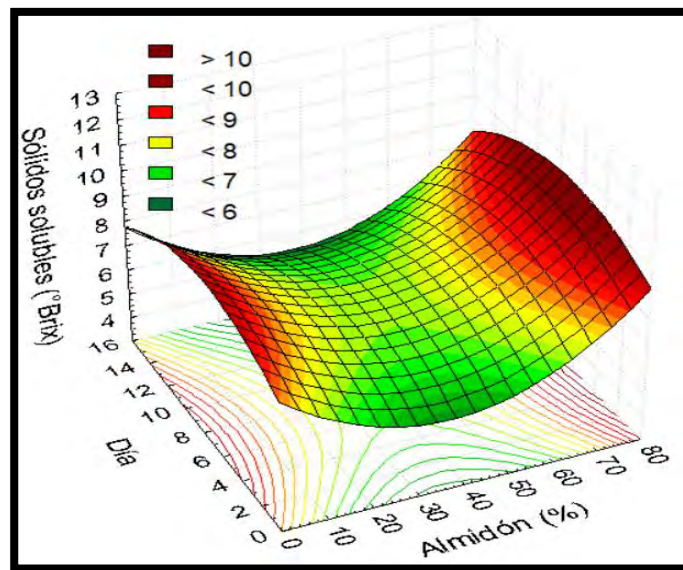
La variación de los sólidos solubles en los frutos de palta, estaría ligado a la actividad enzimática de las α y β amilasas, que hidrolizan almidones a azúcares más simples como disacáridos y monosacáridos (DeMan 1999; Kader 2005); este fenómeno hace notar que la variedad Hass, presenta mayor contenido de carbohidratos pues los sólidos solubles se incrementan entre el día 4 a 10 (Figura 21), mientras que la

variedad Fuerte no muestra ese comportamiento, por el contrario disminuye, siendo este un indicativo del mayor contenido de materia grasa, similar comportamiento fue reportado por Astudillo-Ordóñez y Rodríguez (2018).

Los resultados descritos previamente (Figura 21y 22), en el cual se visualizan la tendencia del control y F1 F2 de la variedad Fuerte, puede que en el control los azúcares o carbohidratos se hayan reducido a sacarosa y a la vez la sacarosa se haya hidrolizado y degradado a través de la enzima sacarosa sintasa (llamada así porque la reacción que cataliza es irreversible) proceso que demoró hasta el día 2. Para los posteriores días la fructuosa y la glucosa quedaron disponibles para que siga su proceso de respiración celular, lo que aceleró el deterioro de la palta al día 14, llegando a perecer (Guerreros, 2017).

Figura 23

Superficie de respuesta para los SST en la variedad Hass

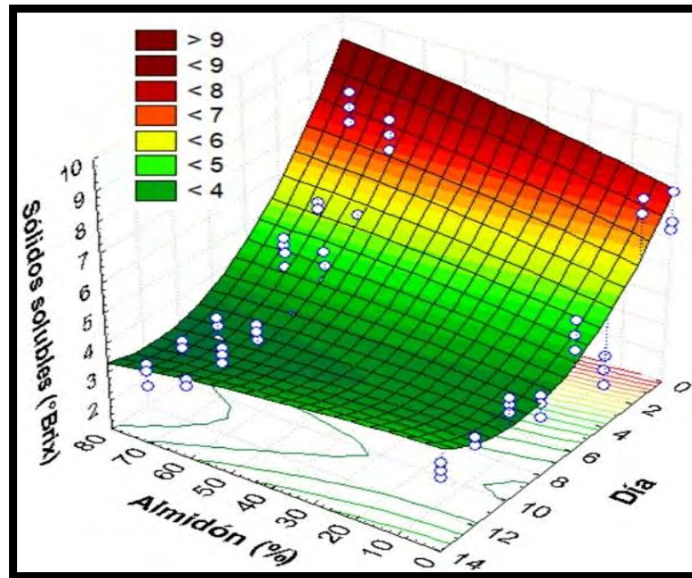


En la Figura 23, se observa que para la variedad Hass, los sólidos solubles totales varían considerablemente en los frutos recubiertos, al igual que para el control y con el incremento de tiempo de almacenamiento.

En la Figura 24, el efecto del almacenamiento influye considerablemente en los sólidos solubles totales para la variedad Fuerte, sin embargo, este no depende del tipo de recubrimiento.

Figura 24

Superficie de respuesta para los SST en la variedad Fuerte



Con respecto de la disminución de los sólidos solubles, estaría relacionado con el efecto protector de los recubrimientos que evitan o minimizan la pérdida de agua (Figura 23 y 24), ya que el hecho de perder humedad favorece la maduración, incrementándose la concentración de azúcares debido al fenómeno de respiración de este fruto climatérico (Buelvas-Salgado *et al.*, 2012; Saucedo *et al.* 2009). La mayoría de los frutos usan el almidón como fuente de almacenamiento de carbono y por consiguiente energía, en cambio la palta almacena carbono tanto en forma de almidón como de lípidos, es tal vez debido a eso último que la palta no acumula tantos azúcares y esto son menores relevantes que los lípidos para el metabolismo (Guerreros, 2017 p, 49). Los recubrimientos permiten la disminución de la respiración acelerado y hace que los sólidos solubles se mantengan, disminuyendo así el proceso de maduración al estar recubiertas con las películas, sim embargo, el recubrimiento como tal no le impide madurar, no altera el desarrollo de azúcares en el fruto, solo los retarda (Chapuel y Reyes, 2019).

5.3 Evaluación de las propiedades fisiológicas

5.3.1 Índice de madurez

En la Tabla 14, se muestra que IM, oscilo entre 0.74 a 1.71 y 0.36 a 1.05 para las muestras control de las variedades Hass y Fuerte respectivamente, asimismo se observó que los valores medios de IM se incrementan significativamente en las muestras recubiertas (p-value < 0.05), del mismo modo se observó alta variabilidad del IM durante el tiempo de maduración, evaluado a través del coeficiente de variación (C.V.).

Tabla 14

Índice de madurez de la palta control y recubiertas

	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
Max	1.71	1.58	1.90	1.05	1.31	1.20
Min	0.74	0.89	0.85	0.36	0.60	0.56
Media	1.18	1.19	1.35	0.83	0.97	0.90
Desviación	0.24	0.21	0.32	0.19	0.19	0.19
C.V.	20.57	17.84	23.82	23.02	19.50	20.69
p-value*	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
p-value**		< 0.05			< 0.05	
p-value***		< 0.05			< 0.05	

Donde D.S. es la desviación estándar, C.V. Coeficiente de variabilidad

*p-value por cada tratamiento (Anexo 11)

**p-value por comparación de tratamientos (Anexo 11)

***p-value por día de maduración dentro de los tratamientos (Anexo 11)

****Para n = 5

La relación del contenido de sólidos solubles totales y la acidez, permite conocer el índice de madurez (IM), y este es un indicador de calidad comercial de los frutos de palta, debido a que permite conocer adecuados atributos de calidad y minimizar los defectos de la postcosecha, siendo un parámetro de decisión en la recolección de los frutos (Escobar et al., 2019).

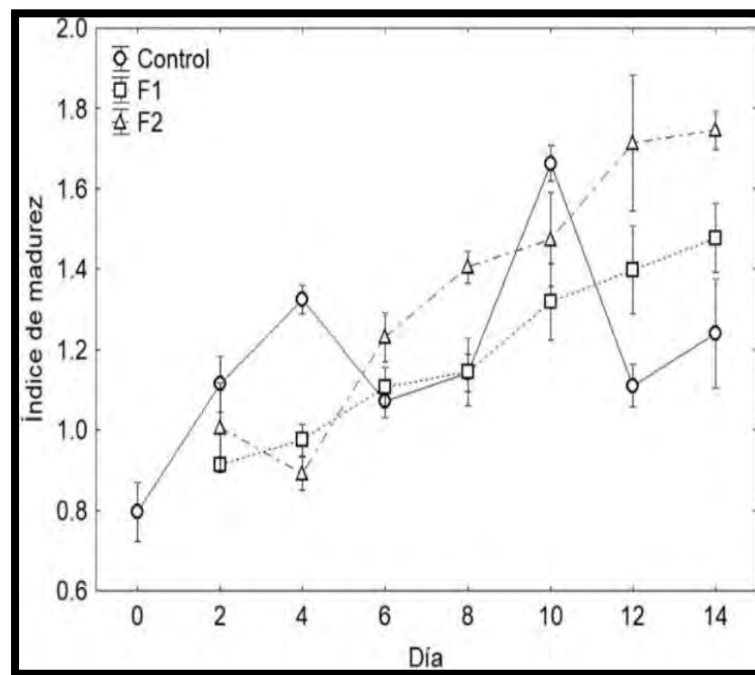
En frutos climatéricos como la palta, el incremento del IM posiblemente ocurre cuando alcanzan la tasa respiratoria máximo y desdoblan rápidamente sus reservas (ácidos

orgánicos) como respuesta a incremento de su metabolismo y en consecuencia el IM se incrementa (Hernández, 2001 p. 13).

La Figura 25, muestra que el IM incrementa significativamente ($p\text{-value} < 0.05$) durante el tiempo de almacenamiento de la variedad Hass, con valores mayores para el tratamiento F2 a partir del día 6 en adelante, sin embargo, los primeros días la muestra control reporta mayor IM. Este fenómeno se debería a la fisiología de maduración de la variedad Hass, el cual está influenciado con la composición de la película, donde a mayor contenido de almidón se incrementa el IM.

Figura 25

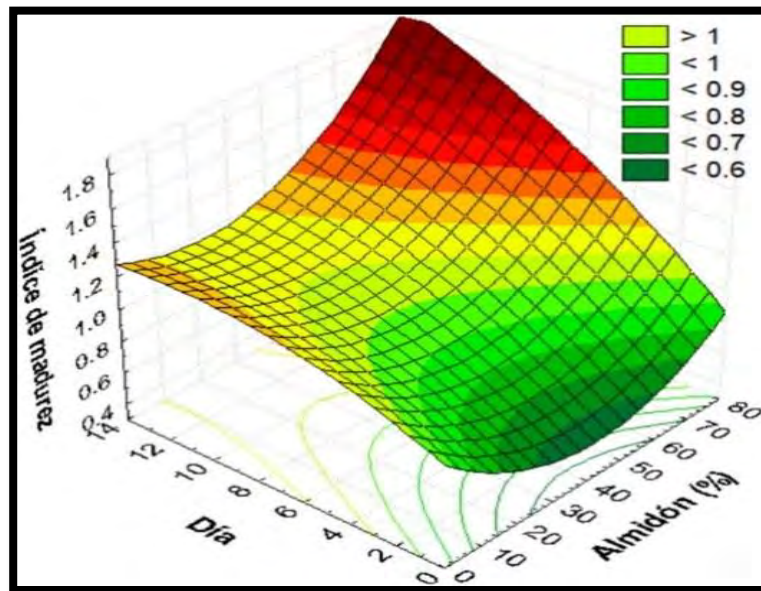
Variación temporal del IM para la variedad Hass



En la figura 26, para formulaciones con mayor contenido de almidón en los recubrimientos y a la vez que pasa el tiempo de almacenado el índice de madurez se incrementa para la variedad Hass.

Figura 26

Superficie de respuesta para el IM en la variedad Hass



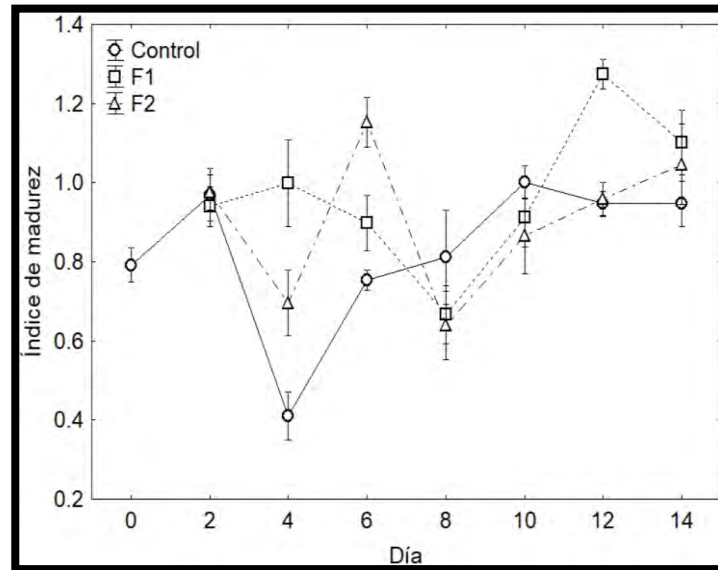
Cuando la palta madura se da una complejidad de cambios bioquímicos como aumentos en la producción de etileno, ablandamiento y desarrollo de componentes de sabor. Esta fruta no llega la madurez de consumo en el árbol, sino después de la cosecha. Este fenómeno parece estar explicado por la presencia de 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 (Guerreros, 2017).

La madurez del fruto está basada en el metabolismo de lípidos, con una rápida acumulación de aceite y de materia seca; el contenido de materia seca se ha determinado como indicador del nivel de madurez fisiológica del fruto de la palta y se han establecido valores mínimos como estándar legal para cada variedad, el mínimo requerido varía de 19 a 25% dependiendo del cultivo (19,0% para 'Fuerte'; 20,8% 'Hass'; 24,2% 'Gwen'). (Guerreros, 2017).

Respecto a la variedad Fuerte (Figura 27), se observó que presenta un ligero incremento de IM, durante el tiempo de almacenamiento, para la muestra control y las recubiertas, aunque al parecer no estaría influenciado significativamente por la composición del recubrimiento.

Figura 27

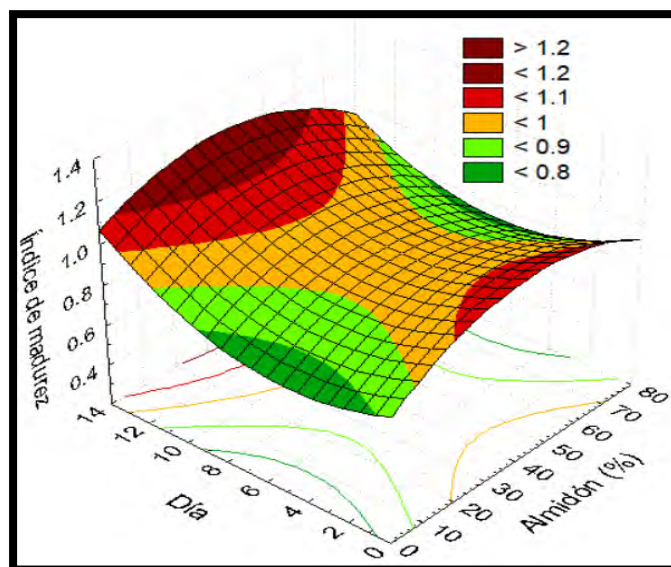
Variación temporal del IM para la variedad Fuerte



Se observó para la variedad Fuerte, que el índice de madurez no se ve influenciado para los frutos recubiertos con las formulaciones con mayor contenido de almidón y con el incremento de tiempo de almacenamiento (Figura 28).

Figura 28

Superficie de respuesta para el IM en la variedad Fuerte



Los recubrimientos a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal, cumplen la función de una barrera semipermeable con la finalidad de reducir la pérdida de humedad, de oxígeno, dióxido de carbono, aromas entre otros (Aguirre, 2015),

5.3.2 Pérdida de peso

En la Tabla 15, se muestra los resultados de la pérdida de peso durante el almacenamiento, se observó diferencias significativas para las muestras control y recubiertas con F1 y F2 para ambas variedades (p -value < 0.05), así mismo se reportó que los frutos de palta recubiertos con la formulación F2 reportaron menor pérdida con una media de 5.19% para la variedad Hass, mientras que en la variedad Fuerte fue 3.79%, mientras que las muestras control reportaron pérdidas promedio de 6.64% y 4.38% respectivamente.

Tabla 15

Pérdida de peso (%) de la palta control y recubiertas

	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
Max	7.25	5.81	5.67	5.10	4.16	4.04
Min	6.03	4.85	4.71	4.56	3.62	3.55
Media	6.64	5.33	5.19	4.83	3.89	3.79
Desviación	0.66	0.53	0.53	0.30	0.30	0.26
C.V. (%)	9.98	9.90	10.12	6.18	7.65	6.97
p-value*	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
p-value**		0.150			0.817	
p-value***		< 0.05			< 0.05	

Donde D.S. es la desviación estándar, C.V. Coeficiente de variabilidad

*p-value por cada tratamiento (Anexo 12)

**p-value por comparación de tratamientos (Anexo 12)

***p-value por día de maduración dentro de los tratamientos (Anexo 12)

****Para $n = 3$

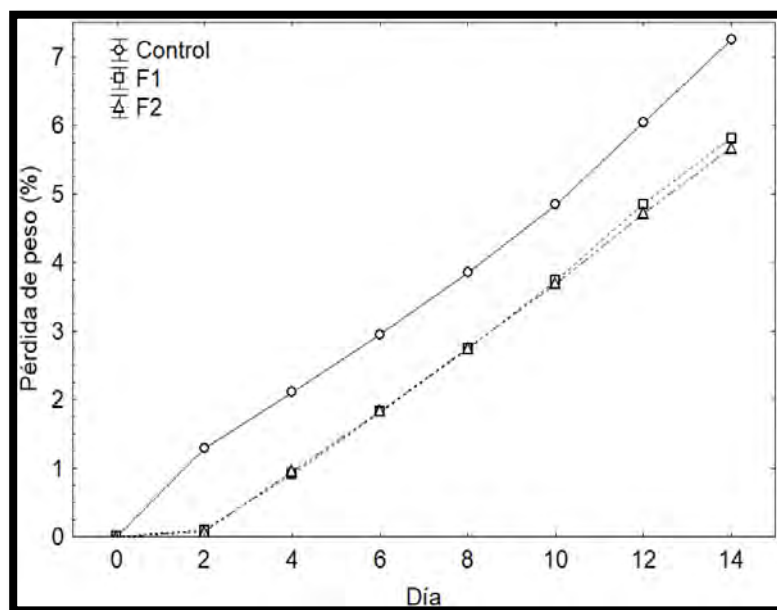
Generalmente las frutas y vegetales están constituidos principalmente por agua, en consecuencia, la pérdida de peso, está directamente relacionada con la disminución en el contenido de humedad. Las frutas y vegetales pierden agua debido al mecanismo de difusión del vapor de agua, los recubrimientos elaborados a partir de productos

biodegradables aplicados sobre los frutos climatéricos funcionan como una protección a la difusión del vapor de agua, generando menor pérdida de humedad (Díaz, 2019 p. 55)

Bello-Lara *et al* (2016) y Solis *et al.*, (2015) reportaron que la reducción de peso de 11% a los 18 días de almacenado para palta recubierta con películas a partir de almidón de yuca, Maftoonazad y Ramaswamy, (2005) reporto 7% en 10 días, al recubrir con película elaborado con celulosa, Tesfay y Magwaza (2017), indicó perdidas alrededor de 2% a los 14 días para variedades Fuerte y Hass recubiertas con películas de moringa, asimismo Iñiguez-Moreno *et al.*, (2021), reportaron alrededor de 3% en 12 días con recubrimiento de alginato de sodio, mientras que Careli-Gondim *et al.*, 2020 encontraron perdidas de peso alrededor de 6% con recubrimientos elaborados con harina de arroz durante 9 días, del mismo modo Aguirre-Joya *et al.*, (2017) reportaron pérdidas del 2% en promedio a los 21 días para paltas con recubrimiento elaborados con pectina cítrica.

Figura 29

Variación temporal de la pérdida de peso para la variedad Hass



En la Figura 29, se muestra la variación temporal en la pérdida de peso para la variedad Hass, con las formulaciones F1, F2 y la muestra control, donde se observa que en los dos primeros días no hubo una pérdida de peso significativa, para el día 4

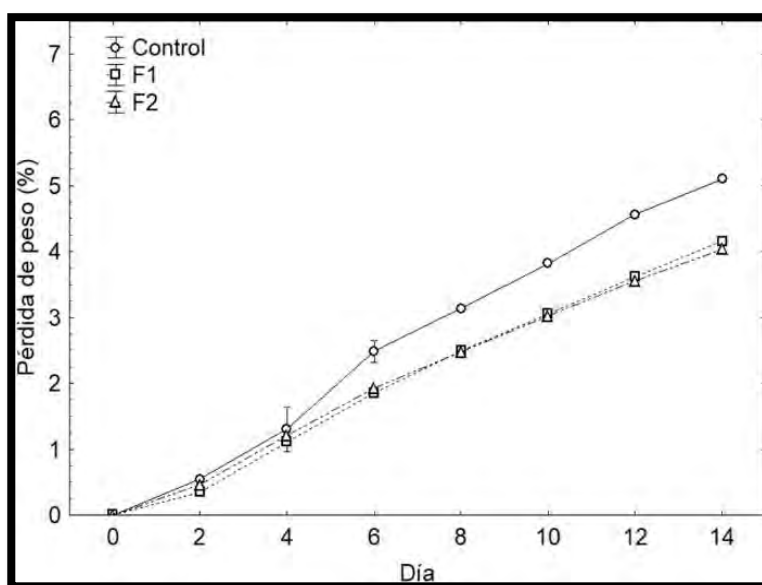
inicia la pérdida de peso para las 3 muestras que va en ascendencia hasta el día 14, y tienen similar comportamiento.

La pérdida de peso de la palta durante el almacenamiento se debe principalmente a la pérdida de humedad, debido al gradiente de presión de vapor de agua, entre el fruto y el ambiente, así mismo a la actividad celular y procesos fisiológicos del fruto (Careli-Gondim et al., 2020; Iñiguez-Moreno et a., 2020; Aguirre-Joya et al., 2017). Estos pueden disminuirse a través del uso de barreras como las películas, impidiendo la transpiración, y el intercambio de gases en el fruto con el ambiente (Cenobio-Galindo et al., 2019, Careli-Gondim et al., 2020), aunque podrían estar afectados por la temperatura y humedad relativa ambiental (Cazón et al., 2017; Maftoonazad y Ramaswamy, 2005).

Los recubrimientos biodegradables al estar en contacto con la superficie del fruto funcionan como barrera a la difusión del vapor de agua, lo que genera menores tasas de pérdida de humedad, sin embargo, según pasan los días de almacenamiento la pérdida de peso se incrementa, esto a causa de que la palta tiene una tasa de respiración y va perdiendo agua a medida que va acercándose la madurez (Díaz, 2019).

Figura 30

Variación temporal de la pérdida de peso para la variedad Fuerte

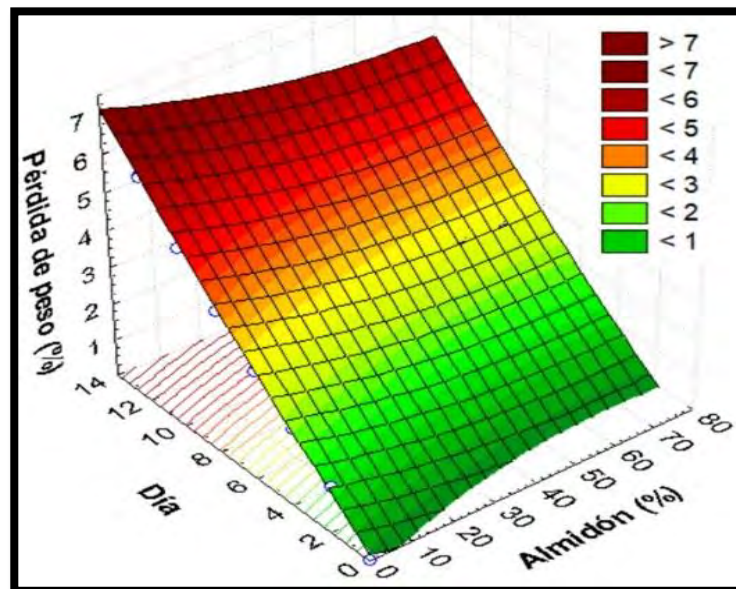


En la Figura 30 se verifica la variación temporal de la pérdida de peso para la variedad Fuerte, con las formulaciones F1, F2 y la muestra control, donde se observa el incremento de la pérdida de forma ascendente desde el día 2 para las 3 muestras que va en ascendencia hasta el día 14, y tienen similar comportamiento.

En la Figura 31, se comprueba para la variedad Hass, que no se ve influenciado la pérdida de peso en los frutos recubiertos con las formulaciones con mayor contenido de almidón y con el incremento de tiempo de almacenamiento, esto indica que el almidón ofrece buena impermeabilidad al agua, ofreciendo mejor barrera.

Figura 31

Superficie de respuesta para la pérdida de peso en la variedad Hass



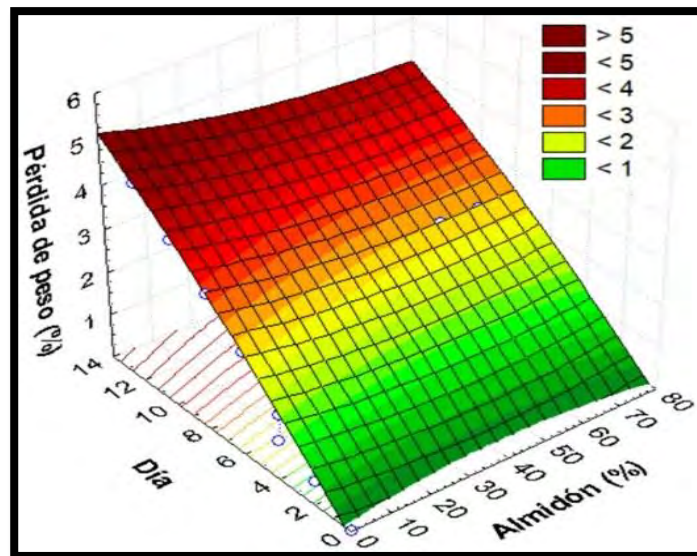
Ben y Rodov (2003), señalan que algunos de los principales factores de la pérdida de peso postcosecha son la humedad, la temperatura, la presión y el movimiento de aire, que determinan la magnitud de la fuerza impulsora trasnspiracional, es decir, el gradiente de agua potencial entre el producto y su entorno.

La disminución de la pérdida de peso se debe a los componentes del recubrimiento, que actúan como una barrera semipermeable contra el oxígeno y la humedad, generando así la reducción de la respiración, de las reacciones de oxidación y la pérdida de agua, ocasionando la migración de agua de la parte interna de la fruta al ambiente circundante Apaza (2020).

En la figura 32, se evidencia para la variedad Fuerte, que la pérdida de peso no se ve influenciado para las paltas recubiertas con las formulaciones con mayor contenido de almidón y con el incremento de tiempo de almacenamiento.

Figura 32

Superficie de respuesta para la pérdida de peso en la variedad Fuerte



Del mismo modo la pérdida de peso afecta considerablemente a los productores, comercializadores, y exportadores, lo que se traduce en pérdida económica, llegando en muchos casos hasta el 60% del peso total, además de la pérdida de la calidad sensorial de los frutos de palta (Jafarzadeh et al., 2021; Kubheka et al., 2020; Opara y Mditshwa, 2013).

Aguilar *et al.*, (2008), mencionan que la pérdida de peso en las frutas no debe superar el 10 %, al estar sobre estos valores se ve afectada la apariencia y por consiguiente se ve disminuido el valor comercial del fruto, en el presente estudio ninguno de los frutos con recubrimiento biodegradable rebasa dicho valor; la pérdida de peso con diferencia marcada siempre fue el control para la variedad Hass y Fuerte con valores de 7 y 5 % respectivamente, lo que podría significar que los recubrimientos trabajaron efectivamente como una barrera contra el vapor de agua.

5.3.3 Color del fruto

Tabla 16

Color de la palta de la variedad Fuerte

Día	L*				a*				b*				IC*				ΔE*				Color Referencial	
	\bar{x}	±	s	C.V.	\bar{x}	±	s	C.V.	\bar{x}	±	s	C.V.	\bar{x}	±	s	C.V.	**	\bar{x}	±	s		C.V.
Control																						
0	32.90	±	0.78	2.37	-17.30	±	1.15	6.67	55.77	±	0.21	0.37	-9.42	±	0.45	4.79	a					
2	32.73	±	0.32	0.98	-18.73	±	0.70	3.75	57.10	±	0.56	0.98	-10.03	±	0.54	5.40	a	2.34	±	0.52	22.25	
4	24.97	±	0.21	0.83	-16.23	±	0.15	0.94	61.83	±	0.31	0.49	-10.52	±	0.17	1.62	a,b	10.09	±	0.98	9.68	
6	22.23	±	0.38	1.70	-13.83	±	0.25	1.82	56.97	±	0.29	0.51	-10.93	±	0.40	3.65	a,b	11.33	±	0.80	7.03	
8	21.07	±	0.25	1.19	-13.67	±	0.51	3.75	53.87	±	0.47	0.88	-12.05	±	0.61	5.06	b,c	12.57	±	1.15	9.18	
10	19.80	±	0.70	3.54	-13.93	±	0.25	1.81	51.07	±	0.35	0.69	-13.79	±	0.27	1.95	c,d	14.35	±	0.65	4.55	
12	17.83	±	0.49	2.77	-12.60	±	0.44	3.46	50.67	±	1.06	2.09	-13.95	±	0.38	2.71	d	16.67	±	1.22	7.29	
14	17.63	±	0.50	2.85	-12.93	±	0.15	1.18	51.83	±	0.50	0.97	-14.16	±	0.60	4.22	d	16.39	±	1.19	7.25	
16	15.37	±	0.31	1.99	-11.59	±	0.50	4.28	52.07	±	0.40	0.78	-14.48	±	0.40	2.76	d	18.81	±	0.81	4.31	
18	12.93	±	0.38	2.93	-9.93	±	0.51	5.17	53.23	±	0.42	0.78	-14.45	±	1.25	8.63	d	21.45	±	1.17	5.47	
20	10.87	±	0.21	1.92	-8.40	±	0.36	4.29	53.37	±	0.67	1.25	-14.50	±	0.94	6.51	d	23.90	±	0.97	4.08	
F1																						
0	36.17	±	0.75	2.08	-17.77	±	1.38	7.77	55.00	±	0.78	1.42	-8.92	±	0.40	4.44	a					
2	36.27	±	0.42	1.15	-17.87	±	0.40	2.26	51.70	±	0.40	0.77	-9.53	±	0.08	0.82	a,b	3.73	±	0.62	16.71	
4	34.83	±	0.31	0.88	-17.77	±	0.40	2.27	50.97	±	0.32	0.63	-10.01	±	0.37	3.73	a,b	4.46	±	1.03	23.16	
6	33.77	±	0.31	0.90	-17.80	±	0.26	1.49	50.70	±	0.36	0.71	-10.40	±	0.21	2.01	a,b	5.13	±	0.80	15.52	
8	33.13	±	0.59	1.77	-15.83	±	0.25	1.59	43.73	±	0.45	1.03	-10.93	±	0.08	0.69	b,c	11.87	±	1.08	9.09	
10	30.13	±	0.60	2.00	-14.67	±	0.46	3.15	40.77	±	0.46	1.13	-11.95	±	0.54	4.55	c,d	15.80	±	1.83	11.59	
12	27.27	±	0.45	1.65	-13.13	±	0.21	1.59	38.17	±	0.40	1.06	-12.62	±	0.27	2.11	d	19.62	±	1.06	5.40	
14	25.27	±	0.57	2.25	-12.00	±	0.44	3.63	37.23	±	0.64	1.73	-12.77	±	0.83	6.53	d	21.68	±	0.90	4.13	
16	22.23	±	0.45	2.03	-10.67	±	0.51	4.81	37.03	±	0.67	1.80	-12.96	±	0.65	5.02	d	23.85	±	1.63	6.85	
18	18.13	±	0.55	3.04	-8.90	±	0.26	2.97	37.03	±	0.21	0.56	-13.27	±	0.76	5.71	d	26.98	±	1.38	5.11	
20	18.00	±	0.26	1.47	-9.00	±	0.36	4.01	37.13	±	0.35	0.95	-13.47	±	0.78	5.78	d	26.97	±	1.49	5.53	
F2																						
0	36.80	±	0.40	1.09	-19.00	±	0.26	1.39	57.03	±	0.67	1.17	-9.05	±	0.19	2.07	a					
2	36.20	±	0.44	1.20	-18.97	±	0.21	1.10	56.73	±	0.21	0.37	-9.24	±	0.15	1.58	a	1.08	±	0.21	19.81	
4	34.23	±	0.46	1.35	-18.80	±	0.53	2.81	57.73	±	0.60	1.04	-9.51	±	0.29	3.05	a,b	2.84	±	0.89	31.39	
6	33.70	±	0.26	0.79	-15.77	±	0.29	1.83	46.70	±	1.73	3.71	-10.03	±	0.55	5.44	a,b	11.32	±	1.58	13.93	
8	33.20	±	0.36	1.09	-15.47	±	0.32	2.08	46.37	±	0.59	1.26	-10.05	±	0.36	3.54	a,b	11.80	±	0.30	2.56	
10	31.60	±	0.44	1.38	-14.87	±	0.21	1.40	45.83	±	0.55	1.20	-10.27	±	0.23	2.24	b,c	13.03	±	0.37	2.82	
12	29.30	±	0.66	2.24	-14.23	±	0.51	3.61	43.67	±	0.90	2.07	-11.13	±	0.52	4.69	c,d	16.07	±	1.28	7.99	
14	26.60	±	0.40	1.50	-13.70	±	0.35	2.53	45.53	±	1.05	2.31	-11.31	±	0.07	0.62	d,e	16.28	±	1.19	7.30	
16	20.93	±	0.32	1.54	-10.90	±	0.26	2.43	44.13	±	1.27	2.88	-11.80	±	0.24	2.00	d,e	22.00	±	1.41	6.39	
18	18.77	±	0.31	1.63	-9.83	±	0.06	0.59	43.30	±	0.46	1.06	-12.10	±	0.28	2.29	d,e	24.45	±	0.46	1.87	
20	18.17	±	0.42	2.29	-9.67	±	0.42	4.31	43.70	±	0.61	1.39	-12.18	±	0.56	4.58	e	24.76	±	0.47	1.91	

**Evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia (Anexo 14)

Los resultados del color de los frutos de palta recubiertas y control de la variedad Fuerte se muestran en la Tabla 16, se observó para la variedad Fuerte que la luminosidad L*, disminuye considerablemente de 32.90 ± 0.78 el día cero, hasta 10.87

± 0.21 al día 20 de almacenamiento, con tendencia a colores grises, mientras que para las muestras recubiertas con F1 y F2, se observó valores ligeramente mayores en el día cero, y menor disminución al día 20, esto se debería a que los recubrimientos otorgan mayor brillo a los frutos en el día inicial.

En cuanto al croma a^* para la variedad Fuerte, se observó que incrementó con similar tendencia para las muestras de palta control y recubiertas (Tabla 16), es decir adquieren mayor tonalidad verde oscuro durante el tiempo de almacenamiento, mientras que el croma b^* disminuyó ligeramente para la muestra control (Tabla 16), seguido de las muestras recubiertas con F2, mientras que con F1 sucede mayor disminución al día 20 de almacenamiento.

El descenso de los valores de L^* en los frutos testigo fue mayor que en los frutos con recubrimiento biodegradable. Las paltas tratadas con los recubrimientos presentaron menores valores que el fruto control, el comportamiento de este parámetro colorimétrico nos indica que hubo una pérdida de brillantez en las paltas, a medida que paso el tiempo de almacenamiento (Aguilar, 2005).

En cuanto a la variedad Hass, se observó que L^* disminuye considerablemente para la muestra control después de 20 días de almacenamiento hasta valores 6.00 ± 0.17 , mientras que F1 y F2 reportaron disminución de 29.80 ± 0.52 a 9.10 ± 0.20 y de 29.70 ± 0.26 a 7.47 ± 0.15 (Tabla 18), presentando mayor L^* que el control al día 20.

Respecto al croma a^* en la variedad Hass, se observó que se incrementa para la muestra control de -15.77 ± 0.45 a 1.63 ± 0.15 , del mismo modo ocurre para las muestras recubiertas (Tabla 18), es decir sucede un cambio considerable de verde a tendencia roja. En cuanto al croma b^* , se apreció que considerablemente para la muestra control y recubierta con F1, aunque ligeramente para F2. Los valores de a^* negativos, indican tendencia de tonalidad verde, esto podría estar asociado a la presencia de clorofila b (presenta un grupo 3-metilo), y el incremento de este parámetro, indicaría degradación debido a la acción enzimática, produciéndose fitol y clorofilila (Olivares et al., 2020; Vincent et al., 2020; Xoca-Orozco et al., 2019; Yang et al., 2009), esto se manifiesta en ambas variedades, aunque con mayor énfasis en la variedad Hass, debido a que a^* adquiere valores positivos (Tabla 17 y 18), siendo un

comportamiento característico para estas variedad recubiertas y naturales (García y Davidov-Pardo, 2021; Iñiguez-Moreno *et al.*, 2021; Cenobio-Galindo *et al.*, 2019; Solís *et al.*, 2015; Maftoonazad y Ramaswamy, 2005).

Tabla 17

Color de la palta de la variedad Hass

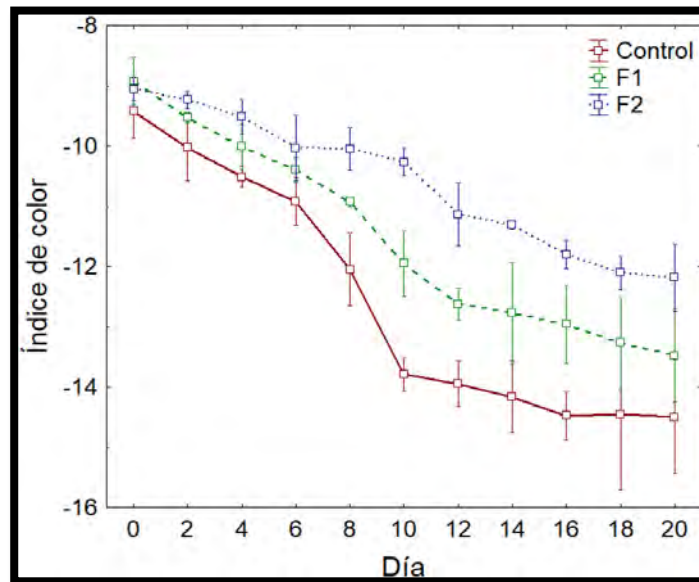
Día	L*				a*				b*				IC*				ΔE*				Color Referencial
	\bar{x}	±	s	C.V.	\bar{x}	±	s	C.V.	\bar{x}	±	s	C.V.	\bar{x}	±	s	C.V.	**	\bar{x}	±	s	
Control																					
0	29.73	±	0.51	1.73	-15.77	±	0.45	2.86	55.10	±	0.61	1.10	-9.62	±	0.20	2.11	f,g				
2	26.60	±	0.46	1.72	-15.80	±	0.20	1.27	50.07	±	0.15	0.31	-11.86	±	0.09	0.77	g	5.99	±	0.48	8.01
4	22.83	±	0.21	0.91	-13.50	±	0.61	4.51	46.60	±	0.30	0.64	-12.69	±	0.72	5.64	g	11.21	±	0.76	6.79
6	19.83	±	0.55	2.78	-10.63	±	0.55	5.18	43.53	±	0.45	1.04	-12.31	±	0.42	3.41	g	16.10	±	1.02	6.35
8	19.73	±	0.80	4.06	-8.77	±	0.50	5.74	43.77	±	0.35	0.80	-10.15	±	0.27	2.62	g	16.70	±	1.20	7.21
10	18.70	±	0.50	2.67	-4.07	±	0.25	6.19	42.33	±	0.47	1.12	-5.13	±	0.13	2.47	e,f	20.54	±	0.78	3.77
12	14.17	±	0.35	2.48	-0.53	±	0.06	10.83	22.17	±	0.71	3.20	-1.70	±	0.10	6.16	e	39.49	±	0.61	1.54
14	12.10	±	0.20	1.65	1.47	±	0.12	7.87	11.40	±	0.46	4.02	10.63	±	0.67	6.31	d	50.18	±	0.66	1.32
16	6.93	±	0.35	5.07	1.33	±	0.12	8.66	11.10	±	0.17	1.56	17.34	±	1.50	8.67	c	52.43	±	0.64	1.22
18	5.80	±	0.40	6.90	1.47	±	0.12	7.87	6.60	±	0.36	5.46	38.44	±	3.42	8.89	b	56.77	±	0.75	1.32
20	6.00	±	0.17	2.89	1.63	±	0.15	9.35	6.07	±	0.25	4.15	44.89	±	3.80	8.47	a	57.19	±	0.53	0.93
F1																					
0	29.80	±	0.52	1.74	-18.63	±	0.40	2.17	55.20	±	0.56	1.01	-11.33	±	0.48	4.22	f				
2	26.50	±	0.26	1.00	-17.27	±	0.45	2.61	55.47	±	0.25	0.45	-11.75	±	0.40	3.38	f	3.70	±	0.27	7.35
4	25.33	±	0.06	0.23	-16.67	±	0.55	3.30	51.23	±	0.47	0.92	-12.84	±	0.56	4.34	f,g	6.32	±	0.39	6.17
6	21.63	±	0.64	2.97	-14.10	±	0.40	2.84	43.83	±	0.42	0.95	-14.88	±	0.70	4.69	h	14.72	±	0.49	3.36
8	20.43	±	1.07	5.23	-11.90	±	0.40	3.36	40.07	±	0.55	1.37	-14.55	±	0.36	2.46	g,h	19.07	±	0.29	1.50
10	17.80	±	0.30	1.69	-8.20	±	0.26	3.23	39.00	±	0.46	1.18	-11.81	±	0.23	1.97	f	22.71	±	0.69	3.03
12	16.70	±	0.46	2.74	-3.97	±	0.15	3.85	28.87	±	0.81	2.82	-8.24	±	0.42	5.04	e	32.87	±	0.78	2.37
14	15.00	±	0.36	2.40	-2.07	±	0.15	7.39	21.83	±	0.55	2.52	-6.30	±	0.25	3.99	d	40.09	±	0.54	1.34
16	11.77	±	0.67	5.66	0.93	±	0.06	6.19	13.80	±	0.56	4.03	5.75	±	0.17	2.96	c	49.22	±	0.83	1.68
18	10.23	±	0.40	3.95	1.17	±	0.12	9.90	10.37	±	0.15	1.47	11.00	±	0.94	8.57	b	52.77	±	0.58	1.09
20	9.10	±	0.20	2.20	1.20	±	0.10	8.33	9.20	±	0.26	2.88	14.35	±	1.29	8.99	a	54.20	±	0.46	0.84
F2																					
0	29.70	±	0.26	0.89	-18.17	±	0.68	3.75	47.90	±	0.44	0.91	-12.78	±	0.67	5.21	e				
2	27.80	±	0.26	0.95	-18.40	±	0.69	3.77	47.30	±	0.46	0.97	-13.99	±	0.53	3.80	e,f,g	2.31	±	0.16	7.06
4	25.67	±	0.21	0.81	-16.20	±	0.46	2.83	46.80	±	0.82	1.75	-13.49	±	0.24	1.80	e,f	4.71	±	0.23	4.90
6	21.13	±	0.21	0.99	-14.73	±	0.71	4.82	46.97	±	0.61	1.30	-14.84	±	0.48	3.22	f,g,h	9.31	±	0.42	4.54
8	20.17	±	0.93	4.61	-13.63	±	0.50	3.69	42.00	±	0.46	1.09	-16.15	±	1.48	9.18	h	12.10	±	0.60	4.95
10	18.23	±	0.42	2.28	-11.97	±	0.42	3.48	41.93	±	0.49	1.18	-15.66	±	0.64	4.12	g,h	14.36	±	0.46	3.22
12	17.37	±	0.51	2.95	-8.13	±	0.47	5.81	36.10	±	0.53	1.47	-12.98	±	0.71	5.45	e,f	19.81	±	0.44	2.20
14	13.33	±	0.15	1.15	-2.93	±	0.15	5.21	32.13	±	0.25	0.78	-6.85	±	0.45	6.62	d	27.37	±	0.31	1.13
16	9.80	±	0.60	6.12	0.63	±	0.06	9.12	27.47	±	0.65	2.37	2.35	±	0.17	7.10	c	34.17	±	0.18	0.52
18	7.87	±	0.31	3.88	0.93	±	0.06	6.19	20.77	±	0.31	1.47	5.71	±	0.12	2.06	b	39.72	±	0.40	1.00
20	7.47	±	0.15	2.05	1.33	±	0.12	8.66	20.60	±	0.66	3.18	8.67	±	0.63	7.31	a	40.26	±	0.54	1.35

** Evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia (Anexo 14)

En la Tabla 16 y 17 se muestran valores de a^* estuvieron siempre más negativos en las paltas recubiertas que en los controles; conociendo que a^* los valores positivos son de color rojo-verde y verde para valores negativos, los resultados obtenidos deducen que los recubrimientos tienen un efecto protector en el mantenimiento de la clorofila de la cáscara de las paltas con recubrimiento (Aguilar, 2005).

Figure 33

Variación del índice de color para la Variedad Fuerte



En la Figura 33 se observa que, para la variedad Fuerte, durante el almacenamiento la muestra control oscilo entre -9.42 ± 0.45 a -14.50 ± 0.94 , mientras que para el tratamiento con F1 oscilo entre -8.92 ± 0.40 a -13.47 ± 0.78 , y para F2 entre -9.05 ± 0.19 a -12.80 ± 0.56 (Tabla 16), presentando tendencia al verde oscuro, y que esta es más pronunciada a partir del día 10.

El croma b^* disminuye considerablemente para las dos variedades, control y recubiertas, esto estaría asociado a la presencia de la clorofila a (presenta un grupo 3-formilo) (Garcia et al., 2022; Vincent et al., 2020; Aguilar-Méndez et al., 2008), de tonalidad azul, y que conforme el fruto se almacena durante el tiempo esta totalidad se atenúa, del mismo modo se sintetizarían y degradan paralelamente pigmentos carotenoides dando esa coloración oscura al fruto (Careli-Gondim et al., 2020; Villa-Rodríguez et al., 2011; Islam et al. 1996).

Figura 34

Imágenes de la variación del índice de color para la variedad Fuerte



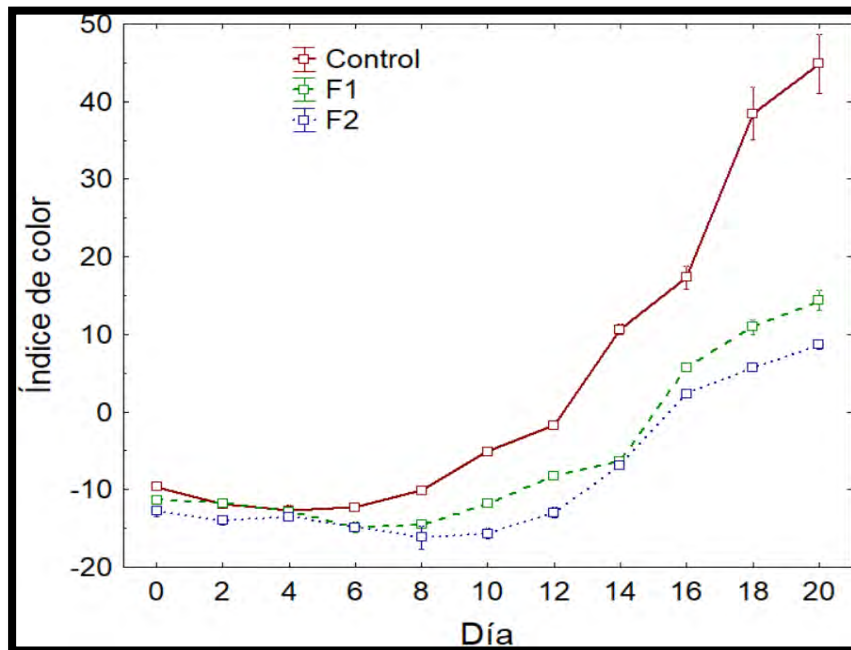
Por otra parte, el índice de color, permite evidenciar la tendencia del color en general (Hadimani y Mittal, 2019), valores entre -20.0 a -2.0 indican tendencia del verde profundo al verde amarillento.

En cuanto a la variedad Hass, se observó que el índice de color se incrementa de valores negativos a positivos, es decir de alrededor de -10 que implica color verde intenso a rojo intenso ($IC > 20$) (Tabla 17), principalmente para la muestra control, mientras que para las muestras recubiertas se reportó valores alrededor de +10 (Figura 35). Esta tonalidad es característica de la variedad Hass en su estado de madurez (Figura 36).

En la Figura 35 se observa que, para la variedad Hass, durante el almacenamiento la muestra control oscilo entre -9.62 ± 0.20 a 44.89 ± 3.80 , mientras que para el tratamiento con F1 oscilo entre -11.33 ± 0.48 a 14.35 ± 1.29 , y para F2 entre -12.78 ± 0.67 a 8.67 ± 0.63 (Tabla 17), presentando tendencia al verde oscuro, con mayor pronunciación para la muestra control.

Figura 35

Variación del índice de color para la Variedad Hass

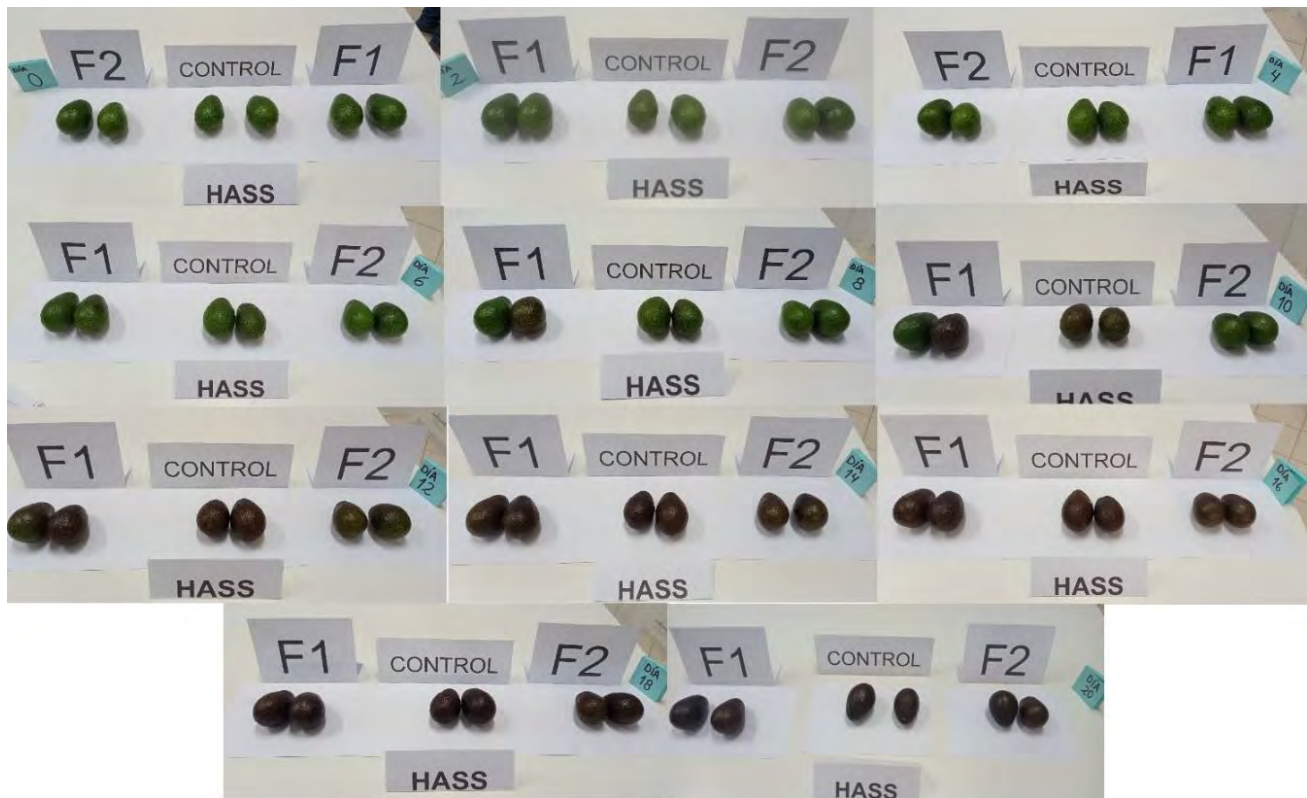


En la Figura 33 y 35, se observa un quiebre en la curva, el cual sucede aproximadamente a los 10 días para ambas variedades, este punto estaría referido al pico climatérico, donde el fruto está completamente maduro (García y Davidov-Pardo, 2021), no obstante los frutos con recubrimiento presentan menor tendencia a la madurez, debido a que el recubrimiento ofrece barrera a la transferencia de oxígeno hacia el fruto, reduciendo el metabolismo, por lo que se disminuye la producción de CO₂, así como las disminuciones de las reacciones de oxidación a nivel celular (García et al., 2022; Careli-Gondim et al., 2020; Kubheka et al., 2020; Cazon et al., 2017).

Respecto a la variación de color, valores de $\Delta E^* > 3$ se clasifican como muy diferentes en comparación a la muestra inicial. Se observó que las variedades Hass y Fuerte recubiertas con F2, reportaron valores de $\Delta E^* < 3$, para el día 2 y 4 (Tabla 16 y 17), y que en adelante se incrementa, aunque con menor intensidad para las frutas recubiertas con F2, lo que indica que este recubrimiento presenta mejor protección ante el deterioro del color del fruto. No obstante, los frutos de la variedad Hass adquieren tonalidades rojizas, mientras que la variedad Fuerte tiende hacia un tono verde oscuro (Figura 34 y 36).

Figura 36

Imágenes de la variación del índice de color para la variedad Hass



En el presente estudio, la evaluación de los recubrimientos biodegradables en el color de la cascara de la fruta es importante, porque ya que es el criterio más usado por los compradores para así comprobar si la palta esta lista para su consumo. Las variaciones de color en la maduración, son resultado de la degradación de la clorofila y la síntesis de pigmentos tales como carotenoides y antocianinas; esta degradación causa cambios de pH, oxidaciones y la actividad de la clorofilasa. Al utilizar recubrimientos biodegradables puede crear una atmósfera modificada entre el recubrimiento y la superficie de la fruta, el cual resulta beneficioso para mantener el color de la fruta (Apaza, 2020; Maftoonazad y Ramswamy, 2005).

5.3.4 Firmeza del fruto

La firmeza de los frutos de palta en ambas variedades al día cero fue 23 kg/cm² (Tabla 18), mostrando disminución significativa (p-value < 0.05) durante el tiempo de almacenamiento.

Tabla 18*Firmeza (kgf/cm²) de la palta control y recubiertas*

	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
Max	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
Min	0.50	2.50	2.80	0.30	0.60	0.70
Media	12.47	13.80	14.20	7.42	7.32	7.78
Desviación	9.53	8.88	8.72	9.58	8.96	9.34
C.V. (%)	76.41	64.34	61.39	129.22	122.28	119.98
p-value*	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
p-value**		<0.05			< 0.05	
p-value***		< 0.05			< 0.05	

Donde D.S. es la desviación estándar, C.V. Coeficiente de variabilidad

*p-value por cada tratamiento (Anexo 13)

**p-value por comparación de tratamientos (Anexo 13)

***p-value por día de maduración dentro de los tratamientos (Anexo 13)

****Para n = 3

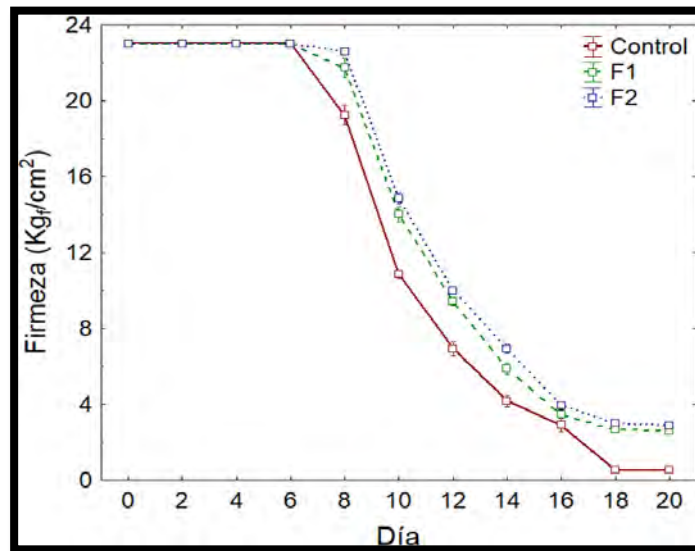
En cuanto a la variedad Fuerte, se observó diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0.05) a los 20 días de almacenamiento, reportando menor firmeza la muestra control (0.30 kgf/cm²), y ligeramente mayor para las muestras recubiertas con F2 (0.70 kgf/cm²). Mientras que para la variedad Hass se observó que la muestra testigo presentó firmeza de 0.50 kgf/cm², y para las muestras recubiertas con F2 fue 2.80 kgf/cm² (p-value < 0.05).

Con el transcurso de los días de almacenamiento, se redujo la firmeza, en las muestras testigo y con recubrimiento biodegradable, siendo estas últimas que presentan una menor pérdida de firmeza.

En la Figura 37 se puede observar para la variedad Hass, que hasta el día 6 las 3 muestras tienen el mismo comportamiento, a partir de este día inicia la pérdida de la firmeza para la muestra control, sin embargo, tanto las muestras con recubrimiento y sin recubrimiento tienen el mismo comportamiento.

Figura 37

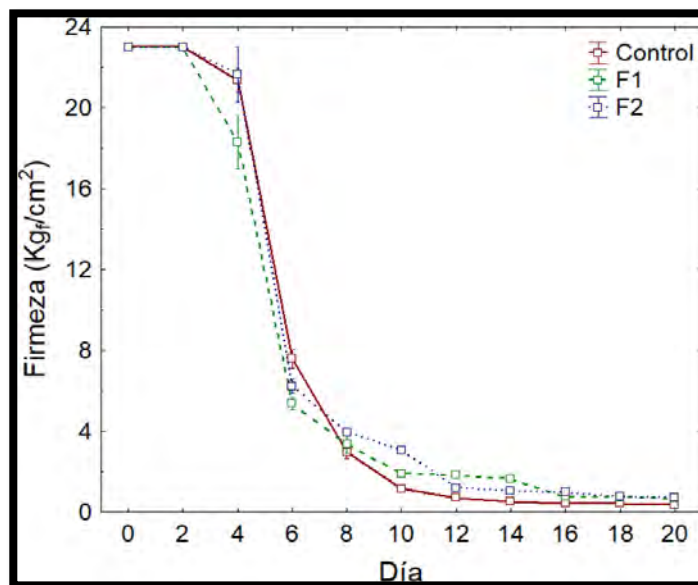
Variación de la firmeza para la Variedad Hass



En la Figura 38 se puede evidenciar para la variedad Fuerte, que hasta el día 2 las 3 muestras tienen el mismo comportamiento, a partir de este día inicia la pérdida de la firmeza para F1, sin embargo, tanto las muestras con recubrimiento y sin recubrimiento tienen el mismo comportamiento, es decir, no tuvieron mayor diferencia.

Figura 38

Variación de la firmeza para la Variedad Fuerte



Por otra parte, se observó el inicio de la disminución considerable de la firmeza alrededor del día 8 para ambas variedades (Figura 37 y 38), lo que sugiere que las muestras alcanzaron su madurez completa, es decir se alcanzó el pico climatérico (García y Davidov-Pardo, 2021; De La Vega; Cañarejo y Pinto, 2017; Sánchez, 2014; Aguilar, 2005).

A partir del día 18 en adelante para la variedad Hass, y día 14 para la variedad Fuerte, la firmeza se estabiliza con valores mínimos, presentando valores más bajos las muestras control, esto se debería a que los recubrimientos permiten retardar la degradación de la protopectina en compuestos más solubles como el ácido péctico y azúcares, debido a la despolimerización de las pectinas por acción enzimática, aunque estas se ven limitadas por la carencia de oxígeno debido a la acción de barrera del polímero (Dhalsamant *et al.*, 2017; Buelvas-Salgado *et al.*, 2012; Saucedo *et al.* 2009; Khurnpoon *et al.*, 2008; Maftoonazad y Ramaswamy, 2005), otro aspecto es la baja pérdida de agua de los frutos recubiertos, que permiten mantener mejor firmeza (Aguirre-Joya *et al.*, 2017), este comportamiento es característico para muestras recubiertas con polímeros (García *et al.*, 2022; Iñiguez-Moreno *et al.*, 2021; Careli-Gondim *et al.*, 2020; Kubheka *et al.*, 2020; Cenobio-Galindo *et al.*, 2019; Aguirre-Joya *et al.*, 2017; Tesfay y Magwaza, 2017; Tesfay *et al.*, 2017; Solis *et al.*, 2015).

Las paltas con recubrimiento biodegradable presentaron mayor firmeza, esto se podría imputar a su baja permeabilidad al O₂ y mayor conservación del CO₂, lo que permite atrasar los procesos fisiológicos relacionados a la madurez. Esta retención de la firmeza se puede explicar por el retardo en la degradación de los componentes de la pared celular tales como las pectinas, que el resultado de enzimas tales como la pectinesterasa y poligalacturonasa (Apaza, 2020 p. 45). Estas modificaciones en las células vegetales producen la pérdida de agua, que es considerada un importante factor en los cambios de la textura de frutas y hortalizas (Aguilar *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

- Las variedades de palta Fuerte y Hass, recubiertas con películas elaboradas a base de almidón de papa nativa, mucilago de nopal, y pectina, permiten mantener las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas por mayor tiempo.
- Respecto a los parámetros fisicoquímicos, se observó que las películas presentan alta transparencia de 6.939 y 7.332 nm/mm para la F1 y F2 respectivamente, y bajos valores de a_w de 0.4222 y 0.404, lo que permite ser usado como recubrimiento en frutos de palta. Se encontró que la acidez de las paltas con recubrimiento para la variedad Hass oscilo al inicio de 8.75 para F1 y F2, y al finalizar 5.08 y 4.20 para F1 y F2 respectivamente; en relación al pH se obtuvieron valores de 6.0 y 6.27 para ambas variedades con recubrimiento y los controles al final del tratamiento; los sólidos solubles totales disminuyen considerablemente para las muestras recubiertas y el control, aunque con mayor tendencia la variedad Fuerte de se tuvieron valores de 2.50 y 2.75 ° Brix al final del almacenamiento, mientras que para la variedad Hass se tuvo un valor de 7 ° Brix para F1, F2 y el control.
- Respecto a las propiedades fisiológicas, se encontró que, el índice de madurez, se incrementa significativamente en ambas variedades para las muestras control y recubiertas con películas F1 y F2 con valores de 0.74 a 0.89 para la variedad Hass y 0.36 a 0.60 para la variedad fuerte (p -value < 0.05), con similar tendencia, durante el tiempo de almacenamiento; en cuanto a la pérdida de peso para la variedad Hass se tuvieron valores de 6.03, 4.85 y 4.71% para el control F1 y F2 respectivamente, a diferencia de la variedad Fuerte q fue relativamente menor con valores de 4.56, 3.62 y 3.55% para el control, F1 y F2 respectivamente; y la firmeza al inicio se obtuvo valores de 23 kgf/cm² para las palta de las dos variedades tanto para los controles y recubiertas con F1 y F2, la variedad Fuerte presento valores más bajos de la firmeza de 0.30, 0.60 y 0.70 kgf/cm² para el control F1 y F2 respectivamente. Del mismo modo se reportó una disminución significativa (p -value < 0.05) de la luminosidad L* para las muestras sin recubrimiento en la variedad Hass (10.87, 18.00 y 18.17 para el control F1 y F2 respectivamente al final de almacenamiento), a diferencia de la

variedad Fuerte que presento valores de (6.00, 9.10 y 7.47 para el control F1 y F2 respectivamente al final de almacenamiento), para a* en la variedad Hass se obtuvieron valores negativos a diferencia de la variedad Fuerte que resultaron positivos (-8.40, -9.00 y -9.67 y 1.63, 1.20 y 1.33 para el control F1 y F2 respectivamente al final de almacenamiento).

RECOMENDACIONES

- Evaluar la velocidad de respiración o tasa de respiración de la palta con recubrimiento biodegradable.
- Estudiar el comportamiento de compuestos bioactivos en palta con recubrimiento biodegradable.
- Evaluar el contenido de lípidos en los frutos recubiertos de palta.
- Desarrollar el estudio de la vida en anaquel en diferentes condiciones ambientales o extremas (congelado para exportación) para la palta recubierta.
- Aplicar los recubrimientos a otros productos frutícolas exportables, y estudiar su comportamiento durante almacenamiento.
- Determinar las propiedades nutricionales de palta recubierta.

BIBLIOGRAFÍA

- Adekunte, A., Tiwari, B., Cullen, P., Scannell, A., O'Donnell, C. Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice (2010). *Food Chemistry*, 122, 500–507. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.026>.
- Aguilar, M. (2005). Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate. Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, México, México.
- Aguilar-Méndez, M. A., Martín-Martínez, E. S., Tomás, S. A., Cruz-Orea, A., Jaime-Fonseca, M. R. (2008). Gelatine–starch films: Physicochemical properties and their application in extending the post-harvest shelf life of avocado (*Persea americana*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(2), 185-193.
- Aguirre, E. B. (2015). Aplicación de revestimientos comestibles en papaya (*Carica papaya*) mínimamente procesada. *Revista ingeniería: Ciencia, tecnología e innovación*, 2(1), 15-21.
- Aguirre, J., Ventura, M., Martínez, G., Ruelas, X., Rojas, R., Rodríguez, R., Aguilar, C., (2017). Effects of a natural bioactive coating on the quality and shelf life prolongation at different storage conditions of avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. *Food Packaging and Shelf Life*, 14, 102–107.
- Aguirre-Joya, J. A., Ventura-Sobrevilla, J., Martínez-Vazquez, G., Ruelas-Chacón, X., Rojas, R., Rodríguez-Herrera, R., Aguilar, C. N. (2017). Effects of a natural bioactive coating on the quality and shelf life prolongation at different storage conditions of avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. *Food Packaging and Shelf Life*, 14, 102-107.
- Alvarado, J., y Aguilera, J. (2001). Métodos para medir propiedades físicas e industriales de alimentos. España: Acribia.
- Álvarez, R. (2012). Formulación de un recubrimiento comestible para frutas cítricas, estudio de su impacto mediante aproximación metabólica y evaluación de la

- calidad postcosecha. Tesis doctoral, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Alza, V., y Vásquez, V. (2002). Agroexportación. Análisis y perspectivas: producción no tradicional, rentabilidad, mercado y zonas de producción. 2da Edición. Proyecto de producción de medios de comunicación y transferencia del Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima Perú.
- Amaya, J. (2009). Cultivo de tuna. Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo, Perú. 1(1), 1-18.
- Angulo, D. I., y Montenegro, E. S. (2006). Estudio técnico en la elaboración de papa pre-cocida congelada, puré y tortillas de papa a partir de tres variedades de papas nativas ecuatorianas. Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Apaza, C. (2020). Influencia de la aplicación de recubrimientos biodegradables a base de mucilago de nopal (*Opuntia spp.*) y la temperatura de almacenamiento en la conservación de la palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass. (Tesis de pregrado). Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Moquegua, Moquegua, Perú.
- Ao, Z., y Jane, J. (2007). Caracterización y modelado de los A y B almidones granulares de trigo y cebada. Polímeros y carbohidratos, 46-55.
- Aristizabal, J., y Sánchez, T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163., 1- 120.
- Arpaia, M., Requejo-Jackman, C., Wolff, A., Thompson, J., Slaughter, D., Tokar, V. (2006). Avocado Postharvest quality. Proceedings of the California Avocado Research Symposium, 1(1), 143-155.
- Astudillo-Ordóñez, C. E. y Rodríguez, P. (2018). Parámetros fisicoquímicos del aguacate *Persea americana* Mill. cv. Hass (Lauraceae) producido en Antioquia (Colombia) para exportación. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 19(2), 383-392.
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos. Editorial PEARSON. México.

- Barmore, C. (1977). The Avocado. Proc. of the First International Tropical Fruit Short Course, 1(1), 103-109.
- Barreiro, P., Ruiz-Altisent, M. (1996). Propiedades mecánicas y calidad de frutos. Definiciones y medidas instrumentales. Fruticultura profesional N° 77, 48-50.
- Bello, J. (2008). Ciencia Bromatológica: Principios Generales de los Alimentos. Díaz de Santos, S. A. <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/ciencia-bromatologica.pdf>.
- Bello-Lara, J., Balois-Morales, R., Sumaya-Martínez, M., Juárez-López, P., Jiménez-Ruiz, E., Sánchez-Herrera, L., López-Guzmán, G. y García-Paredes, J. (2016). Biopolímeros de mucílago, pectina de nopalitos y quitosano, como recubrimientos en almacenamiento y vida de anaquel de frutos de aguacate 'Hass'. Acta agrícola y pecuaria, 2(2), 43-50.
- Benítez, J., Sánchez, A., Bolaños, C., Bernal, L., Ochoa-Martínez, C., Vélez, C., Sandoval, A. (2021). Cambios fisicoquímicos del aguacate Hass durante el almacenamiento frío y la maduración acelerada. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 19(2), 41-56. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v19.n2.2021.1490>
- Ben-Yehoshua, S., y Rodov, V. (2003). Transpiration and water stress. En Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables. Bartz, J. A.; Brecht, J. K. (págs. 111-159). Florida: University of Florida. Gainesville. https://irrec.ifas.ufl.edu/postharvest/HOS_5085C/Reading%20Assignments/BartzBrecht-5-Transpiration%20and%20Water%20Stress.pdf.
- Bernal, J., Diaz, C., Córdoba, O., Lodoña, M., Tamayo, P. (2008). Tecnología para el cultivo del Aguacate. La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Colombia.
- Blanke, M. (1991). Respiration of apple and avocado fruits. Posth. News. (2), 429-436.
- Borja, P., Nevado, D. (2016). Evaluación del color del epicarpio de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el espacio cromático CIELAB, en relación a sus propiedades fisicoquímicas, en el proceso de maduración (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel.

- Botía-Niño, Y., Almanza-Merchán, P., Balaguera-López, H. (2008). Efecto de la temperatura sobre la maduración complementaria en curuba (*Passiflora mollissima* Bailey). *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 11(2), 187-196.
- Buevas-Salgado, G., Patiño-Gómez, J., Cano-Salazar, J. (2012). Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) utilizando tratamiento enzimático. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 138-150.
- Careli-Gondim, Í., Mesquita, T. C., Vilas Boas, E. V. D. B., Caliar, M., Soares Júnior, M. S. (2020). The effect of active coating and refrigerated storage on the quality of avocado cultivar, Quintal. *Journal of food science and technology*, 57(1), 143-151.
- Carreras, S., Dolorier, Y., Horna, J., Landauro, R. (2007). Planeamiento estratégico para la palta de exportación del Perú. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Cazón, P., Velazquez, G., Ramírez, J. A., Vázquez, M. (2017). Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. *Food Hydrocolloids*, 68, 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.09.009>.
- Cenobio-Galindo, A. D. J., Ocampo-López, J., Reyes-Munguía, A., Carrillo-Inungaray, M. L., Cawood, M., Medina-Pérez, G., Campos-Montiel, R. G. (2019). Influence of bioactive compounds incorporated in a nanoemulsion as coating on avocado fruits (*Persea americana*) during postharvest storage: Antioxidant activity, physicochemical changes and structural evaluation. *Antioxidants*, 8(10), 500.
- Cenzano Mayorca, E. J. (1996). Extracción y caracterización de los almidones de tres clones de Achira (*Canna indica* L.) (tesis de grado). Universidad Agraria La Molina, Lima.
- Cerdas, M., Montero, M., Díaz, E. (2006). Manual de manejo pre y postcosecha de aguacate. Ministerio de agricultura y ganadería.

- Chapuel, A., y Reyes, J. (2019). Obtencion de una película biodegradable a partir de los almidones de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill) y bananao (*Musa acuminata* AAA) para el recubrimiento de papaya. (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Carrera Ingeniería Química, Guayaquil, Ecuador.
- Cheng, M., Wang, J., Zhang, R., Kong, R., Lu, W., Wang, X. (2019). Characterization and application of the microencapsulated carvacrol/sodium alginate films as food packaging materials. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141, 259–267.
- <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.215>
- Chocano, N. (2019). Propiedades físicas y mecánicas de una biopelícula formulada con almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y mucilago de nopal (*Opuntia ficus*). Tesis de pregrado, Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas, Perú.
- Choque-Quispe, D., Froehner, S., Ligarda-Samanez, C.A., Ramos-Pacheco, B.S., Palomino-Rincón, H., Choque-Quispe, Y., Solano-Reynoso, A.M., Taipe-Pardo, F., Zamalloa-Puma, L.M., Calla-Florez, M., Obregón-Yupanqui, M.E., Zamalloa-Puma, M.M., Mojo-Quisani, A. (2021). Preparation and Chemical and Physical Characteristics of an Edible Film Based on Native Potato Starch and Nopal Mucilage. *Polymers*, 13, 3719.
- <https://doi.org/10.3390/polym13213719>
- Debet, R. M., y Gidley, J. M. (2006). Tres clases de almidón; hinchazón del gránulo; influencia de proteínas de superficie y lípidos. *Los polímeros de hidratos de carbono*, 452-465.
- De La Vega, J., Cañarejo, M., Pinto, N. (2017). Avances en tecnología de atmósferas controladas y sus aplicaciones en la industria. Una revisión. *Ciencias agropecuarias y ambientales*, 28(3), 75-86, <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000300009>

- Deman, M. (1999). Principles of food chemistry. Third Edition. Guelph, Ontario: Aspen Publishers, Inc. 595 p.
- Devia, J., Ocampo, E., Jiménez, A., Jiménez, M., Orrego, S., Orozco, A. (2009). Innovación para el desarrollo de productos: aceite de aguacate tipo gourmet. 1(1), 94-114.
- Dhalsamant, K., Mangaraj, S., Bal, L.M. (2017). Modified atmosphere packaging for mango and tomato: An appraisal to improve shelf life. J. Packaging Technol. Res. 1,127–133.
- Díaz, Y. (2015). Determinación de las propiedades físicas, químicas, tecno-funcionales y la estabilidad en congelación/descongelación del almidón de cuatro variedades de *Solanum tuberosum* ssp. Andigenum (papa nativa). Tesis de pregrado. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas, Perú.
- Díaz, R. (2019). Evaluación de películas comestibles de harina de maíz morado (*Zea mays L.*) y propoleo en la conservación de la palta fuerte (*Persea americana*). Tesis de pregrado. Universidad Nacional Micaela Bastidas, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agrindustrial. Abancay, Perú.
- Escalante, A. (2015). Influencia de un recubrimiento comestible a base de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) sobre la calidad de fresas (*Fragaria ananassa* cv. Aromas). Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Escobar, J. V., Rodríguez, P., Cortes, M., Correa, G. (2019). Influencia de la Materia Seca como Índice de Madurez de Cosecha y Tiempo de Almacenamiento en Frío sobre la Calidad del Aguacate cv. Hass Producido en la Región del Trópico Alto. Información tecnológica, 30(3), 199-210. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300199>
- Fennema, O. (1999). Introducción a la química de alimentos. Editorial Acribia. España.

- Ferreras, R. (2009). Análisis reológico de las diferentes fracciones de harina obtenidas en la molienda del grano de trigo (tesis de maestría). Escuela Politécnica Superior de Zamora, Universidad de Salamanca, España.
- Flores, R, Villanueva, M. y Rojas, A. (2009) El aguacate (*Persea americana*), no sólo un alimento. Diplomado de Tlahui-Educa. México.
- García, M. A.; Martino, M. N. y Zaritzky, N. E. (2000). Microstructural characterization of plasticized starch-bases films. *Starch/Starke*, 52, 118-124.
- García, F. (2009).” Estudio comparativo del efecto de la adición de almidón modificado en un pan “muffin” horneado en microondas y convencionalmente” (Tesis de maestría). Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México.
- García, F., Davidov-Pardo, G. (2021). Recent advances in the use of edible coatings for preservation of avocados: A review. *Journal of Food Science*, 86(1), 6-15.
- García, F., Lin, W. J., Mellano, V., Davidov-Pardo, G. (2022). Effect of biopolymer coatings made of zein nanoparticles and ϵ -polylysine as postharvest treatments on the shelf-life of avocados (*Persea americana* Mill. Cv. Hass). *Journal of Agriculture and Food Research*, 7, 100260.
- Gijarro, C. (2008). Propuesta gastronómica mediante la utilización de las diez principales variedades de papa nativa que se cultivan en la provincia de Cotopaxi (tesis de pregrado). Universidad tecnológica equinoccial, Quito.
- Ginez, P., y Godoy, M. (2018). Formulación de un recubrimiento comestible preservante de arándano empleando mucilago extraído de la penca de tuna (*Opuntia ficus-indica*) (tesis de pregrado). Escuela Profesional de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú.
- Gómez, R., Roca, W., Ordinola, M. (2008). Papas Nativas: Catálogo de variedades y usos gastronómicos. *Revista del Centro Internacional de la Papa.*, 2-46.
- Gofi, S., Salvadori, V. (2015). Medición de color de alimentos en el espacio CIELAB a partir de imágenes. *Centro de investigación y desarrollo en crio tecnología de alimentos*, 526-531.

- González, R., Pérez, J., Gelvéz, V. (2017). Incremento en la vida útil postcosecha del aguacate (*Persea americana*) utilizando recubrimientos a base de goma de gelana. Artículo científico, 20(1): 1001-110.
- Granados, D., Castañeda, A. (2000). El Nopal. Historia, Fisiología, Genética e Importancia Frutícola. Editorial Trillas. México.
- Guerreros, M. (2017). Quitosano y almidón como recubrimiento biodegradable para prolongar la vida útil en palta (*Persea americana* Mill) cultivar fuerte (tesis de pregrado). Escuela Profesional y Académica de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Guillard, V., Broyart, B. Bonazzi, C., Guilbert, S., Gontard, N. (2004). Effect of Temperature on Moisture Barrier Efficiency of Monoglyceride Edible Films in Cereal-Based Composite Foods. Cereal Chemistry, 81(6), 767–771. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2004.81.6.767>
- Guldás, M., Bayazit, A. A., Yilsay, T. O., Yilmaz, L. (2010). Effects of edible film coatings on shelf-life of mustafakemalpassa sweet, a cheese based dessert. Journal of food science and technology, 47(5), 476-481. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0081-6>
- Hadimani, L., Mittal, N. (2019). Development of a computer vision system to estimate the colour indices of Kinnow mandarins. Journal of food science and technology, 56(4), 2305–2311. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03641-9>.
- Hernández, M.S. 2001. Conservación del fruto de arazá (*Eugenia stipitata*) durante la poscosecha mediante la aplicación de diferentes técnicas. Tesis de doctorado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Hoover, R. (2002). Efecto del tratamiento de calor, humedad en la estructura y las propiedades físico-químicas de los almidones de raíz. Carbohidratos y polímeros, 425-437.
- Huamancondor, Y. Olivos, J. (2013). Evaluación de la capacidad antioxidante de los polifenoles totales de la piel, casco y semillas liofilizadas del maracuyá

- (*Passiflora edulis*). (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Chimbote. Perú.
- Iñiguez-Moreno, M., Ragazzo-Sánchez, J. A., Barros-Castillo, J. C., Solís-Pacheco, J. R., Calderón-Santoyo, M. (2021). Characterization of sodium alginate coatings with *Meyerozyma caribbica* and impact on quality properties of avocado fruit. *LWT*, 152, 112346.
- Iñiguez-Moreno, M., Ragazzo-Sánchez, J. A., Barros-Castillo, J. C., Sandoval-Contreras, T., Calderón-Santoyo, M. (2020). Sodium alginate coatings added with *Meyerozyma caribbica*: Postharvest biocontrol of *Colletotrichum gloeosporioides* in avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass). *Postharvest Biology and Technology*, 163, 111123.
- Islam, S., Matsui, T., Yoshida, Y. (1996). Effect of carbon dioxide enrichment on physico-chemical and enzymatic changes in tomato fruits at various stages of maturity. *Scientia Horticulturae*, 65(23):137-149.
- Jafarzadeh, S., Mohammadi Nafchi, A., Salehabadi, A., Oladzad-abbasabadi, N., Jafari, S. M. (2021). Application of bio-nanocomposite films and edible coatings for extending the shelf life of fresh fruits and vegetables. *Advances in Colloid and Interface Science*, 291, 102405. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2021.102405>
- Kader, A. (2005). Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. *Acta Hort.* 682, 2169-2175.
- Kays, S. 2004. *Postharvest biology*. Exon Press, Athens, Georgia. 568p.
- Kays, S. 1997. *Postharvest physiology of perishable plant products*. Exon Press. Athens, GA.
- Khurnpoon, L., Siriphanic, J., Labavitch, J. (2008). Cell wall metabolism during fruit dehiscence. *Postharvest Biology and Technology*, 48, 391-401.
- Kibar, E.A.A., Us, F. (2013). Thermal, mechanical and water adsorption properties of corn starch–carboxymethylcellulose/methylcellulose biodegradable films. *J. Food Eng.*, 114, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.07.034>

- Kubheka, S. F., Tesfay, S. Z., Mditshwa, A., Magwaza, L. S. (2020). Evaluating the efficacy of edible coatings incorporated with moringa leaf extract on postharvest of 'Maluma' avocado fruit quality and its biofungicidal effect. *HortScience*, 55(4), 410-415.
- Kubheka, S. F., Tesfay, S. Z., Mditshwa, A., Magwaza, L. S. (2020). Evaluating the efficacy of edible coatings incorporated with moringa leaf extract on postharvest of 'Maluma' avocado fruit quality and its biofungicidal effect. *HortScience*, 55(4), 410-415.
- Lafargue, D., Lourdin, D., Doublier, J.L. (2007). Film-forming properties of a modified starch/ j-carrageenan mixture in relation to its rheological behaviour. *Carbohydrate Polymers*, 70(1), 101–111.
- López, J. (2012). aplicación de recubrimiento comestibles en carambola (*Averrhoa carambola* L.). (tesis de pregrado). Carrera de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Perú.
- López, V. (2011). Desarrollo, caracterización y aplicación de envases biodegradables a partir de almidón. (tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Lovedeep, K., Narpinder, S., y Navdeep, S. S. (2002). Algunas propiedades del almidón de patatas: propiedades morfológicas, reológicas y termales. *Química de los alimentos*, 183-192.
- Macas, G. (2013). Estudio de las características de calidad pre y postcosecha en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill) provenientes de dos localidades de la Provincia de Pichincha. (tesis de pregrado). Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Perú.
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H. (2005). Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. *Swiss Society of Food Science and Technology*, 1 (35), 617-624, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.08.007>

- Maldonado, L., Ordinola, M., Manrique, K., Fonseca, C., Sevilla, M., Delgado, O. (2011). Estudio de caso: evaluación de impacto de la intervención del proyecto INCOPA/CAPAC en Andahuaylas. *Revista del Centro Internacional de la Papa*, 5-75.
- Márquez, J., Yepes, P., Sánchez, L., Osorio, J. (2014). Cambios físico-químicos del aguacate (*Persea americana* Mill. cv. "Hass") en poscosecha para dos municipios de Antioquia. *Temas Agrarios*, 19(1), 32-47
- Márquez, L., Pretell, C. (2009). Efecto de las coberturas biodegradables y temperatura sobre el color, firmeza y pérdida de peso en palta (*Persea americana* Mill) Hass, durante el almacenamiento. *Pueblo cont.* 20(2), 379-389.
- Maza, S. (2008). Estudio de palta en el Perú y el Mundo. Ministerio de Agricultura.
- Medina, L. (2005). Estudio reológico del mucílago del nopal y sus efectos sinérgicos con otros hidrocoloides de uso alimenticio. (tesis de doctorado). Facultad de química, Departamento de alimentos y biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Miramont, S. (2012). Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros para soporte de sustancias con actividad antimicrobiana: carvacrol y sorbatos (tesis de maestría). Escuela de Posgrado, Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina.
- Muscat, D., Adhikari, B., Chaudhary, D.S. (2012). Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xylitol as plasticizers. *J. Food Eng.* 2012, 109, 189–201. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.10.019>.
- Olaeta, J. (2003). Industrialización del aguacate: Estado actual y perspectivas futuras. *Actas V Congreso Mundial del Aguacate*. 749-754.
- Olivares, D., Alvarez, E., Veliz, D., Garcia-Rojas, M., Diaz, C., Defilippi, B. (2020). Effects of 1-Methylcyclopropene and Controlled Atmosphere on Ethylene Synthesis and Quality Attributes of Avocado cvs. Edranol and Fuerte. *Journal of Food Quality*, 2020, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2020/5075218>

- Opara, U.L. y A. Mditshwa. (2013). A review on the role of packaging in securing food system: Adding value to food products and reducing losses and waste. *Afr. J. Agr. Res.* 8, 2621–2630.
- Orozco, E. (2017). Elaboración y caracterización de películas de mucilago de nopalpectina: efecto de la concentración del mucilago de nopal en las propiedades fisicoquímicas y mecánicas. Tesis de pregrado. Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Ortega, E., Gonzales, L., y Osorio, M. (2005). La biodiversidad ancestral de las papas nativas: su contribución a la diversificación de productos para los pequeños productores alto andinos. *Revista digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela.*, 35-57.
- Osterloh, A., Ebert, G., Held, W.H., Schulz, H. y Urban, E. (1996). Lagerung von Obst und Südfrüchten. Verlag Ulmer, Stuttgart, Alemania.
- Palacín, J. (2012). Efectos de recubrimiento de almidón de yuca, ácido ascórbico, N-acetil-cisteína en la calidad del plátano (*Musa paradisiaca*) (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Cartagena, Colombia.
- Park, Y., Jung, S., y Gorinstein, S. (2006). Ethylene treatment of ‘Hayward’ kiwifruits (*Actinidia deliciosa*) during ripening and its influence on ethylene biosynthesis and antioxidant activity. *Scientia Horticulturae.* 108: 22-28.
- Parzanese, M. (2010). Películas y recubrimientos comestibles. *Tecnologías para la industria alimentaria*, 1-11.
- Polanco, D. (2013). “Estudio de la temperatura de secado de cladodios (nopales) y su efecto en la viscosidad de flanes formulados con harinas provenientes del secado de los cladodios”. Tesis de grado. Escuela Profesional de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería de Procesos, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú.
- Gutiérrez Pulido, H., y De la Vara Salazar, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos. México: Mc Graw Hill.

- Quilca, N. (2007). Caracterización física, morfológica, organoléptica, química y funcional de papas nativas para orientar sus usos futuros. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Quintero, C., Falguera, V., Muñoz, A. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: Importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. Revista Tumbaga, 1(5):93-118.
- Rahman, M.S. and Sablani, S.S. 2009. Water Activity Measurement Methods of Foods. In: Rahman, M.S. (Ed.), Food Properties Handbook. CRC Press, London, pp. 9-30.
- Ramírez, D. (2010). Caracterización física, química y nutricional de la papa chaucha (*Solanum phureja*) cultivado en dos suelos edafoclimáticos del Ecuador, como base de estudio para la elaboración de una norma técnica (papa chaucha fresca requisitos 2010) por parte del INEN (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Ramos-García, M., Romero-Bastida, C., Bautista-Baños, S. (2018). Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 1(19), 30-44.
- Reinoso, I., Thiele, G. (2005). Las papas nativas en el Ecuador: estudios cualitativos sobre oferta y demanda. Revista del Centro Internacional de la Papa., 1-23.
- Rodríguez, Y. (2017). Evaluación del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) como agente estabilizante en néctar de maracuyá (*Passiflora edulis*) (tesis de maestría). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Roque, B. (2014). "Evaluación de los recubrimientos comestibles a base de mucilago de chíca (*Salvia hispanica* L.) sobre la conservación pos cosecha de palta (*Persea americana* Mill.) variedad Hass" (tesis de pregrado). Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.

- Sánchez, I. (2007). Propiedades fisicoquímicas de almidones catiónicos elaborados por extrusión (tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, México.
- Sánchez, Y. (2014). Efecto de la aplicación de coberturas biodegradables y la temperatura sobre el color, firmeza, pérdida de peso y la aceptabilidad general en la palta (*Persea americana* Mill) variedad fuerte, durante el almacenamiento (tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Sandoval, A., Forero, F., García, J. (2010). Postcosecha y transformación de aguacate: agroindustria rural innovadora. Centro de investigación Natima, Espinal, Colombia.
- Saucedo, S., Rojas, R., Aguilera, A., Saenz, G., De La Garza, E., Jasso, D., Aguilar, C. (2009). Edible film based on candelilla wax to improve the shelf life and quality of avocado. *Food Res. Int.* 42, 511-515.
- Schmid, M., Sänglerlaub, S., Wege, L., Stäbler, A. (2014). Properties of transglutaminase crosslinked whey protein isolate coatings and cast films. *Packaging Technology and Science*, 27, 799–817. <https://doi.org/10.1002/pts>
- Sepúlveda, E., Sáenz, C., Aliaga, E., Aceituno, C. (2007). Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. *Journal of arid environments*, 68, 534-547.
- Sifuentes, I. (2011). Elaboración y caracterización de películas conformadas por biomoléculas y nanopartículas. Tesis de Maestría. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional. Morelos, México.
- Silva, M. (2017). Extracción del mucílago de la penca de tuna y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Singh, N., Singh, B. (2003). Morfología, propiedades térmicas y reológicas de los almidones de diferentes fuentes botánicas. *Química de los alimentos.*, 219-231.

- Solís Jimenez, D. A., Pineda Salazar, L. N., Mosquera Sánchez, S. A., Hoyos Concha, J. L., Villada Castillo, H. S. (2015). Coating effect of Modified cassava starch in Hass avocado. *Producción+ Limpia*, 10(2), 31-37.
- Solis, S. (2016). Elaboración y caracterización de película comestible elaboradas con hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) (tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Surco, F. (2004). Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: mashuaa (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*) para su aplicación (tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Tesfay, S. Z., Magwaza, L. S. (2017). Evaluating the efficacy of moringa leaf extract, chitosan and carboxymethyl cellulose as edible coatings for enhancing quality and extending postharvest life of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Food Packaging and Shelf Life*, 11, 40-48.
- Tesfay, S. Z., Magwaza, L. S., Mbili, N., Mditshwa, A. (2017). Carboxyl methylcellulose (CMC) containing moringa plant extracts as new postharvest organic edible coating for Avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 226, 201-207.
- Tosne, L., Mosquera, S., Villada, H. (2014). Biotecnología en el sector agropecuario agroindustrial. 12 (2): 30-39.
- Trachtenberg, S., Mayer, A. (1981). A stereological análisis of the succulent tissue of *opuntia ficus-indica* (L.) Mill.: I development of mucilage cells. *Journal of Experimental Botany*, 32 (130), 1091-1103.
- Trejo, M. (2010). Aplicación de recubrimientos comestibles. Taller multidisciplinario de ingeniería en alimentos-procesos tecnológicos de frutas y hortalizas. Facultad de estudios superiores Cuautitlán. Universidad Nacional autónoma de México.
- Trujillo, N., Pérez, G., Durán, O. (2012). Empleo de recubrimiento comestibles con base de almidón de papa y yuca en la conservación del mango cv. Zapote, 10(1): 5-17.

- Vázquez-Briones, M., Guerrero-Beltrán, J. (2013). Recubrimientos de frutas con biopelículas. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 7(2), 5-14.
- Villagra, A. A. (2010). Almidón retrogradado en el tratamiento dietoterápico de la diabetes mellitus tipo 2 (trabajo final integrador). Universidad ISALUD, Argentina.
- Villa-Rodríguez, J. A., Molina-Corral, F. J., Ayala-Zavala, J. F., Olivas, G. I., González-Aguilar, G. A. (2011). Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of 'Hass' avocado. *Food Research International*, 44(5), 1231-1237.
- Vincent, C., Mesa, T., Munne-Bosch, S. (2020). Identification of a new variety of avocados (*Persea americana* Mill. CV. Bacon) with high vitamin E and impact of cold storage on tocochromanols composition. *Antioxidants*, 9(5), 403p.
- Wills, R.; Mc Glasson, B.; Graham, D.; Joyce, D. 1998. *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. CAB International, Nueva York. 262p.
- Xoca-Orozco, L. A., Aguilera-Aguirre, S., López-García, U., Gutiérrez-Martínez, P., Chacón-López, A. (2019). Effect of chitosan on the in vitro control of *Colletotrichum* sp., and its influence on post-harvest quality in Hass avocado fruits. *Revista Bio Ciencias*, 5, 1-20. <https://doi.org/10.15741/revbio.05.e355>
- Yang, X. 2009. Characterization of chlorophyll degradation in banana and plantain during ripening at high temperature. *Food Chemistry*, 114(2): 383-390.
- Zhang, Y., Han, J. (2006). Mechanical and thermal characteristics of pea starch films plasticized with monosaccharides and polyols. *Journal of Food Science*, 71, 109-118.

ANEXOS

Anexo 01: Datos para la acidez

Día	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
0	9.10			8.05		
0	9.10			8.40		
0	9.45			9.10		
2	8.05	8.40	8.75	8.05	8.40	8.05
2	8.40	8.75	8.23	8.40	8.05	7.70
2	8.23	8.58	8.40	7.35	8.05	7.35
4	7.70	7.88	8.05	7.00	4.90	8.05
4	8.05	7.35	8.23	7.35	5.25	7.35
4	8.40	7.35	8.40	7.53	4.90	7.00
6	7.70	6.65	8.05	6.83	4.56	4.01
6	8.05	7.00	8.23	6.69	4.61	4.18
6	8.05	6.65	7.70	7.03	4.76	4.63
8	7.70	7.00	7.00	4.35	4.72	4.45
8	7.35	6.48	7.00	4.43	4.54	4.10
8	7.70	6.65	7.35	4.18	4.62	4.02
10	7.00	6.30	6.30	4.04	4.03	3.92
10	7.00	5.95	5.78	4.06	4.08	3.92
10	7.35	5.60	5.60	4.15	4.21	4.01
12	7.00	5.25	4.73	4.06	3.13	3.66
12	6.83	5.60	4.20	4.07	3.03	3.74
12	7.35	5.25	4.55	4.01	3.05	3.83
14	7.35	5.60	4.20	3.88	3.23	3.59
14	6.65	5.25	4.55	3.96	3.47	3.18
14	6.65	5.08	4.73	4.05	3.31	3.05

Anexo 02: Datos para el pH

Día	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
0	6.307			6.132		
0	6.307			6.133		
0	6.284			6.132		
0	6.294			6.134		
0	6.288			6.132		
2	6.169	6.270	6.363	6.265	6.127	6.318
2	6.169	6.270	6.364	6.264	6.128	6.319
2	6.169	6.272	6.364	6.268	6.129	6.320
2	6.170	6.273	6.365	6.269	6.129	6.319
2	6.167	6.273	6.358	6.270	6.130	6.319

4	6.483	6.936	6.406	6.547	6.437	6.516
4	6.484	6.937	6.404	6.548	6.437	6.516
4	6.482	6.937	6.403	6.545	6.438	6.517
4	6.482	6.937	6.399	6.548	6.435	6.518
4	6.480	6.938	6.397	6.547	6.437	6.516
6	6.160	6.704	6.190	6.663	6.238	6.415
6	6.162	6.706	6.189	6.664	6.239	6.414
6	6.160	6.705	6.188	6.665	6.240	6.430
6	6.162	6.704	6.186	6.667	6.241	6.437
6	6.162	6.703	6.183	6.668	6.236	6.440
8	6.006	6.572	6.577	6.104	6.172	6.242
8	6.007	6.573	6.578	6.105	6.171	6.243
8	6.006	6.573	6.579	6.100	6.172	6.249
8	6.005	6.572	6.579	6.102	6.167	6.250
8	6.006	6.571	6.577	6.103	6.164	6.254
10	6.803	6.297	6.566	6.267	6.275	6.432
10	6.801	6.295	6.565	6.268	6.276	6.431
10	6.799	6.293	6.657	6.269	6.290	6.435
10	6.783	6.290	6.560	6.321	6.292	6.387
10	6.798	6.288	6.559	6.322	6.294	6.388
12	6.004	6.378	6.970	6.175	6.314	6.431
12	6.004	6.380	6.972	6.177	6.313	6.430
12	6.003	6.379	6.968	6.179	6.312	6.430
12	6.003	6.380	6.964	6.179	6.314	6.430
12	6.003	6.376	6.964	6.180	6.300	6.431
14	6.281	6.492	6.419	6.196	6.352	6.454
14	6.282	6.492	6.417	6.200	6.353	6.449
14	6.282	6.491	6.420	6.194	6.352	6.452
14	6.283	6.489	6.419	6.198	6.350	6.452
14	6.284	6.489	6.420	6.196	6.353	6.452

Anexo 03: Datos para los sólidos solubles

Día	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
0	7.0			6.50		
0	8.0			6.25		
0	7.0	7.0		7.50		
0	7.5	7.5		7.50		
0	8.0	8.0		6.50		
2	8.5	7.5	8.0	8.00	7.50	7.50
2	10.0	8.0	8.0	7.50	7.50	7.50
2	9.0	8.0	9.5	7.50	8.00	7.50
2	10.0	7.5	9.0	8.00	8.00	8.00
2	9.0	8.5	9.5	7.50	7.00	8.50

4	10.0	7.5	7.5	2.50	5.50	5.00
4	11.0	7.5	7.0	3.50	5.00	5.00
4	11.0	7.0	7.5	3.00	4.50	5.50
4	10.0	7.0	8.0	3.00	5.50	5.00
4	11.0	7.5	8.0	2.50	5.00	5.25
6	8.0	7.0	9.5	5.00	4.00	4.75
6	9.0	8.0	10.0	5.00	4.50	5.00
6	8.5	7.5	10.0	5.50	4.00	5.00
6	8.0	7.5	10.0	4.50	5.00	4.00
6	7.0	7.5	11.0	4.50	4.00	4.50
8	9.0	7.5	10.0	3.75	3.50	2.50
8	8.0	8.0	10.0	3.00	3.00	3.00
8	9.0	7.5	10.0	3.75	2.75	2.50
8	9.0	7.0	9.5	3.50	2.75	2.50
8	8.5	8.0	10.0	3.50	3.00	3.00
10	12.0	8.0	9.0	4.00	3.75	3.00
10	11.5	7.5	8.0	4.25	4.00	3.75
10	12.0	8.0	9.0	4.00	3.50	3.50
10	11.0	7.0	8.0	4.50	4.00	3.50
10	12.0	8.5	8.5	4.50	3.75	3.75
12	7.5	8.0	7.5	3.75	4.00	3.50
12	8.0	7.5	8.0	4.00	3.75	3.75
12	8.0	7.0	7.5	3.75	4.00	3.50
12	7.0	7.5	7.0	4.00	3.75	3.75
12	7.5	7.0	7.0	4.00	3.50	3.50
14	8.0	8.0	7.5	3.50	3.75	3.75
14	8.5	7.5	8.0	4.00	3.50	3.00
14	9.0	8.0	8.0	3.75	3.75	3.50
14	8.5	8.0	8.5	3.75	3.50	3.50
14	8.0	8.0	8.0	4.00	3.50	3.50

Anexo 05: Datos para índice de madurez

Día	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
0	0.77			0.81		
0	0.88			0.74		
0	0.74			0.82		
2	1.06	0.89	0.91	0.99	0.89	0.93
2	1.19	0.91	0.97	0.89	0.93	0.97
2	1.09	0.93	1.13	1.02	0.99	1.02
4	1.30	0.95	0.93	0.36	1.12	0.62
4	1.37	1.02	0.85	0.48	0.95	0.68
4	1.31	0.95	0.89	0.40	0.92	0.79
6	1.04	1.05	1.18	0.73	0.88	1.18

6	1.12	1.14	1.22	0.75	0.98	1.20
6	1.06	1.13	1.30	0.78	0.84	1.08
8	1.17	1.07	1.43	0.86	0.74	0.56
8	1.09	1.24	1.43	0.68	0.66	0.73
8	1.17	1.13	1.36	0.90	0.60	0.62
10	1.71	1.27	1.43	0.99	0.93	0.77
10	1.64	1.26	1.39	1.05	0.98	0.96
10	1.63	1.43	1.61	0.96	0.83	0.87
12	1.07	1.52	1.59	0.92	1.28	0.96
12	1.17	1.34	1.90	0.98	1.24	1.00
12	1.09	1.33	1.65	0.94	1.31	0.91
14	1.09	1.43	1.79	0.90	1.16	1.05
14	1.28	1.43	1.76	1.01	1.01	0.94
14	1.35	1.58	1.69	0.93	1.13	1.15

Anexo 06: Datos para pérdida de peso

Día	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1.2858	0.0965	0.0703	0.5461	0.3491	0.4547
2	1.2820	0.0988	0.0699	0.5458	0.3492	0.4544
2	1.2824	0.0995	0.0701	0.5460	0.3492	0.4538
4	2.1058	0.9135	0.9519	0.9190	1.1132	1.2018
4	2.1013	0.9130	0.9520	1.5052	1.1135	1.2018
4	2.1013	0.9130	0.9521	1.5053	1.1134	1.2017
6	2.9499	1.8179	1.8296	2.6780	1.8543	1.9231
6	2.9454	1.8173	1.8291	2.3896	1.8538	1.9236
6	2.9455	1.8176	1.8290	2.3896	1.8553	1.9234
8	3.8487	2.7416	2.7442	3.1353	2.4945	2.4762
8	3.8446	2.7420	2.7426	3.1353	2.4945	2.4761
8	3.8445	2.7422	2.7435	3.1351	2.4950	2.4761
10	4.8412	3.7326	3.6882	3.8199	3.0540	3.0236
10	4.8372	3.7323	3.6894	3.8198	3.0538	3.0236
10	4.8381	3.7322	3.6889	3.8196	3.0534	3.0230
12	6.0359	4.8468	4.7124	4.5577	3.6174	3.5505
12	6.0315	4.8457	4.7129	4.5577	3.6170	3.5526
12	6.0319	4.8456	4.7126	4.5579	3.6178	3.5546
14	7.2457	5.8091	5.6724	5.1026	4.1604	4.0349
14	7.2411	5.8094	5.6723	5.1024	4.1600	4.0353
14	7.2414	5.8091	5.6726	5.1025	4.1615	4.0353

Anexo 07: Datos para firmeza

Día	Hass			Fuerte		
	Control	F1	F2	Control	F1	F2
0	23	23	23	23	23	23
0	23	23	23	23	23	23
0	23	23	23	23	23	23
2	23	23	23	23	23	23
2	23	23	23	23	23	23
2	23	23	23	23	23	23
4	23	23	23	21.6	19.8	20.1
4	23	23	23	21.8	17.9	22.3
4	23	23	23	20.7	17.2	22.6
6	23	23	23	7.5	5.7	6.5
6	23	23	23	7.2	5.2	6.4
6	23	23	23	8.1	5.2	5.8
8	19.8	21.2	22.6	2.6	3.7	3.9
8	18.8	22.2	22.8	3.2	2.9	3.8
8	19.1	21.8	22.4	3.1	3.5	4.1
10	11.1	14.5	15.2	1.1	1.8	3.2
10	10.8	13.8	14.8	1.3	1.9	3.1
10	10.7	13.8	14.6	1.1	2	2.9
12	6.5	9.6	10.2	0.8	2	1.3
12	7.2	9.4	10	0.7	1.8	1.1
12	7.1	9.2	9.8	0.6	1.7	1.2
14	4.3	5.8	7.2	0.5	1.7	0.9
14	4.4	5.6	6.8	0.6	1.7	1.1
14	3.8	6.2	6.8	0.5	1.5	1.1
16	3.2	3.5	3.8	0.4	0.9	1
16	3	3.3	4.2	0.5	0.7	1.1
16	2.5	3.6	3.8	0.4	0.7	0.9
18	0.5	2.5	3	0.4	0.8	0.7
18	0.6	2.8	2.9	0.4	0.7	0.8
18	0.5	2.7	3.1	0.5	0.7	0.8
20	0.6	2.7	2.9	0.4	0.7	0.7
20	0.5	2.6	2.9	0.3	0.6	0.8
20	0.5	2.5	2.8	0.4	0.7	0.7

Anexo 8. Análisis estadístico para la acidez

Variedad Hass

Control					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	12.48	1.78	25.86	0.000
Error	16	1.10	0.07		
Total	23	13.58			

F1					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	25.22	4.20	62.67	0.000
Error	14	0.94	0.07		
Total	20	26.16			

F2					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	52.98	8.83	126.13	0.000
Error	14	0.98	0.07		
Total	20	53.96			

Bifactorial					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	75.53	10.79	33.27	0.000
Tratamiento	2	11.81	5.91	18.21	0.000
Error	56	18.16	0.32		

Variedad Fuerte

Control					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	80.378	11.483	131.280	0.000
Error	16	1.399	0.088		
Total	23	81.778			

F1					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	50.968	8.495	471.000	0.000
Error	14	0.253	0.018		
Total	20	51.220			

F2					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	60.635	10.106	108.810	0.000
Error	14	1.300	0.093		
Total	20	61.935			

Bifactorial					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	172.978	24.711	63.030	0.000
Tratamiento	2	6.906	3.453	8.810	0
Error	56	21.956	0.392		

Anexo 9. Análisis estadístico para el pH

Variedad Hass

Control					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	2.43	0.35	15144.35	0.000
Error	32	0.00	0.00		
Total	39	2.43			
F1					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	1.72	0.29	86715.98	0.000
Error	28	0.00	0.00		
Total	34	1.72			
F2					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	1.82	0.30	1154.91	0.000
Error	28	0.01	0.00		
Total	34	1.83			
Bifactorial					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	1.25	0.18	3.79	0.001
Tratamiento	2.00	1.34	0.67	14.150	0.000
Error	100	4.73	0.05		

Variedad Fuerte

Control					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	1.44	0.21	1859.19	0.000
Error	32	0.00	0.00		
Total	39	1.44			
F1					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	0.34	0.06	2809.12	0.000
Error	28	0.00	0.00		
Total	34	0.34			

F2					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	0.24	0.04	353.01	0.000
Error	28	0.00	0.00		
Total	34	0.24			
Bifactorial					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7.00	1.29	0.18	24.910	0.000
Tratamiento	2.00	0.29	0.143	19.440	0.000
Error	100	0.74	0.01		

Anexo 10. Análisis estadístico para los sólidos solubles

Variedad Hass

Control					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	77.044	11.0062	38.28	0.000
Error	32	9.2	0.2875		
Total	39	86.244			
F1					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	1.771	0.2952	1.88	0.12
Error	28	4.4	0.1571		
Total	34	6.171			
F2					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	33.943	5.6571	24	0.000
Error	28	6.6	0.2357		
Total	34	40.543			
Bifactorial					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	42.74	6.1056	6.77	0.000
Tratamiento	2	44.15	22.0738	24.47	0.000
Error	100	90.22	0.9022		

Variedad Fuerte

Control					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	99.95	14.2786	113.52	0.000
Error	32	4.025	0.1258		
Total	39	103.975			

F1					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	70.186	11.6976	109.18	0.000
Error	28	3	0.1071		
Total	34	73.186			
F2					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	87.136	14.5226	147.87	0.000
Error	28	2.75	0.0982		
Total	34	89.886			
Bifactorial					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	236.201	33.743	109.39	0.000
Tratamiento	2	0.046	0.0232	0.08	0.928
Error	100	30.845	0.3085		

Anexo 11. Análisis estadístico para el índice de madurez

Variedad Hass

Control					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	1.283	0.183	37.720	0.000
Error	16	0.078	0.005		
Total	23	1.361			
F1					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	0.824	0.137	24.560	0.000
Error	14	0.078	0.006		
Total	20	0.903			
F2					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	1.948	0.325	35.560	0.000
Error	14	0.128	0.009		
Total	20	2.076			
Bifactorial					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	2.681	0.383	12.940	0.000
Tratamiento	2	0.290	0.145	4.900	0.000
Error	56	1.658	0.030		

Variedad Fuerte

Control					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	0.776	0.111	29.050	0.000
Error	16	0.061	0.004		
Total	23	0.838			

F1					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	0.639	0.106	19.310	0.000
Error	14	0.077	0.006		
Total	20	0.716			

F2					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	6	0.617	0.103	17.190	0.000
Error	14	0.084	0.006		
Total	20	0.701			

Bifactorial					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	1.136	0.162	8.130	0.000
Tratamiento	2	0.194	0.097	4.870	0.011
Error	56	1.118	0.020		

Anexo 12. Análisis estadístico para la pérdida de peso

Variedad Hass

Control					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	125.242	17.892	3560153.030	0.000
Error	16	0.000	0.000		
Total	23	125.242			

F1					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	99.102	14.157	36340700.420	0.000
Error	16	0.000	0.000		
Total	23	99.102			

F2					
Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	94.258	13.465	84778270.670	0.000
Error	16	0.000	0.000		
Total	23	94.258			

Bifactorial

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
D	7.000	276.266	39.467	8122.690	0.00
Tratamiento	2.000	20.565	10.282	2116.220	0.00
Error	56	0.272	0.005		

Variedad Fuerte**Control**

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	73.570	10.510	591.080	0.000
Error	16	0.285	0.018		
Total	23	73.855			

F1

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	48.361	6.909	34500385.580	0.000
Error	16	0.000	0.000		
Total	23	48.361			

F2

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	7	44.409	6.344	10914945.540	0.000
Error	16	0.000	0.000		
Total	23	44.409			

Bifactorial

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
D	7	135.062	19.295	586.850	0.000
Tratamiento	2.000	5.287	2.644	80.410	0.000
Error	56	1.841	0.033		

Anexo 13. Análisis estadístico para la firmeza**Variedad Hass****Control**

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	10	3087.08	308.71	24847.24	0.000
Error	22	0.27	0.01		
Total	32	3087.36			

F1

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	10	2642.90	264.29	51303.39	0.000
Error	22	0.11	0.01		
Total	32	2643.02			

F2

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	10	2589.77	258.98	77693.02	0.000
Error	22	0.07	0.00		
Total	32	2589.84			

Bifactorial

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
D	10	8303.29	830.33	4220.60	0.000
Tratamiento	2.00	4.72	2.36	11.990	0.000
Error	86	16.92	0.20		

Variedad Fuerte

Control

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	10	2936.74	293.67	4659.24	0.000
Error	22	1.39	0.06		
Total	32	2938.12			

F1

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	10	2562.43	256.24	1321.25	0.000
Error	22	4.27	0.19		
Total	32	2566.70			

F2

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
Día	10	2787.50	278.75	1464.77	0.000
Error	22	4.19	0.19		
Total	32	2791.68			

Bifactorial

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	p-value
D	10.00	8250.56	825.06	1544.330	0.000
Tratamiento	2.00	3.93	1.964	3.68	0.029
Error	86	45.95	0.53		

Anexo 14. Análisis estadístico para el índice de color

Variedad Hass

Control					
Fuente	GL	SC. Ajust	MC Ajust	Fcal	p-value
Tiempo	10	13128.90	1312.89	486.67	0.00
Error	22	59.40	2.70		
Total	32	13188.30			

F1					
Fuente	GL	SC. Ajust	MC Ajust	Fcal	p-value
Tiempo	10	3412.32	341.23	897.59	0.00
Error	22	8.36	0.38		
Total	32	3420.69			

F2					
Fuente	GL	SC. Ajust	MC Ajust	Fcal	p-value
Tiempo	10	2577.72	257.77	593.92	0.00
Error	22	9.55	0.43		
Total	32	2587.20			

Variedad Fuerte

Control					
Fuente	GL	SC. Ajust	MC Ajust	Fcal	p-value
Tiempo	10	121.12	12.11	31.44	0.00
Error	22	8.48	0.39		
Total	32	129.60			

F1					
Fuente	GL	SC. Ajust	MC Ajust	Fcal	p-value
Tiempo	10	79.55	7.95	29.00	0.00
Error	22	6.03	0.27		
Total	32	85.58			

F2					
Fuente	GL	SC. Ajust	MC Ajust	Fcal	p-value
Tiempo	10	39.48	3.95	32.43	0.00
Error	22	2.68	0.12		
Total	32	42.16			

Anexo 15: Matriz de consistencia

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y FISIOLÓGICAS DE LA PALTA (<i>Persea americana</i>) DE LAS VARIEDADES Haas y Fuerte CON RECUBRIMIENTO BIODEGRADABLE A BASE DE ALMIDÓN DE PAPA NATIVA (<i>Solanum tuberosum</i> ssp. Andigena) Y MUCÍLAGO DE NOPAL (<i>Opuntia ficus-indica</i>)						
Problema Principal:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variables.	Dimensión	Indicadores	La Población y Muestra
<p>¿Cómo son las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la palta de las variedades Haas y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucílago de nopal?</p> <p>Problemas específicos.</p> <p>¿Cómo varían las propiedades fisicoquímicas de la palta de las variedades Haas y fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucílago de nopal?</p> <p>¿Cómo varían las propiedades fisiológicas de la palta de las variedades Haas y fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucílago de nopal?</p>	<p>Evaluar la propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la palta de las variedades Haas y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal.</p> <p>Objetivo Específico</p> <ul style="list-style-type: none"> •Evaluar las propiedades fisicoquímicas de la palta de las variedades Haas y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal. •Evaluar las propiedades fisiológicas de la palta de las variedades Haas y Fuerte con recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucilago de nopal. 	<p>La aplicación del recubrimiento biodegradable a base de almidón de papa nativa y mucílago de nopal sobre la palta de las variedades Haas y Fuerte permite conservar sus propiedades fisicoquímicas y fisiológicas</p>	<p>Independiente: Paltas Formulación del recubrimiento</p> <p>Dependiente Propiedades Físicoquímicas y Fisiológicas</p>	<p>Variedad Formulación</p> <p>pH Acidez Solidos solubles Pérdida de peso Firmeza del fruto Color del fruto</p>	<p>Hass y Fuerte F1 y F2</p> <p>pH % ácido predominant e °Brix % Kg_F L*, *a, *b</p>	<p>Población frutos de Palta (<i>Persea americana</i>) de las variedades Haas y Fuerte</p> <p>Muestra: Se seleccionaron muestras de palta por conveniencia, debido a que se tomó en cuenta las cualidades y características de los frutos de palta como pigmentación adecuada, tamaño uniforme, sin daños físicos, mecánicos y/o biológicos e índice de madurez pintones.</p>