

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



**“EFECTO DEL RECUBRIMIENTO A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA
(*Manihot esculenta*) EN LA CONSERVACIÓN POST-COSECHA DE
PAPAYA (*Carica papaya*) Y PLÁTANO (*Musa paradisiaca*)”**

TESIS PRESENTADA POR:

Bachiller: VARGAS OROS, LUIS ANGEL

Bachiller: MORA RIOS, ISAAC EDWARD

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

ASESOR: DR. QUISPE HERRERA, ROSEL

CO-ASESOR: M. SC. PULLA HUILLCA,
PALMER VICENTE

Puerto Maldonado, 2023

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



**“EFECTO DEL RECUBRIMIENTO A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA
(*Manihot esculenta*) EN LA CONSERVACIÓN POST-COSECHA DE
PAPAYA (*Carica papaya*) Y PLÁTANO (*Musa paradisiaca*)”**

TESIS PRESENTADA POR:

Bachiller: VARGAS OROS, LUIS ANGEL

Bachiller: MORA RIOS, ISAAC EDWARD

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

ASESOR: DR. QUISPE HERRERA, ROSEL

CO-ASESOR: M. SC. PULLA HUILLCA,
PALMER VICENTE

Puerto Maldonado, 2023

Dedicatoria.

A Dios, a mis padres,
a la familia Oros, a mis
asesores y a mis amigos
que conocí a lo largo de mi
vida por ser el apoyo
incondicional.

Luis Vargas

A Dios, a mis padres
Policarpo Mora y Luz
Marina Rios, y a mis
asesores, por todo el apoyo
brindado en mi formación
personal y académica.

Isaac Mora

Agradecimiento.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, a los docentes por brindarnos sus conocimientos, en nuestra formación académica, científica, tecnológica y humana.

A nuestros asesores Dr. Rosel Quispe Herrera y M. Sc. Palmer Vicente Pulla Huillca, por sus aportes científicos y tecnológicos para la investigación.

A nuestros jurados M.Sc. Raúl Huamán Cruz, Dr. Julián Colquehuanca Vilca y Mg. Javier Díaz Viteri, por sus aportes, los cuales ayudaron a mejorar la presente tesis.

A la empresa Industrial Plismor E.I.R.L por su apoyo logístico y al Bach. Elar Omar Fernandez Linares por su asistencia y apoyo en el desarrollo de la investigación.

A todas las personas que de alguna forma contribuyeron en la realización del presente trabajo de investigación.

TURNITIN_ISAAC MORA Y LUIS ANGEL

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	3%
2	1library.co Fuente de Internet	2%
3	revistas.unicordoba.edu.co Fuente de Internet	1%
4	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	www.yumpu.com Fuente de Internet	1%
7	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1%

Presentación

Los recubrimientos se utilizan en frutas y verduras para cumplir con los requisitos de calidad, ya que ayudan a mejorar la apariencia del producto, sin embargo, sus beneficios son diversos, ya que evita el deterioro por exposición a la humedad, reduce la tasa de respiración y presenta una barrera antimicrobiana. En efecto, reduciendo el daño físico durante el transporte y manejo del producto. Hay la exigencia de proponer y determinar recubrimientos a partir de almidón de mandioca con la oportunidad de mejorar significativamente la exposición post-cosecha de las frutas, extendiendo así la vida útil, manteniendo buenas propiedades organolépticas, reduciendo el desperdicio y brindando valor agregado a estas frutas (Alvarenga et al. 2018).

En el presente trabajo de investigación se consigna tres capítulos: capítulo I “problema de investigación”, donde se describe la “descripción del problema” y “objetivo general y específicos” que conducen el presente trabajo, capítulo II muestra el marco teórico, los antecedentes y conceptos básicos que fundamentan el trabajo de investigación, en el capítulo III indica los materiales y métodos empleados en la investigación.

Resumen

Los productos agroindustriales tienen un índice del 20% de pérdida post-cosecha, debido a un mal manejo post-cosecha, sumándole a las condiciones ambientales de la región de Madre de Dios de 25°C y humedad relativa (HR) del 85%.

El proceso de recubrimiento inicia con la obtención de almidón de yuca (*Manihot esculenta*) luego se seleccionó frutos de papaya (*Carica papaya*) y plátano (*Musa paradisiaca*) en estado de post-cosecha, se utilizó muestras sin recubrimiento como testigo, 04 tratamientos de 2% peso-volumen (P/V), 2% (P/V) con sorbato de potasio (S.P), 4% (P/V) y 4 (P/V) con S.P. Todas las muestras se almacenaron a temperatura ambiente promedio de 28°C y una HR de 82,9% durante 12 días.

Para evaluar el efecto del recubrimiento se tiene como variable independiente a recubrimiento a base de almidón de yuca con 01 testigo y 04 tratamientos, como variable dependiente a la conservación post-cosecha, aplicando las técnicas de análisis con 3 repeticiones cada 2 días durante 12 días: colorimetría, % de pérdida de peso, firmeza, pH, sólidos soluble y acidez titulable, los valores obtenidos fueron tratados estadísticamente mediante el diseño completamente al azar.

El recubrimiento a base de almidón de yuca tiene un efecto positivo en la conservación post-cosecha de frutos de papaya y plátano. Las muestras recubiertas con sorbato de potasio obtuvieron un mejor efecto.

Palabras claves: Almidón de yuca, conservación post-cosecha, papaya, plátano, recubrimiento.

Abstract.

Agroindustrial products have a 20% post-harvest loss rate due to poor post-harvest handling, in addition to the environmental conditions in the Madre de Dios region of 25°C and 85% relative humidity (RH).

The coating process began by obtaining starch from cassava (*Manihot esculenta*), then papaya (*Carica papaya*) and plantain (*Musa paradisiaca*) fruits were selected in the post-harvest stage, uncoated samples were used as a control, 04 treatments of 2% weight-volume (W/V), 2% (W/V) with potassium sorbate (S. P), 4% (W/V) and 4 (W/V) with S.P. All samples were stored at an average room temperature of 28°C and a RH of 82.9% for 12 days.

To evaluate the effect of the coating, the independent variable was cassava starch-based coating with 01 control and 04 treatments, and the dependent variable was post-harvest conservation, applying the following analysis techniques with 3 replicates every 2 days for 12 days: colorimetry, % weight loss, firmness, pH, soluble solids and titratable acidity; the values obtained were treated statistically using a completely randomized design.

The coating based on cassava starch has a positive effect on the post-harvest preservation of papaya and banana fruits. Samples coated with potassium sorbate had a better effect.

Key words: Banana, cassava starch, coating, papaya, post-harvest conservation.

Introducción:

El presente estudio tiene como finalidad determinar el efecto del recubrimiento a base almidón de yuca variedad Cevallos (*Manihot esculenta*) en la conservación post-cosecha de papaya variedad Intenza (*Carica papaya*) y plátano variedad Hartón Bellaco (*Musa paradisiaca*).

El manejo post-cosecha de los productos agrícolas juega un papel muy importante en el éxito de los proyectos agroindustriales destinados a comercializar productos de alta calidad. Estas empresas manejan productos agrícolas frescos, las que podemos llamar agroindustrias de adecuación, pero para darles la connotación agroindustrial deben tener incorporado o vinculado estrechamente al productor de materias primas (Vargas 2007).

El recubrimiento es una fina capa de material orgánico homogéneo que se aplica a la fruta para su conservación y consumo. En los últimos años se han investigado un gran número de materiales para obtener películas comestibles y biodegradables (Mathew y Abraham 2008).

En fin, de seguir la tendencia de la conservación del medio ambiente, se desarrollaron nuevas propuestas de envasado de frutas y hortalizas y a la reducción del consumo de envases de plástico no biodegradables. Actualmente se busca un producto que se pueda descomponer completamente en CO₂ y agua, que puedan dar un uso como fertilizante orgánico. Las películas hechas de materiales biodegradables como el almidón y las ceras son transparentes, flexibles y resistentes, y el uso de plastificantes disponibles comercialmente pueden aumentar significativamente la biodegradabilidad, además de mejorar las bondades mecánicas y de barrera (Villada, Acosta y Velasco 2007).

Como parte de la innovación tecnológica agroindustrial y el desarrollo tecnológico que requieren los integrantes de la cadena productiva agrícola, se desarrollaron estrategias para minimizar el impacto y mejorar la competencia en mercados cada vez más minuciosos. El desarrollo de nuevas tecnologías respetuosas con el ecosistema que faciliten la producción de materias orgánicas como polisacáridos, proteínas, lípidos y mezclas de estos

compuestos, aplicados a frutas y verduras como recubrimientos para controlar el crecimiento de los microorganismos patógenos y factores externos que ocasionan fallas en la maduración. El efecto del recubrimiento extiende la vida en anaquel de la fruta al aminorar la transmisión de gas y vapor de agua y ofrecen un producto agrícola de aspecto fresco, nutricionalmente valioso y libre de patógenos (Fernández et al. 2017).

La importancia de la investigación radica en encontrar una alternativa para alargar la vida de anaquel de papayas y plátanos mediante el uso de recubrimientos que eviten el deterioro del producto por el proceso de maduración, ataque de hongos, daños mecánicos durante el transporte y el proceso de distribución, esto permite la apertura de nuevos mercados y la posibilidad de fortalecer la cadena de la industria frutícola.

Este proyecto de investigación fue elegido debido a la existencia de malas prácticas en la cosecha y las operaciones post-cosecha que dan como resultado pérdidas sustanciales de productos frutícolas, el efecto se observa en las propiedades de calidad, pero también en la rentabilidad de la actividad frutícola.

INDICE

1. CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4. Variables	2
1.4.1. Variable independiente	2
1.4.2. Variable dependiente	3
1.5. Operacionalización de variables.....	3
1.6. Hipótesis.....	3
1.6.1. Hipótesis alterna (H_1).....	3
1.6.2. Hipótesis nula (H_0).....	3
1.7. Justificación.....	4
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de estudio	6
2.1.1. Antecedentes internacionales	6
2.2. Marco teórico.....	8
2.2.1. Plátano.....	8
2.2.2. Papaya.....	13
2.2.3. Yuca.....	18
2.2.4. Recubrimientos	24
2.2.5. Procesamiento del recubrimiento	27
2.2.6. Descripción del proceso del recubrimiento en frutas	29
2.2.7. Almidón.....	29
2.2.8. Procesamiento para la obtención de almidón de yuca.....	31
2.2.9. Descripción del proceso de obtención de almidón de yuca	31
2.2.10. Conservación post-cosecha.....	32

2.3. Definición de términos.....	38
3. CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	41
3.1. Tipo de estudio.....	41
3.2. Diseño del estudio.....	41
3.3. Población y muestra.....	42
3.3.1. Población.....	42
3.3.2. Muestra.....	42
3.4. Métodos y técnicas.....	43
3.4.1. Obtención del almidón de yuca.....	43
3.4.2. Proceso de recubrimiento por inmersión	45
3.4.3. Técnicas de análisis.....	47
3.5. Tratamiento de los datos.....	49
3.5.1. Análisis estadístico	49
4. CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	50
4.1. Evaluación de porcentaje de pérdida de peso en papaya	50
4.2. Evaluación de variación de color en la papaya	51
4.3. Evaluación de variación de firmeza en papaya	55
4.4. Evaluación de variación de sólidos solubles (°Bx) en papaya.....	56
4.5. Evaluación de variación de pH en papaya	57
4.6. Evaluación de variación de acidez titulable en papaya	58
4.7. Evaluación de porcentaje de pérdida de peso plátano.....	59
4.8. Evaluación de variación de color en el plátano	61
4.9. Evaluación de variación de firmeza de plátano	65
4.10. Evaluación de variación de sólidos solubles (°Bx) en plátano.....	66
4.11. Evaluación de variación de pH plátano	67
4.12. Evaluación de variación de acidez titulable en plátano	68
5. CONCLUSIONES	70

6. SUGERENCIAS.....	71
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
8. ANEXOS.....	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Maduración del plátano.....	12
Figura 2. Maduración de la papaya.....	16
Figura 3. Desarrollo de la planta de yuca.....	23
Figura 4. Diagrama de flujo de recubrimiento a base de almidón de yuca..	28
Figura 5. Diseño estructural básico de (a) unidades de glucosa, (b) amilosa, (c) amilopectina.....	30
Figura 6. Diagrama de bloques del recubrimiento a base de fécula de yuca... ..	34
Figura 7. Diseño de estudio.	42
Figura 8. Diagrama de extracción de almidón de yuca.	44
Figura 9. Diagrama de recubrimiento por inmersión.	46
Figura 10. Variación de color en la papaya en 12 días de almacenamiento.	52
Figura 11. Variación de color en el plátano en 12 días de almacenamiento.	62
Figura 12. Cosecha de plátano	90
Figura 13. Cosecha de yuca	90
Figura 14. Cosecha de papaya	90
Figura 15. Selección y clasificación de papayas	91
Figura 16. Selección y clasificación de plátanos	91
Figura 17. Selección y clasificación de yucas	91
Figura 18. Lavado y desinfección de yucas	92
Figura 19. Triturado de yuca	92
Figura 20. Sedimentación de almidón.....	92
Figura 21. Secado de almidón	92
Figura 22. Almidón de yuca.....	92
Figura 23. Lavado y desinfección de frutos.....	93

Figura 24. Elaboración de recubrimiento	93
Figura 25. Recubrimiento por inmersión	93
Figura 26. Almacenamiento en anaquel.....	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de variables	3
Tabla 2.	Composición nutricional del plátano por 100g	10
Tabla 3.	Composición nutricional de la papaya por 100 (g).	15
Tabla 4.	Composición nutricional de la yuca por 100 (g).	21
Tabla 5.	Porcentaje de pérdida de peso en papaya.....	50
Tabla 6.	Variación de color coordenada L* en papaya	53
Tabla 7.	Variación de color coordenada a* en papaya	54
Tabla 8.	Variación de color coordenada b* en papaya	54
Tabla 9.	Variación de diferencia total de color E* en papaya.....	54
Tabla 10.	Variación de firmeza en papaya.....	55
Tabla 11.	Variación de solidos solubles en papaya	56
Tabla 12.	Variación de pH en papaya.....	58
Tabla 13.	Variación de acidez titulable en papaya.....	59
Tabla 14.	Porcentaje de pérdida de peso en plátano.....	60
Tabla 15.	Variación de color coordenada L* plátano	63
Tabla 16.	Variación de color coordenada a* plátano	64
Tabla 17.	Variación de color coordenada b* en papaya	64
Tabla 18.	Variación de diferencia total de color E* plátano.....	64
Tabla 19.	Variación de firmeza de plátano.....	65
Tabla 20.	Variación de solidos solubles en plátano	67
Tabla 21.	Variación de pH en plátano.....	67
Tabla 22.	Variación de acidez titulable en plátano.....	68
Tabla 23.	ANOVA % pérdida de peso en papaya	94
Tabla 24.	ANOVA variación de color en la papaya L* en papaya	94
Tabla 25.	ANOVA variación de color en la papaya a* en papaya	94

Tabla 26. ANOVA variación de color en la papaya b* en papaya	95
Tabla 27. ANOVA variación total de color E* en papaya	95
Tabla 28. ANOVA variación de firmeza en papaya.....	95
Tabla 29. ANOVA variación de solidos solubles en papaya	96
Tabla 30. ANOVA variación de pH en papaya	96
Tabla 31. ANOVA variación de acidez titulable en papaya.....	96
Tabla 32. ANOVA variación de pérdida de peso en plátano.....	97
Tabla 33. ANOVA variación de color en plátano L*	97
Tabla 34. ANOVA variación de color en plátano a*	97
Tabla 35. ANOVA variación de color en plátano b*	98
Tabla 36. ANOVA variación total de color en plátano	98
Tabla 37. ANOVA variación de firmeza en plátano.....	98
Tabla 38. ANOVA variación de solidos solubles en plátano	99
Tabla 39. ANOVA variación de pH en plátano	99
Tabla 40. ANOVA variación de acidez titulable en plátano.....	99

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

Actualmente, debido al desarrollo sostenible, el objetivo es fabricar envases con materiales que tengan el menor impacto ambiental posible. Para satisfacer esta demanda han surgido materiales biodegradables, que son alternativas eficaces a los plásticos derivados del petróleo, una materia prima no renovable que demora unos 200 años en ser reabsorbido por el medioambiente. Se denominan plásticos biodegradables a los materiales que se exponen a ciertas condiciones de humedad, microorganismos y oxígeno en prolongados meses y se convierten en residuos simples por la acción de enzimas, bacterias, agua, dióxido de carbono (CO₂) y biomasa (Parzanese 2006).

Los plásticos biodegradables son componentes básicos de polímeros y se producen en su mayoría a partir de materias primas renovables de procedencia animal, vegetal o microbiano. Estos materiales biodegradables se utilizan actualmente en diversos campos (médico, agrícola, alimentario, envases y embalajes, etc.), se debe tener en cuenta las bondades funcionales que posee la materia prima en relación a la aplicación específica a la que se use (Parzanese 2006).

Diversos productos hortofrutícolas producidos a nivel mundial tienen un índice de pérdida post-cosecha del 20% debido a la degradación microbiana y fisiológica, a factores técnicos como métodos de cosecha, embalaje y rutas de transporte inadecuados. Esto se refleja en la corta vida útil de los productos de frutas y hortalizas (Castro et al. 2011).

Los factores ambientales del departamento de Madre de Dios son de una temperatura promedio de 25°C y la humedad relativa que fluctúa entre

82.9% y 92.6%, con precipitaciones que alcanzan los 300mm de agua mensuales (Correa et al. 2011). Los factores ambientales no solo controlan o determinan la calidad de los frutos, sino también su comportamiento post-cosecha, especialmente cuando tenemos que exponerlos a tiempos de almacenamiento prolongados (Castro et al. 2011).

Con el objetivo de maximizar el potencial de almacenamiento post-cosecha de la fruta papaya Intenzza (*Carica papaya*) y plátano Hartón Bellaco (*Musa paradisiaca*) se aplicará un recubrimiento procesado a partir de almidón de yuca, para la conservación post-cosecha y reducir los factores ambientales de la región de Madre de Dios que influyen en la madurez de los frutos.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca variedad Cevallos (*Manihot esculenta*) en la conservación post-cosecha de papaya variedad Intenzza (*Carica papaya*) y plátano variedad Hartón Bellaco (*Musa paradisiaca*)?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca variedad Cevallos (*Manihot esculenta*) en la conservación post-cosecha de papaya variedad Intenzza (*Carica papaya*) y plátano variedad Hartón Bellaco (*Musa paradisiaca*).

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Obtener un recubrimiento a base de almidón de yuca y recubrir por inmersión la papaya y plátano.
- b. Evaluar la conservación post-cosecha de la papaya y plátano con recubrimiento a base de almidón de yuca, durante 12 días.

1.4. Variables

1.4.1. Variable independiente

Recubrimiento a base de almidón de yuca

1.4.2. Variable dependiente

Conservación post-cosecha

1.5. Operacionalización de variables

La operacionalización de variable se muestra en la Tabla 1.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis alterna (H_1).

H_1 : El recubrimiento a base de almidón de yuca tiene un efecto positivo en la conservación post-cosecha de papaya y plátano.

1.6.2. Hipótesis nula (H_0).

H_0 : El recubrimiento a base de almidón de yuca no tiene un efecto positivo en la conservación post-cosecha de papaya y plátano.

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Recubrimiento de almidón de yuca (Variable independiente)	Tratamiento 1	Concentración 1	0% de almidón de yuca
	Tratamiento 2	Concentración 2	2% de almidón de yuca
	Tratamiento 3	Concentración 2	2% de almidón de yuca con sorbato de potasio
	Tratamiento 4	Concentración 3	4% de almidón de yuca
	Tratamiento 5	Concentración 3	4% de almidón de yuca con sorbato de potasio
Conservación post-cosecha (Variable dependiente)	Color	Valores de las coordenadas L^* a^* y b^* (CIELAB)	L^* = luminosidad a^* = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde) b^* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

pH	Acido o básico	- log [H+]
Firmeza	Firmeza por penetrómetros	Newton (N)
Sólidos solubles	Contenido de sólidos solubles	Grados brix (°Bx)
Acidez titulable	Volumen gastado	% de ácido cítrico o málico
Peso	Porcentaje (%) de pérdida de peso	% Pérdida de peso

Fuente: Elaboración propia, (2022).

1.7. Justificación

La producción de papaya en el 2020 llegó a 33,362.00 toneladas mientras el plátano llegó a 36,351.00 toneladas (MIDAGRI 2020), siendo Madre de Dios la principal zona productora en el sur de Perú. Cerca del 75% de la producción se transporta a mercados locales de Cusco, Puno y Lima (Gestión.pe 2021), lo cual implica tener más tiempo de almacenamiento de los frutos, por lo tanto, es necesario aplicar métodos de conservación post-cosecha para evitar pérdidas en la producción y calidad del producto para lo cual se aplica el recubrimiento a base de almidón de yuca.

La elección y uso como materia prima para obtener el almidón para el recubrimiento se debe a que la yuca tiene una producción de 14665 toneladas (MIDAGRI 2020). Una materia prima disponible en el departamento de Madre de Dios, además de su alta producción de almidón y antecedentes de estudios, la aplicación de un recubrimiento tiene como objetivo dar un efecto positivo a la conservación post-cosecha en la papaya variedad Intenza y plátano variedad Hartón Bellaco.

En la actualidad la producción de yuca está dirigida al consumo local, el desarrollo de nuevos procesos para su uso implicaría una mayor producción y demanda, lo cual desarrollaría una producción más tecnificada a una escala agroindustrial lo cual permitirá la apertura de nuevos puestos de trabajo para el departamento de Madre de Dios, con el objetivo de exportar productos inocuos con un desarrollo sostenible con el medioambiente.

El uso de la innovadora tecnología de recubrimiento a base de almidón de yuca permitirá conservar frutos inocuos del plátano y papaya, disminuir las pérdidas post-cosecha en su comercialización.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Alvarenga et al. (2018), en la tesis “Formulación y caracterización de una biopelícula comestible elaborada a partir de almidón de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y yuca (*Manihot esculenta*)”, evaluaron la formulación de un recubrimiento a base del almidón de sorgo y de mandioca, posteriormente se evalúa el efecto de la biopelícula en fresas y moras por medio de diversos parámetros fisicoquímicos, el recubrimiento al 5% P/V de almidón, la glicerina al 2% y el sorbato de potasio al 0.1% P/V en fresas lograron minimizar el aumento en el % de acidez titulable, prolongo por más tiempo el contenido de sólidos solubles, y también logró que los cambios en el porcentaje de acidez titulable fueran menores en moras.

Miranda, Alvis y Arrazola (2014), en la revista “Temas Agrarios” en el artículo: “Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (*Carica papaya*) variedad Tainung”, manifiestan, el efecto del recubrimiento comestible de almidón de yuca y cera comercial en la prolongación de la vida útil de la papaya (*Carica papaya*) Tainung, los tratamientos fueron dos una se dio en una concentración de 4% de almidón de mandioca y la otra con cera comercial, siendo recubiertas las papayas se procedió a su almacenamiento a condiciones ambientales por 9 días, concluyeron que no hubo cambios significativos en acidez, sólidos solubles y % de pérdida de peso entre los dos recubrimientos y el testigo; sin embargo, las diferencias se encontraron en la firmeza y textura de la papaya control.

Figuroa, Salcedo y Narváez (2013), en la revista “Temas Agrarios” en el artículo: “Efecto de recubrimientos comestibles a base de almidón nativo y

oxidado de yuca sobre la calidad de mango (*Tommy Atkins*) “, manifiestan, la evaluación del efecto de un recubrimiento a base de almidón de mandioca modificado sobre mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica*). Las películas de formulación fueron de almidón de mandioca nativo y oxidado (15%), glicerol como plastificante (10%) y compuestos lipídicos (3%), concluyeron que la aplicación de un recubrimiento a partir de almidón de mandioca redujo el % de pérdida de peso y su maduración física, prolongando su vida útil.

Palacin Beltran (2012), en la tesis “Efectos de recubrimientos de almidón de yuca, ácido ascórbico, N-acetil-cisteína en la calidad del plátano”, registraron el efecto de recubrimiento de almidón de mandioca en la calidad del plátano Hartón (*Musa paradisiaca*) en la fase post-cosecha. Aplicar el recubrimiento en remojo durante 5 minutos y medir el efecto, caracterizar propiedades fisicoquímicas, sólidos solubles totales, % de acidez titulable, % de pérdida de peso, dureza, color y pH, almacenada a 18 ± 4 °C y 85 % de humedad relativa (HR) los días 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 y 32. Los plátanos recubiertos redujeron el % de pérdida de peso fisiológico, prolongaron la firmeza de la pulpa, exhibieron datos de pH entre 5,5 y 6,5. El tratamiento óptimo para prolongar las propiedades de calidad del plátano almacenada a 18 y 4 °C y 85% de humedad relativa, fue el tratamiento de 6 g/L de ácido ascórbico adicionado con N-acetil-cisteína de 8 g/L.

Barco Hernández, Paola et al. (2011), en el artículo “Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate”, reportan el efecto de un recubrimiento a partir de almidón de mandioca modificado (*Manihot esculenta*) en el tomate (*Solanum lycopersicum*) expuesto al ambiente, recubiertos por inmersión con almidón de mandioca y conservantes naturales como el ajo durante 3 semanas, midieron parámetros fisicoquímicos cada 2 días. Concluyeron que la solución de concentración de 4% P/V de almidón, fue el tratamiento con mejor resultado, mostrando retraso en su maduración y poseyendo las propiedades de calidad del tomate con un 4.64% de pérdida de peso y firmeza 8.91N.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Plátano

2.2.1.1. Generalidades

El plátano es un producto frutícola comercializado entre países, después de los cereales y el cacao, y una de las frutas más demandadas en los países por su energía, minerales y vitaminas A, C, B6 (Ramalingam 2020). Se registro una producción de 39 millones de toneladas entre los países productores de plátano, en la gran mayoría la producción se orienta a la comercialización de mercados nacionales, regionales y locales (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2011).

2.2.1.2. Morfología

- a. Hojas:** Son de gran longitud, dispuestas en espiral, de 2 a 4 metros de largo, hasta medio metro de ancho, pecíolos de 1 metro o más de largo, ramas delgadas y ovaladas (Bhat 1985).
- b. Tallo:** El principal tallo es un rizoma subterráneo de gran tamaño, almidonado, con yemas, que se desarrollan una vez que la planta florece y da frutos. A medida que cada retoño madura en el rizoma, la yema terminal pasa a ser en una inflorescencia a medida que sale del suelo a través de la extensión del tallo hasta que crece un pseudotallo (Bhat 1985).
- c. Raíces:** Están distribuidas superficialmente en capas de 30-40 cm, la mayoría concentradas en 15-20 cm. Blanca y tierna al brotar, luego dura y amarilla. Pueden alcanzar un crecimiento lateral de 3 m y una profundidad de 1,5 m. La penetración de las raíces es débil, por lo que la distribución de las raíces depende de la textura y estructura del suelo (Bhat 1985).
- d. Coloración:** Todo el proceso de desarrollo y los cambios que se observan en el fruto se denomina maduración. A medida que maduran, los plátanos Hartón Bellaco experimentan una variación de color de verde a amarillo, que está ligado con la degradación de la clorofila (Bhat 1985).

2.2.1.3. Clasificación taxonómica del plátano

Una regla taxonómica para examinar las afinidades entre los organismos y su historia evolutiva en los sistemas biológicos, los plátanos tienen las siguientes subdivisiones:

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Orden:	<i>Zingiberales</i>
Familia:	<i>Musaceae</i>
Género:	<i>Musa</i>
Especie:	<i>M. Paradisiaca</i>

(Bhat 1985)

2.2.1.4. Composición nutricional del plátano

Se detalla en la tabla 2 la composición nutricional del plátano, que contiene proteínas (1.03) y lípidos (0.37). En su composición se observa gran cantidad de carbohidratos (32). En los plátanos verdes, el carbohidrato principal es el almidón, pero a medida que los plátanos maduran, el almidón se descompone en azúcares simples como sacarosa, glucosa y fructosa. Por lo tanto, mientras el plátano esté maduro, es una fruta suave y sana. Sin embargo, el almidón hace que los plátanos verdes sean indigestos, lo que los hace difíciles de digerir y puede causar gases e indigestión. Además, los plátanos contienen inulina y otros fructooligosacáridos que no pueden ser digeridos por las enzimas intestinales que llegan al último tramo del intestino y tienen un efecto positivo en el tránsito intestinal (Pérez-Lizaur et al. 2014).

Los plátanos aportan de potasio, que favorece al desarrollo normal de los músculos. El plátano da una dotación de vitamina B6, que a su vez genera el buen funcionamiento del sistema nervioso (Pérez-Lizaur et al. 2014).

El plátano maduro Hartón Bellaco se caracteriza por un gran porcentaje en hidratos de carbono. Los nutrientes más altos del plátano son el potasio, magnesio, ácido fólico y componentes con efectos astringentes, y su aporte de fibra. Los plátanos maduros son fáciles de digerir y facilitan la

secreción de jugos gástricos, poseen un alto valor energético y aporte de vitaminas B y C, al igual que los tomates o los limones (Hernandez 2009).

Tabla 2. Composición nutricional del plátano por 100g

Componente	Unidad	Endocarpio de plátano	
		Inmaduro	Maduro
Energía	Kcal	99	122
Agua	g	63	65
Proteína	g	0.8	1.3
Lípidos totales	g	0.1	0.37
Carbohidratos	g	24.3	32
Fibra dietaría	g	5,4	2-3.4
Na+	mg	-	4
K+	mg	-	500
Ca++	mg	7	3
Mg++	mg	33	35
P	mg	35	30
Fe	mg	0.5	0,6
Cu	mg	0.16	-
Zn	mg	0.1	-
Mn	mg	15	-
Vitamina C	mg	20	20
Tiamnina	mg	0.05	0.08
Riboflavina	mg	0.05	0.04
Niacina	mg	0.7	0.6

Fuente: (Pérez-Lizaur et al. 2014).

2.2.1.5. Almacenamiento y madurez del plátano

Si la fruta se va a almacenar, es una obligación acatar las normas establecidas de calidad, inocuidad, esterilización y absolutamente ningún corte, bulto, magulladura que acelere el proceso de maduración y cambie la composición del sabor, la firmeza y el color. El plátano tiene que empacarse en cajas duraderas y ventiladas con separación entre las cajas para un cambio constante del aire; las cajas del producto se apilan de manera ordenada y se

marcan por fecha de llegada para garantizar un control de venta adecuado de la fruta. En el almacenamiento de frutas se debe tener en cuenta la similitud entre frutas estas deben tolerar la misma temperatura, humedad relativa y producción de etileno (Álvarez 2020).

La temperatura que se sugiere para acopiar plátanos en post-cosecha es de 11.5°C a 12.5°C y una humedad de 90% a 95% para asegurar una prolongada vida anaquel de 21 días (Álvarez 2020).

La etapa de maduración se debe llevar en la misma cámara de refrigeración o por separado, incluyendo el aumento gradual de la temperatura hasta los 21°C y completando la maduración aproximadamente en 1 semana. La elevación de la temperatura es baja, siendo el límite de dos grados por hora, la humedad de refrigeración debe estar en un intervalo del 90% y el 95% durante el proceso (Álvarez 2020).

En la etapa de venta, el plátano debe almacenarse nuevamente después de tener un epicarpio amarillo, solo puede almacenarse en la caja a una temperatura constante de 13°C durante otra semana después de haber sido refrigerada (Álvarez 2020).

Se debe tener en cuenta que los plátanos verdes se ennegrecerán muy rápidamente si se almacenan por debajo de la temperatura especificada, lo cual perderá su valor económico (Álvarez 2020).

El plátano verde contiene 23,0% de almidón, que desaparece con la maduración, y 7,0% de taninos en el fruto le dan un sabor astringente, que desaparece con la madurez del fruto (Garzón y Navas 2013).

Los plátanos maduros se caracterizan por contener un 90% de sacarosa y un 7% de almidón, y la sacarosa se compone de la unión de las moléculas de glucosa y fructosa, esto implica que se absorbe con rapidez en el torrente sanguíneo y tiene un mayor impacto en las respuestas de insulina y azúcar en la sangre. Si necesitamos energía para reponer nuestras reservas de glucógeno posterior a actividades físicas, se recomienda el consumo del plátano maduro, si la actividad física es constante y de larga duración la elección debe ser el plátano más verde (Cheesman 1948).

El valor nutricional de los plátanos es similar al de las bananas, pero también contienen vitamina A y son una excelente fuente de carbohidratos, como los almidones (Champion 1975).



Figura 1. Maduración del plátano.

Fuente: (Kader 2021).

2.2.1.6. Manejo post-cosecha del plátano (*Musa paradisiaca*).

La post-cosecha incluye todas las actividades y el manejo utilizado para mantener la calidad de la fruta; recolección, transporte, empaque y distribución (Kader 2021).

El índice de cosecha se considera un parámetro o indicador que le dice a los agricultores qué racimos se puede cosechar, dependiendo de la demanda del consumidor y las condiciones de la unidad agrícola (variedad, clima, disponibilidad) (Kader 2021).

La cosecha se basa en el corte de racimos de plátano de acuerdo a las bandas de colores que indican la edad del racimo, se debe tener en cuenta el pleno desarrollo fisiológico y madurez, las características fisicoquímicas y de presentación se adecuan a la demanda del consumidor (Kader 2021).

2.2.1.6.1. Cuidados post-cosecha

Evite que las bananas estén expuestas a la luz solar después de la cosecha para evitar daños por quemadura y maduración descontrolada. Si es posible, evite golpearse o lastimarse, ya que los microorganismos pueden dañar rápidamente el producto. Si mezcla fruta madura y verde, esta última madurará rápidamente por la acción del etileno. La selección implica separar

la fruta de alta calidad de la fruta que no es apta para la venta debido a su apariencia (Santa Ana et al. 2018).

2.2.1.7. Beneficios del plátano

La pulpa del plátano posee bondades antimicrobianas debido a su naturaleza química, poseen neurotransmisores como la serotonina y dopamina, el mesocarpio de plátano es una excelente fuente de potasio (Montaño y Blasco 2014).

2.2.2. Papaya

2.2.2.1. Generalidades

La papaya es una fruta muy proclive a los microorganismos, posee una vida útil baja por tener un 90% de contenido de agua, el epicarpio tiene sensibilidad a golpes, una alta actividad de respiración y salida de calor (Sañudo et al. 2008).

La causa común en la pérdida de producción de la fruta, se debe a la mala conducción posterior a la cosecha, que incluye magulladuras, abuso, antracnosis y otras podredumbres fúngicas (15 %) y manipulación excesiva (75 %) (Elshiekh y Abu-Goukh 2008).

En la actualidad, los supermercados y las cadenas minoristas tienen estándares en la compra de papayas; estos requisitos incluyen el uso de recubrimientos superficiales, un fruto recubierto reducirá su tasa de respiración y la pérdida de agua, visualmente le dan un brillo y frescura (Elshiekh y Abu-Goukh 2008).

2.2.2.2. Morfología

- a. Raíz:** El rizoma de la papaya es un cono con extensas raíces menores, se adecuan al tipo suelo, logran extenderse a 1 m de profundidad (Espinoza Olivares 2015).
- b. Tallo:** La cicatrización sucesiva de las hojas ahueca y endurece el tallo con el tiempo. La longitud del tallo de la planta se debe principalmente a la constante fotosíntesis del vegetal (Agrotendencia 2018b).
- c. Hojas:** Hojas alternas, reunidas en la parte superior de tallos y ramas, pecíolos largos, bien abiertos, de 50 cm promedio de grosor, lisas,

entrelazadas, nervio central grueso, bases profundamente cordadas, lóbulos superpuestos; 7 a 11 lóbulos grandes (Espinoza Olivares 2015).

- d. Flores:** La papaya es una fruta polígama, lo que significa que sus plantas tienen tres tipos de sexo bien diferenciados: hembra, andrógino y macho (Gil y Miranda 2005).
- e. Fruto:** Las bayas son ovoides y delgadas, en forma de pera o casi cilíndricas, grandes, carnosas, jugosas, con surcos de color amarillo verdoso, amarillo o amarillo naranja cuando maduran, unicelulares, el mesocarpio color naranja o rojizo en el interior, muchas semillas en la parte superior. parte superior, 10 de largo - 25 cm de largo o más, 7-15 cm de diámetro o más (Infoagro 2012).

2.2.2.3. Clasificación taxonómica de la papaya

Dominio:	<i>Eucariotas</i>
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Brassicales</i>
Familia:	<i>Caricaceae</i>
Género:	<i>Carica</i>
Especie:	<i>Carica papaya L.</i>

(Agrotendencia 2018b)

2.2.2.4. Composición nutricional de la papaya

La papaya contiene vitamina C superando a las naranjas. Cada 100 gramos de pulpa de papaya pueden aportar los requerimientos diarios de vitamina C y vitamina A. En los carotenoides provitamina A, predomina el porcentaje en criptoxantina, un elemento que, que ingresa nuestro organismo y tiene su conversión a la vitamina A, también tiene un efecto antioxidante y preventivo, reduce el riesgo de contraer cáncer y las enfermedades cardiovasculares (Nutrición.org 2021).

El caroteno, el licopeno, también se encuentra en la papaya de pulpa roja, que también tiene actividad antioxidante. (Nutrición.org 2021).

Tabla 3. Composición nutricional de la papaya por 100 (g).

Componente	Unidad	Cantidad
Energía	Kcal	32.4
Proteínas	g	0.50
Lípidos totales	g	0
Hidratos de carbono	g	7.60
Fibra	g	1.9
Agua	g	89.4
Magnesio	mg	13
Retinol (vit. A)	µg	47
Vitamina C	mg	64
Carotenoides	mg	948

Fuente: (Centro Nacional de Alimentación y Nutrición 2017)

2.2.2.5. Almacenamiento y madurez de papaya

La refrigeración forma parte del almacenamiento de la papaya, se recomienda almacenarla en post-cosecha en un empaque y congelar a 9.5°C, la fase de maduración de la fruta es muy lento a esta temperatura. El transporte debe realizarse en un remolque, contenedor o bodega refrigerada. Una vez que la papaya llega a su destino, se puede aumentar la temperatura para acelerar su maduración. La maduración es paulatina a temperaturas inferiores a 18°C (Mundoagro 2017).

La fruta no debe almacenarse ni manipularse por debajo de los 10°C para evitar quemaduras y pérdida de textura al 100% de madurez. Evite los cambios de temperatura repentinos y prolongados, ya que esto puede provocar que la fruta se endurezca (Mundoagro 2017).

En general, para alcanzar el 75% de madurez, es relevante una uniforme temperatura para tener una paulatina maduración. Un patrón de almacenamiento es a diez grados centígrados, se puede almacenar hasta por tres semanas, pero si se calienta a 24°C, se puede almacenar hasta por cinco días (Mundoagro 2017).

Se dice que la papaya está en condiciones de consumo cuando la zona ecuatorial tiene una coloración amarilla. No sobre madurar la fruta ya que esto acortará su vida y sabor (Mundoagro 2017).

Una vez cortada la papaya se recomienda guardarla en un recipiente hermético en una refrigeración de 5.5°C. las propiedades organolépticas y la estructura de la papaya persisten durante unos seis días, después de lo cual el sabor disminuye y la textura cambia hasta corrugarse (Mundoagro 2017).

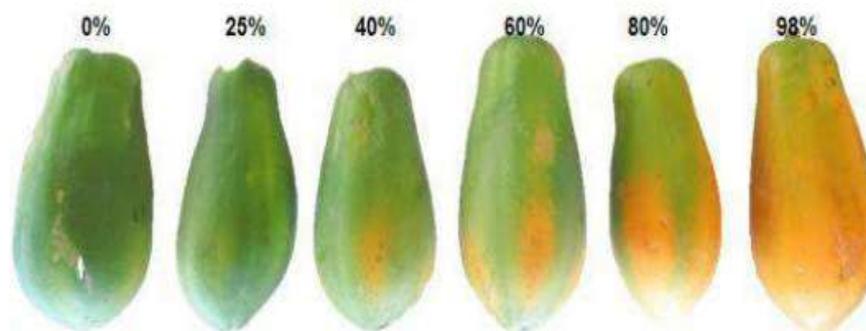


Figura 2. Maduración de la papaya.

Fuente: (CropLife Latín América 2014)

2.2.2.6. Manejo post-cosecha de la papaya

La planta de la papaya produce frutos después de cuatro meses de la floración, la producción de la fruta es continua durante todo el año (Agrotendencia 2018b).

La papaya al ser una fruta climatérica (lo que significa, entre otras cosas, que continúa madurando después de la cosecha), debe cortarse en su madurez fisiológica (Agrotendencia 2018b).

Se debe tener mucho cuidado al momento de la cosecha, ya que el simple daño físico a la fruta puede ser un punto de entrada para muchos patógenos que causan infecciones en la fruta (Agrotendencia 2018b).

La etapa post-cosecha de las papayas es uno de los momentos claves que determinan la inocuidad del producto que demanda el mercado, esta actividad genera condiciones a la papaya para aguantar a la manipulación

desde que sale del lugar de cosecha hasta su comercialización (Agrotendencia 2018b).

2.2.2.6.1. Sistema semi-tecnificado de post-cosecha.

Se retira la plantación por camillas y luego se traslada a los cables de transporte (Agrotendencia 2018b).

Antes de su almacenamiento pasan por tres envases, el lavado se realiza en el primer envase, la fruta se enjuaga en el segundo y luego en el tercer envase se aplica un fungicida para quitar todo tipo de hongo. Luego ingresa al proceso de secado, y luego del proceso de secado, va directamente al empaque, para luego ser transportado al destino (Agrotendencia 2018b).

2.2.2.6.2. Cuidados post-cosecha

Las papayas se almacenan por lo general se almacenan, a una temperatura entre siete y trece grados centígrados, se debe tener en cuenta el grado de maduración, y una humedad promedio del 92.5%. Se vierte etileno para una maduración acelerada y uniforme. El tratamiento térmico también se puede utilizar para matar posibles insectos (Interempresas Media 2021).

El almacenamiento se da a 13°C cuando se coseche verde o cuando una cuarta parte de la superficie esté amarilla. Cuando están parcialmente maduros (1/4 a 1/2 son amarillos por fuera), la temperatura debe reducirse a 10°C. Cuando están aptas para el consumo (la mitad del epicarpio de color amarillo), la temperatura recomendada es de 6.8°C. En todos los casos, la humedad relativa óptima es 90-95% (Interempresas Media 2021).

La papaya comienza a madurar en exposición al etileno externo, al aplicarse a 100 ppm de este gas durante 24-48 horas en un ambiente a una temperatura de 20 a 25 °C y una humedad del 90-95%, la maduración será más rápida y uniforme (Interempresas Media 2021).

Cuando se utiliza atmósfera controlada, se vuelve paulatina la madurez y conserva la firmeza de la fruta. Las condiciones recomendadas son 3 a 55% de oxígeno y 5 a 8% de CO₂. Pueden almacenarse hasta 5 semanas en estas

condiciones y a una temperatura de 13 °C, y hasta 4 semanas en atmósfera normal (Interempresas Media 2021).

2.2.2.7. Beneficios de la papaya

Las papayas contienen más vitamina C que las naranjas, con 1 taza que contiene el 44 por ciento de la porción usual indicada de vitamina C (Mercola Do 2016).

Las enzimas como la quimopapaína en la papaya es en parte responsable de las propiedades antiinflamatorias de esta fruta, reduce la inflamación y alivia el dolor articular (Pattison et al. 2004).

En un estudio, se demostró que la actividad de los compuestos de bencilglucosinolato (BG) que se encuentran en las semillas y la pulpa tiene propiedades anticancerígenas. Se encontró que la pulpa contenía más compuestos de bencilglucosinolato (BG) antes de la maduración, mientras que las semillas tenían una potencia similar (BG) en cada etapa de maduración (Mercola Do 2016).

2.2.3. Yuca

2.2.3.1. Generalidades

La yuca (*Manihot esculenta*) o también llamada mandioca, es una especie originaria de América Latina, es denominada con nombres comunes como de tapioca, casava, mandioca y mandioca. Se cultiva principalmente por sus raíces ricas en almidón, aunque sus hojas se utilizan a menudo como alimento para animales. En algunas áreas de cultivo de África, las hojas de yuca también se utilizan como verdura fresca para el consumo humano. Debido a su gran adaptabilidad a las condiciones de contorno, la yuca se distribuye en las regiones tropicales del mundo, en Asia y la mayor parte del resto se produce en América Latina (Buitrago 1990).

2.2.3.2. Morfología

a. Tallo: La yuca tiene tallos que están compuestos por rizomas alternos. Los rizomas iniciales tienen algunas protuberancias que marcan el lugar donde originalmente ocupaba la hoja en el nudo. La longitud de los entrenudos es

otra característica del tallo que viene determinada por el medio en el que se cultiva la planta (Ceballos 2002).

- b. Hojas:** Las hojas son simples, formadas por láminas y pecíolos. Las hojas son palmeadas, profundamente lobuladas. El número de lóbulos de las hojas es variable, normalmente impar, oscilando entre tres y nueve (Montaldo y (IICA) 1997).
- c. Raíces:** Cuando las plantas se derivan de semillas sexuales, se desarrollan una raíz pivotante primaria y varias raíces secundarias. Aparentemente, la raíz principal siempre se convierte en un tubérculo (Montaldo y (IICA) 1997).
- d. Fruto:** El pericarpio de la yuca es leñoso, contiene lóbulos cada uno conteniendo semillas. A medida que las semillas maduran, el exocarpio y el mesocarpio pierden agua (Ceballos 2002).
- e. Semilla:** Las semillas son ovaladas, de 1.5 centímetros de largo, ancho 6 milímetros, espesor 4 milímetros. El tegumento es liso, de color marrón con manchas grises. Cuando se trata de una semilla nueva, se observa un armazón que se elimina cuando la semilla cae al piso. Su otro lado de la carúncula finaliza en una corta abertura que tiene un tegumento gris, ciertas semillas con puntos negros (Montaldo y (IICA) 1997).
- f. Inflorescencia:** Las variedades de la yuca florecen dependiendo de la región que se encuentre, las condiciones ambientales pueden variar significativamente la floración. Como todas las especies del género yuca, la yuca se denomina monoica, hay flores de diferente género sexual. La inflorescencia tiene un promedio de 55 flores individuales. Las flores femeninas están en la parte inferior y son escasas, las flores masculinas están ubicadas en la parte superior de la inflorescencia y son numerosas, y las flores femeninas florecen de 6 a 10 flores masculinas. Las flores de la yuca no tienen cáliz tampoco corola, pero tienen cinco tépalos (flores denominadas entre sépalos y pétalos). Son característicos los tépalos de color amarillento, rojo o lilas y en las flores femeninas están completamente independientes hasta la base (Montaldo y (IICA) 1997).

2.2.3.3. Clasificación taxonómica

Reino:	<i>Phanerogamas</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Malpighiales</i>
Familia:	<i>Euphorbiaceae</i>
Subfamilia:	<i>Crotonoideae</i>
Tribu:	<i>Manihoteae</i>
Género:	<i>Manihot</i>
Especie:	<i>Manihot esculenta Crantz</i>

(Montaldo 1985)

2.2.3.4. Composición nutricional

En la tabla 4 La yuca es un alimento con un perfil nutricional único. Compuesto mayoritariamente por H₂O, carbohidratos y fibra, tiene alto contenido de vitamina C, vitamina B1 y potasio, entre otros. En concreto, 100 g de este tubérculo contribuye los siguientes componentes:

2.2.3.5. Almacenamiento y madurez de la yuca

Las raíces engrosadas de la yuca no resisten un largo almacenamiento, y aún después de una cosecha cuidadosa se presentan pudriciones en pocos días. A pesar de ello, existen reportes de ensayos en los cuales se mantuvieron raíces de yuca enterradas en el suelo hasta un año sin que se produjera su deterioro. Las principales dificultades se presentan cuando las yucas frescas se destinan a la producción de almidón. En este caso, deben permanecer almacenadas no más de 6 horas entre la cosecha y la elaboración, pues luego de ese lapso se presentan crecientes coloraciones azules de los granos de almidón. Un método muy acreditado de conservación consiste en la desecación de rebanadas de yuca (Brito 2017).

En esa forma son muy ventajosas la conservación y la transportación. Estas rebanadas pueden ser empleadas para la nutrición animal, producción de almidón u otros usos industriales (Brito 2017).

Tabla 4. Composición nutricional de la yuca por 100 (g).

Componente	Unidad	Cantidad
Agua	g	59.6
Energía	kcal	168
Grasa	g	0.28
Proteína	g	1.36
Sodio	mg	14
Carbohidratos	g	38.05
Fibra	g	1.8
Potasio	mg	271
Fósforo	mg	27
Magnesio	mg	21
Hierro	mg	0.27
Calcio	mg	16
Vitamina C	mg	20.6
Vitamina E	mg	0.19
Vitamina B1	mg	0.087
Vitamina B2	mg	0.0048
Niacina	mg	0.854
Folato	mg	27

Fuente: (PromPerú 2020)

El secado de las rebanadas se puede hacer directamente al sol y para ello estas se extienden en una superficie lo suficientemente grande. En este caso, es preciso tener precauciones en las regiones de frecuentes lluvias, cuando estas amenazan, se recogen las rebanadas o se cubren con material plástico. El secado puede hacerse también bajo techo con secadores, los que en algunos casos pueden utilizar el calor solar para calentar el aire, que se hace pasar sobre el material a secar. Con una de estas instalaciones se puede hacer disminuir el contenido de agua de las rebanadas de yuca desde un 74 hasta un 60% en un solo día (Brito 2017).

La yuca como planta tiene 2 etapas de desarrollo, tiene cuatro etapas de desarrollo de diferentes órganos, que son:

Primera etapa vegetativa: germinación en esquejes, los primeros rizomas se conforman de esquejes en los nudos (5 a 7 días después de la siembra), y los tallos aéreos se forman unos días después, tenga en cuenta que esta etapa germinal se forma en los primeros 15 días, las hojas crecerán después de 1 semana.

La constitución del sistema de rizomas, se da a los 3 meses de sembrada la planta, el primero desaparece, el segundo o reserva, se consolida. El crecimiento de tallo y hojas; se da en los tres meses de sembrado, el tallo desarrolla una apariencia típica de planta con follaje denso (Agrotendencia 2018a).

El engrosamiento de la raíz; se da en 5 meses, hay una aglomeración de almidón en la raíz reservante y aparición de más hojas, especialmente (Agrotendencia 2018a).

Después de 5 meses, las plantas quedaron inactivas a medida que disminuía la acción vegetativa, pero la fécula continuó almacenándose en los rizomas (Agrotendencia 2018a).

Al final de la segunda etapa: nacen nuevos tallos, las raíces se espesan después de 12 meses, las ramas se vuelven leñosas. Durante esta etapa, la planta pierde sus hojas, se vuelve amarilla y se agrieta al nivel de los pies de la planta en el suelo. Una planta está en reposo, estas son las señales de que está lista para cosechar (Agrotendencia 2018a).

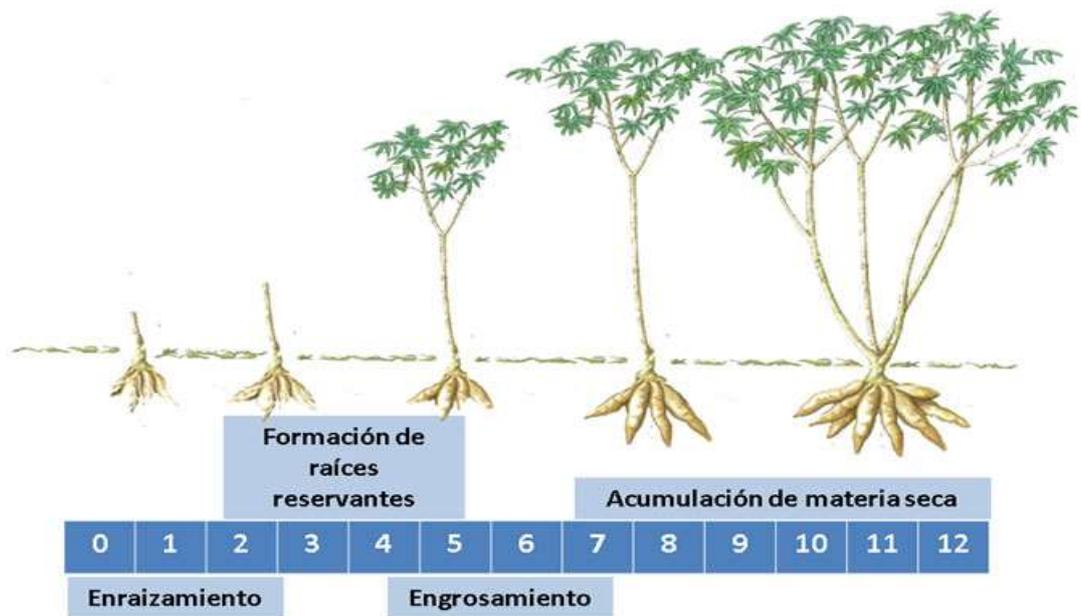


Figura 3. Desarrollo de la planta de yuca.

Fuente: (Agrotendencia 2018a)

2.2.3.6. Manejo post-cosecha de la yuca

- a. Transporte a la empacadora:** La preselección en la unidad agrícola, retire los rizomas fibrosos y corte los tallos adecuadamente. Luego se empaquetan en cajas de plástico y se envían a las plantas empacadoras. Las raíces se clasifican en yuca primaria y secundaria según parámetros definidos por el mercado objetivo (Rodríguez et al. 2009).
- b. Recepción:** Las actividades de la envasadora tienen que ser oportunas para que el proceso de limpieza de la yuca se realice en un máximo de 6 horas desde la cosecha, de lo contrario se inicia el deterioro fisiológico (Rodríguez et al. 2009).
- c. Lavado:** Se recomienda el lavado húmedo (en un fregadero con agua potable limpia) para eliminar la suciedad de las raíces, ya que es la única manera de garantizar que el producto esté completamente libre de suciedad (Rodríguez et al. 2009).
- d. Secado:** El deshumedecer la yuca se basa en quitar la humedad superficial de los rizomas, lo que limita el crecimiento de hongos. Independientemente de la fuente de calor (leña, gas, eléctrica) utilizada

- e. para secar las raíces, se debe asegurar que el horno o equipo de secado no acumule la humedad extraída (Rodríguez et al. 2009).
- f. **Parafinado:** El propósito del encerado de la yuca es crear una protección física entre el rizoma y el ecosistema, controlando o reduciendo la respiración, evitando así la oxidación de los oscuros vasos sanguíneos internos de la pulpa. desde la raíz (Rodríguez et al. 2009).
- g. **Empaque:** La yuca se envasa después de crecer. Embalado en una caja de cartón corrugado de 20 kg, el tamaño de la caja es de 21 centímetros en vertical, 38 centímetros en horizontal y 48 centímetros de largo (Rodríguez et al. 2009).
- h. **Condiciones de envase y transporte:** La temperatura óptima para el envase y traslado de yuca encerada es de 0-5°C (32-41°F) con una humedad relativa del 85%. En estas condiciones, la vida útil de la yuca después de la cosecha es de uno a dos meses (Rodríguez et al. 2009).

2.2.3.7. Beneficios de la yuca

La yuca es rica en carbohidratos y es un ingrediente que aporta alta energía al organismo, es muy adecuada para deportistas u ocasiones que requieran un desgaste físico y mental de prolongados tiempos, se recomienda su consumo en las etapas de crecimiento de adolescentes y niños. Además, al ser un tubérculo de fácil digestión, es un alimento recomendado para aquellas personas con bajo contenido en grasas que quieran adelgazar, o aquellas que padezcan enfermedades digestivas como gastritis, acidez estomacal, úlceras o colitis (PromPerú 2020).

Su consumo es beneficioso para las personas celíacas, porque no contiene esta sustancia proteica. También ayuda a las mujeres durante el embarazo y la lactancia por su contenido en vitamina B9 (ácido fólico) (PromPerú 2020).

2.2.4. Recubrimientos

A un recubrimiento comestible se le denomina a aquella solución aplicada en el epicarpio de los alimentos por la acción de inmersión, pulverización o cepillado en una solución líquida formadora del recubrimiento, con la finalidad dar una barrera a la difusión de gases, con el objetivo de

conservar su inocuidad post-cosecha, es así como el producto final es apto para el consumo. Los recubrimientos deberán estar exento de contaminación química, física o biológica y organolépticamente admisible. Su función fundamental es defender a los productos del daño mecánico, físico, químico y de la actividad microbiana (Vazquez Briones M.C. and Guerrero Beltrán J.A. 2013). La formulación de recubrimiento debe ser elegida y aplicada al comprobarse que pueda extender la vida útil de frutas y verduras frescas sin causar condiciones anaeróbicas y reducir su degradación sin afectar su calidad (Dhall 2013).

2.2.4.1. Constitución de diferentes tipos de recubrimientos

Los recubrimientos comúnmente están hechos de una diversidad de carbohidratos complejos, proteínas y lípidos, usados puros o en combinación para aprovechar sus propiedades físicas y químicas, a estas formulaciones pueden incorporarse plastificantes y emulgentes que son de variado origen químico. Los plastificantes cumplen la función de mejorar la consistencia del recubrimiento mejorando las propiedades finales del recubrimiento (Fernández Valdés, y otros, 2015).

A continuación, se mencionan los variados tipos de insumos comúnmente empleados para la formulación de recubrimientos.

2.2.4.1.1. Recubrimiento de lípidos y resinas

Un recubrimiento a base de lípidos y resinas en general pueden formar condiciones anaeróbicas a causa de su reducida infiltración a los gases, asimismo, no se adhieren a las texturas de corte hidrofílico. Estos recubrimientos son a base de parafina o óleo, cera de abeja, cerón de carnauba, óleo mineral, óleo vegetal, monacilgliceroles acetilados, ácido esteárico, ácido n-Dodecanoico o éster de sacarosa. Se ha descubierto que estos revestimientos son protectores eficaces contra el vapor de agua del ambiente, los que contienen resinas son más filtrantes a la humedad, aunque en menor medida que algunos revestimientos de polisacáridos (Vazquez Briones M.C. y Guerrero Beltrán J.A. 2013).

2.2.4.1.2. Recubrimiento de polisacáridos

Los carbohidratos utilizados en las formulaciones de recubrimientos son la celulosa, pectina, almidón, almidón modificado químicamente, alginato, quitosano, carragenina y goma vegetal. Formulados los recubrimientos con polisacáridos, estas películas son una barrera contra gases y se unen fuertemente a las superficies de frutas y verduras. Aunque, debido a su naturaleza hidrófila, su función como barrera a la pérdida de agua es baja. Los altos rendimientos hacen que esta materia prima esté fácilmente disponible y, a menudo, son económicos y no tóxicos. La ventaja de los recubrimientos a partir de polisacáridos es que son capas no grasas y pocas en calorías, no producen un alto riesgo de condiciones anaeróbicas, de ahí su demanda y aplicaciones en la agricultura y agroindustria debido a que prolongan la vida de anaquel de los frutos. Es por su propiedad de modificar la atmósfera del interior, similar a una atmósfera controlada, que se hizo común su uso (Fernández Valdés et al. 2015).

2.2.4.1.3. Recubrimientos de proteínas

Los prótidos más comunes son la caseína, la grenetina, el prótido de soya, proteína de maíz y la ovoalbúmina tienen una alta capacidad de formación de capas y se adhieren a superficies hidrofílicas, aunque su baja oposición a la difusión de la humedad es mencionada comúnmente en las investigaciones. Los recubrimientos a base de proteínas en productos de origen vegetal son ineficaces. Sin embargo, la innovación en recubrimientos compuestos donde se mezclan proteínas con materiales que repelen el agua está dando resultados positivos para la conservación de alimentos (Ancos et al. 2015).

2.2.4.2. Propiedad de los recubrimientos

Los recubrimientos aplicados en las líneas de producción de frutas y hortalizas crean un ambiente interno mejorado en la fruta, bajan el deterioro, prorrogan la maduración de los productos frutícolas climatéricos, minimizan la pérdida de peso, retrasan el cambio de pigmentación, brindan una presentación brillante y evitan la degradación del sabor, reducen la respiración

de la fruta, trasladan antioxidantes y estabilizadores de la firmeza (Quintero, Falguera y Muñoz 2010).

2.2.4.2.1. Propiedades mecánicas

Es relevante que un recubrimiento tenga buenas propiedades mecánicas porque, aunque dé los mejores resultados en términos de propiedades de barrera, será inútil si no mantiene una integridad mínima durante la manipulación, el envasado y el lugar de envío (Dhall 2013)

Las propiedades mecánicas de los recubrimientos están relacionadas estrechamente con el tipo de materias primas utilizadas en su fabricación, esto debido a su capacidad cohesiva, es decir, los polímeros tienden a formar en gran cantidad la unión molecular entre lazos de polímeros, y estas uniones moleculares son fuertes. Se afirma que un mayor contenido de plastificante llevara a una baja fuerza de tensión y de la constante elástica (Vazquez Briones M.C. and Guerrero Beltrán J.A. 2013).

2.2.4.2.2. Propiedades de barrera

Entre las muchas aplicaciones que se ofrecen, la propiedad fisicoquímica más relevantes de los recubrimientos es la infiltración a la transferencia de humedad. Una sequedad en el epicarpio es uno de los fundamentales problemas para mantener la integridad del producto hortofrutícola (Vazquez Briones M.C. and Guerrero Beltrán J.A. 2013).

La capacidad de los recubrimientos para alterar el traslado de gas es relevante para productos hortofrutícolas frescas, que normalmente tienen una constante actividad bioquímica. Los recubrimientos usados en frutos que respiran tienen que alterar correctamente el ambiente gaseoso dentro del empaque o anaquel (Vazquez Briones M.C. and Guerrero Beltrán J.A. 2013). Su aplicación sobre la fruta crea una atmósfera modificada que aísla el producto del medio en el que se encuentra (Quintero, Falguera and Muñoz 2010).

2.2.5. Procesamiento del recubrimiento

El proceso de aplicación del recubrimiento a frutas y verduras ha mejorado con el tiempo, y actualmente existen varios estudios sobre el

método de aplicación. Los aspectos a tener en cuenta al aplicar recubrimientos son el secado rápido, la no formación de espuma y la fácil eliminación: no deben acidificarse después de la aplicación, fraguar, producir olores no deseados, resquebrajar o pelarse mientras se manipula, no debe haber una reacción negativa con los frutos ni inducir al peligro la sensorialidad del producto. El recubrimiento cumple su función siempre que restrinja el flujo de gases como el oxígeno y el CO₂ durante el acopio del producto (Beltrán 2014).

La concentración de un recubrimiento a partir de almidón de mandioca debe ser formulado al 4% (P/V), Las formulaciones se prepararán diluyendo 40g de almidón de mandioca en 960 ml de agua purificada, la glicerina se adicionan en 0.4 g, luego se procede a aumentar la temperatura de la mezcla anterior, se debe alcanzar 70°C con agitación persistente y conservando estos grados centígrados de manera que alcance la gelificación que ocurre en un intervalo de tiempo de 16 y 21 minutos. Posteriormente se enfría a temperatura ambiente (Miranda, Alvis and Arrazola 2014).

Para la obtención del recubrimiento del recubrimiento se realizan diferentes etapas el cual se describe en el siguiente diagrama flujo, figura 4.

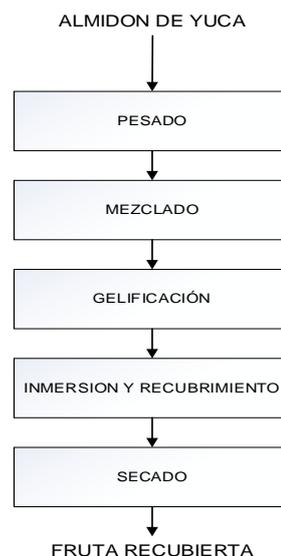


Figura 4. Diagrama de flujo de recubrimiento a base de almidón de yuca.

Fuente: (Mata et al. 2016).

2.2.6. Descripción del proceso del recubrimiento en frutas

El proceso describe las siguientes etapas:

- a. **Pesado:** En esta etapa se pesa el almidón seco para diferenciar las concentraciones de almidón de yuca en las diferentes soluciones de recubrimiento.
- b. **Mezclado:** Se mezcla el almidón seco con agua destilada para obtener una solución homogénea.
- c. **Gelificación:** En un recipiente se procesa la solución de almidón de yuca a una temperatura no superior a 70°C para obtener una espesa y estable solución líquida.
- d. **Inmersión y recubrimiento:** Se procede a la inmersión y recubrimiento del fruto.
- e. **Secado:** Una vez la fruta recubierta se procede a secar mediante aire forzado a temperatura ambiente (Mata et al. 2016).

2.2.7. Almidón

Además de varios usos industriales, este compuesto ha sido parte de la alimentación de la población mundial a lo largo de sus años de existencia. Seguidamente de la celulosa, se considera el polisacárido más cuantioso y comercialmente valioso. Es un compuesto común en granos, tubérculos y en las frutas como polisacárido acumulador de energía (Badui Dergal 2006). El almidón se constituye en los cloroplastos y amiloplastos de las hojas, los orgánulos que realizan la síntesis de las reservas de almidón en granos y bulbos (Smith 2001). El almidón se guarda y moviliza en ciclos mientras se da la germinación de la semilla, el desarrollo fisiológico pleno del fruto y la germinación del tubérculo (Ellis et al. 1998).

El tejido de producción y almacenamiento del almidón en los granos es el endospermo. Los alimentos con gran contenido de almidón son los granos (45% a 95%), los tubérculos (65 % a 85 %), las hortalizas (30 % a 55%) y ciertas frutas verdes como los plátanos (L. Santana and Angela A. Meireles 2014).

2.2.7.1. Amilosa y Amilopectina en el almidón.

Químicamente, el almidón está compuesto por la amilosa y la amilopectina (Dergal 2006). Se da en el almidón una mixtura del abundante α -(1 \rightarrow 4) glucano o amilosa, y del altamente ramificado, glucano de alto peso molecular o amilopectina. Amilopectina es un glucano con α -(1 \rightarrow 4) enlaces glucosídicos conteniendo α -(1 \rightarrow 6) en los puntos de ramificación. Las dos unidades estructurales, que forman el almidón, se observan en la figura 5 (Kramer, Michael 2009).

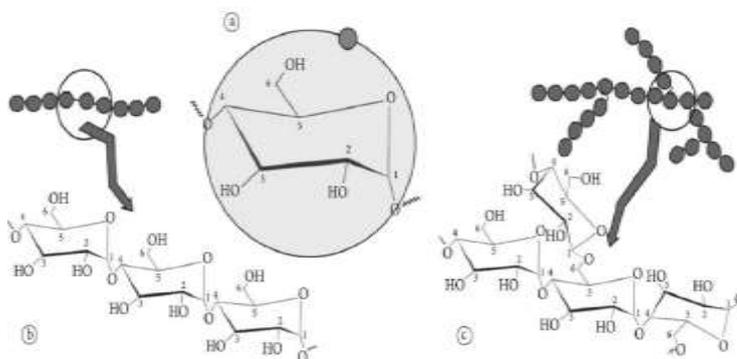


Figura 5. Diseño estructural básico de (a) unidades de glucosa, (b) amilosa, (c) amilopectina.

Fuente: (L. Santana and Angela A. Meireles 2014).

2.2.7.2. Propiedades reológicas y térmicas del almidón.

En el proceso de gelatinización se forma la pasta de almidón, y los gránulos de almidón tienden a ser propensos a desintegrarse por la tensión cortante a causa de la hinchazón. Se obtiene una masa viscosa formada por una etapa disuelta continua de amilosa y amilopectina y una etapa interrumpida de gránulos de almidón sobrante (Ambigaipalan et al. 2011). El almidón es dependiente con la gelatinización y las propiedades de la pasta (Šubarić et al. 2012).

La existencia de lazos de amilosa y amilopectina relativamente cortas confiere borrosidad a los componentes líquidos de almidón y a los productos alimenticios que las poseen (Alcázar-Alay and Meireles 2015). Se determina la traslucidez de la pasta generalmente por la proporción de transmisión de

una solución disuelta de almidón a una longitud de onda de 650 nm (Ulbrich, Natan y Flöter 2014)

Las propiedades reológicas detallan el comportamiento de los materiales considerados como compuestos viscoelásticos bajo fuerzas de deformación y corte. La particularidad fundamental de la reología de la fécula es su viscosidad. Las propiedades reológicas incluyen textura, claridad o transparencia, resistencia al cizallamiento y tendencia a la retrogradación, estas propiedades físicas dan esa particularidad comercial al almidón (Perez, Baldwin y Gallant 2009).

2.2.8. Procesamiento para la obtención de almidón de yuca

Obtener almidón de mandioca es más simple y fácil que obtener almidón de maíz, trigo u otros granos. Teniendo en cuenta que alrededor del 85 % del almidón exportado por los países en desarrollo es almidón de mandioca, la industria del almidón de mandioca es significativa, aunque solo representa el 8 % de la producción mundial de almidón (Padmaja 1995).

Para la obtención del recubrimiento del recubrimiento se realizan diferentes etapas el cual se describe en el siguiente diagrama flujo, figura 6.

2.2.9. Descripción del proceso de obtención de almidón de yuca

- a. Recepción y selección:** Las yucas recolectadas deben ser trasladadas al área de procesos en un intervalo de veinticuatro a cuarenta y ocho horas para impedir su degradación fisiológica o microbiana. Es un punto crítico en la elaboración de almidón de mandioca de alta calidad, debido a la fase desde la recolección de los rizomas hasta la deshumidificación del almidón sea procesado en el más breve tiempo.
- b. Lavado y descascarillado:** Pasar los tubérculos por agua con la finalidad de eliminar la tierra y otras partículas adheridas a las raíces.
- c. Trozado:** Se descascarilla la yuca con un cuchillo y se reducen a cubos la yuca.
- d. Rallado y licuado:** En esta fase, se desprenden los gránulos de la fécula de las células de la raíz de la yuca. La pulpa de la yuca se ralla

manualmente con un rallador, la pulpa rallada se pasa al proceso de licuado para obtener una masa.

- e. **Colado:** En esta etapa, la masa obtenida del licuado se separa de la suspensión de la fécula. El líquido lechoso debe estar exento de partículas fibrosas de la masa del licuado, debido a esto es recomendable recolar la lechada para evitar filtraciones de partículas.
- f. **Sedimentación:** Mediante la sedimentación se disocian los gránulos de la fécula de su suspensión en agua.
- g. **Decantación:** Mediante de la decantación se separa el líquido de la fécula, se drena el agua que contenga el envase para obtener la fécula que se acumula en la parte inferior.
- h. **Secado:** Poner la fécula en una bandeja y coloque la bandeja en un horno a 40-50°C durante una hora.
- i. **Molienda:** Para lograr la pulverización de los sólidos obtenidos del secado, se procede a hacer uso de un molino de discos manual para obtener la presentación en polvo.
- j. **Almacenamiento:** Se almacena en frascos de plástico con cierre de tapa hermética para su posterior uso.
(Alvarenga et al. 2018).

2.2.10. Conservación post-cosecha

La conservación post-cosecha o también llamado índice de madurez, se le considera al registro de datos y sus variaciones que permitan la comparación con los datos obtenidos por otras metodologías y sean expresadas como conservación post-cosecha del fruto ((IICA) 1987).

Hay muchas diferencias entre diferentes unidades e incluso frutas y hortalizas, y los efectos previos a la cosecha también influyen de gran manera a estos registros. Por esta razón, es importante ejecutar al menos dos o tres metodologías en paralelo ((IICA) 1987).

La madurez (conservación post-cosecha) se puede determinar utilizando los posteriores indicadores:

Por medio visuales:

- a. Pigmentación de la piel (tablas o colorímetros)
- b. Visualización de hojas secas
- c. Marchitamiento del cuerpo de la planta
- d. Alcance del tamaño común del fruto

Por medio físicos:

- a. Sencillez de abscisión o separación
- b. Firmeza por penetrómetros
- c. Porcentaje de pérdida de peso

Por análisis químicos:

- a. Determinación de sólidos solubles
- b. Determinación de ácidos presente en el fruto
- c. Proporción entre sólidos solubles y ácidos
- d. Contenido de almidón del fruto

Por medio de cálculos:

- a. Contabilidad de los días a partir de la floración
- b. Etapa vegetativa establecida
- c. Calor de respiración de frutas

Por métodos fisiológicos:

- a. Intensidad respiratoria

Otros índices:

- a. Proporción pulpa/hueso (aceitunas)
- b. Productividad con almendra (nueces y almendras)
- c. Jugosidad de la pulpa de la fruta
- d. Cantidad en ácido oleico (avellanas)
- e. Actividad enzimática, espesor de la cutícula de la fruta

((IICA) 1987).

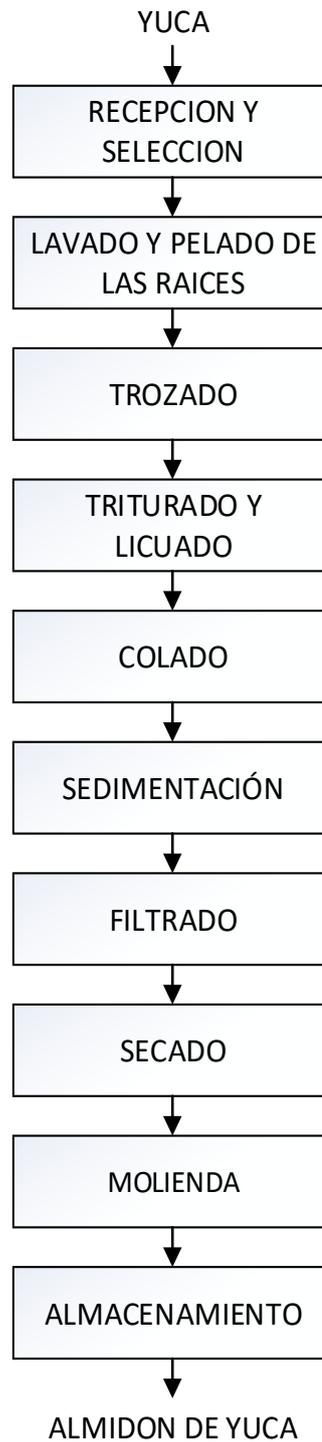


Figura 6. Diagrama de bloques del recubrimiento a base de fécula de yuca.

Fuente: (Mata et al. 2016).

2.2.10.1. Colorimetría en frutas

El color de la piel de la fruta es una característica de calidad que influye en las preferencias del consumidor y genera expectativas de aroma, sabor y palatabilidad, además es una variable en la mayoría de los indicadores de madurez de las hortalizas y/o pérdida de calidad (Zaccari et al. 2017).

Por lo tanto, para aplicaciones de plantación y/o industriales, también es útil utilizar instrumentos como colorímetros, imágenes digitales y otras técnicas objetivas de determinación del color para crear tablas de colores para reducir la subjetividad del operador (Zaccari et al. 2017).

Por otro lado, el color de la piel del fruto es resultado del avance de los pigmentos en el tejido. El color de la fruta se debe a los cloroplastos y cromoplastos (clorofila y carotenoide), y los compuestos fenólicos (antocianina, flavonoide, cumarina, quinona, etc.) existen en las vacuolas. La clorofila responsable del color verde y dominante en las plantas es la clorofila A, que le da al tejido un color azul verdoso (verde oscuro), y la clorofila B, le da al tejido un color amarillo verdoso (verde), la relación entre las dos es a dos o tres a uno (Lancaster et al., 1997). Son más de 600 compuestos producidos por las plantas denominados carotenoides, estos componentes dan los colores en la gama del amarillo, naranja y rojo; por su estructura química, tienen una alta capacidad antioxidante (Zaccari et al. 2017).

Los elementos fenólicos son de color rojo como las antocianinas, rosa, azul o morado según la fruta, mientras que las cumarinas y algunos flavonoides son de color blanco amarillento, y estos compuestos también tienen una alta capacidad antioxidante. Los cambios de color en la mayoría de las pieles de las frutas se deben a cambios en el pH, la acidez y la descomposición de la clorofila debido a los procesos de oxidación y al aumento de la actividad de la clorofilasa (Zaccari et al. 2017).

La observación del color depende no solo del pigmento presente, otros aspectos fisicoquímicos de la planta también influyen (Timberlake y Henry, 1986; Lancaster et al, 1997). La aparición de cera, tricoma y diversos tejidos

epiteliales, la dimensión de las células y la topografía de la estructura vegetal afectan la óptica de la luz presente (Zaccari et al. 2017).

Un método fisicoquímico como la colorimetría es uno de los métodos que no necesita el destrozo de la muestra. Un dispositivo calibrado llamado colorímetro se usa para realizar las mediciones. Para las variedades rojas, las medidas de color se toman en las áreas más y menos pigmentadas. Por otro lado, para las variedades verde y amarilla, mida múltiples puntos y tome el promedio. La función del colorímetro es describir el color de la piel de la fruta a ensayar. Devuelve tres parámetros L^* , a^* , b^* de acuerdo con el estándar C.I.E. $L^*a^*b^*$ (apertura de 8 mm de diámetro, placa de referencia blanca, iluminancia estándar D65) (Brezmes 2003).

2.2.10.2. Contenido de sólidos solubles en frutas

El porcentaje de sólidos solubles es un resultado del contenido total de azúcares, las frutas para ser cosechadas deben tener un mínimo contenido de sólidos solubles. Los ácidos orgánicos como el ácido cítrico y ácido málico forman parte importante del sabor, esta disminuye a medida que la fruta madura y, por lo tanto, tienden a aumentar en correlación con los sólidos solubles (Food and Agriculture Organization 2003).

El contenido de sólidos solubles (en °Bx) es una medida de la madurez y está relacionado con el contenido de azúcar (Vasques Romero et al. 2006).

2.2.10.3. pH en frutas

El crecimiento microbiano determina el deterioro de los alimentos, la combinación de condiciones intrínsecas, de fabricación e intrínsecas independientes. La mayoría de los alimentos, como la carne, el pescado y los productos vegetales, son ligeramente ácidos en su estado natural. Por lo general los frutos son considerados ácidos y determinados alimentos, como las proteínas, son alcalinos (Brezmes 2003).

El pH se mide con un pHmetro en una escala de 0 a 14. Las propiedades físicas del producto determinan cuál es el mejor método para acondicionar la muestra y registrar su pH en cada caso. Para muestras líquidas o semilíquidas con una densidad uniforme, el electrodo se sumerge

en la muestra; las muestras que contienen sólidos deben homogeneizarse antes de medir el pH (Brezmes 2003).

2.2.10.4. Firmeza en frutas

La firmeza de la fruta es esencial para la aceptación comercial y el almacenamiento de la fruta (Infoagro 2012).

La disminución de la firmeza del fruto es un resultado de la hidrólisis de la fécula y la pectina, la reducción del contenido de fibra y la fase de destrucción de la pared celular. En el manejo post-cosecha la fruta tiende a ablandarse por lo que es necesario un producto que conserve su firmeza (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2011).

Cuanto más alta es la temperatura de almacenamiento, más pierde la fruta su firmeza, que se vuelve cada vez menos firme con el tiempo. No todas las frutas se desarrollan al mismo ritmo, por lo que es importante monitorear cada fruta individualmente (Infoagro 2012).

En cuanto a la medición de la firmeza de los frutos, para el método de medición de la dureza, existen diferentes técnicas de medición de acuerdo a diferentes propiedades mecánicas: penetración, compresión, punción, deformación e impacto controlado (Infoagro 2012).

La firmeza de la fruta se puede medir con un penetrómetro manual (requiere que la misma persona mida para garantizar mediciones precisas) y un penetrómetro digital de laboratorio, la fuerza es siempre la misma y es ligeramente destructiva, pero tiene un resultado significativo (Infoagro 2012).

2.2.10.5. Acidez titulable en frutas

El ácido orgánico presente en las frutas puede afectar las propiedades organolépticas. El porcentaje de acidez tienden a ser demasiado cambiantes, el comportamiento de la acidez en las frutas, se dan a partir de 0.2 a 0.3%, en la manzana de baja acidez hasta de 6%, en limones (el ácido cítrico puede formar parte hasta 60% de los sólidos solubles de la fracción comestible). Son comunes los ácidos de las frutas como: el ácido cítrico presente en frutas tropicales, ácido málico (como las manzanas), ácido tartárico (como las uvas

y el tamarindo). El porcentaje de acidez se define como la cantidad de acidez primaria en la fruta. Para calcular la acidez titulable se debe conocer la acidez predominante en el fruto (Mendez 2010).

2.2.10.6. Porcentaje de pérdida de peso de frutas

La pulpa como la cáscara de la fruta presentan una merma en la calidad, esta merma se da con el tiempo debido a la pérdida de peso por la respiración de la fruta durante su almacenamiento, siendo la corteza la que presentara más pérdida de peso (Genaro 2007).

La transpiración es una etapa por la cual el fruto disipa agua o humedad y entra al medio ambiente por evaporación o difusión, y es el proceso físico de transferencia masiva de vapor de agua desde la superficie de la fruta hacia el medio ambiente (Genaro 2007).

El porcentaje de pérdida de peso se determina mediante:

$$W = \left[\frac{W_i - W_f}{W_i} \right] * 100$$

Donde: W es el % de pérdida de peso, W_i es el peso inicial de la muestra y W_f es el peso final de la muestra (Miranda, Alvis y Arrazola 2014).

2.3. Definición de términos

Fruta climatérica: Frutas conocidas como climatéricas son aquellas que continúan madurando después de la cosecha, como las manzanas, las papayas o los plátanos (OCU.org 2018).

Fruta no climatérica: Frutas no climatéricas carecen de la capacidad de continuar madurando después de la separación de la planta, por lo que se debe tener cuidado para garantizar que alcancen un estado comestible cuando se cosechen (OCU.org 2018).

Post-cosecha: En la agricultura, el manejo post-cosecha es la fase de producción de un cultivo posterior a la cosecha, esta comprende las actividades de enfriamiento, limpieza y desinfección, enceramiento, clasificación y almacenamiento (Food and Agriculture Organization 2003).

Conservación de frutas: Es la medida de reducir el crecimiento de microorganismos como bacterias, levaduras y mohos. Para prolongar la vida útil del fruto durante el almacenamiento, deben controlarse los cambios fisicoquímicos que conducen a la degradación (Food and Agriculture Organization 2003).

Recubrimiento: A un recubrimiento se le considera como una capa delgada y continúa construida en la superficie de un alimento, mediante el sumergimiento del alimento en una solución que forma el recubrimiento. La solución formadora de recubrimiento puede consistir en compuestos de polisacáridos, proteicas o lipídicas o mezclas entre estos (Quintero, Falguera y Muñoz 2010).

Papaya: Debido a ser climatérica la papaya esta tiene una limitada vida de anaquel, esto implica implementar métodos que prolonguen el período de venta, esta se cosecha en la etapa temprana de madurez fisiológica (Sañudo et al. 2008).

Plátano: Después de la cosecha, los plátanos transcurren por 4 etapas de progreso fisiológico: pre-climatérico, climatérico, maduración de consumo y envejecimiento. Si el plátano se destina a la venta es relevante la conservación de su primera fase pre-climatérica, en esta fase se observan los frutos verdes, con rígida firmeza y su actividad metabólica es escasa (Barrera 2010).

Yuca: La yuca pertenece al grupo de las plantas comestibles, su consumo en grandes cantidades radica en su elevado porcentaje de carbohidratos hasta un 35%, calcio, fósforo, aminoácidos hasta un 16%, bajo en grasas y proteínas, se usa comúnmente en la gastronomía y en la agroindustria como producción de fécula, harina, dextrina, glucosa y alcoholes (Agrotendencia 2018b).

Almidón: La fécula o almidón es la sustancia de almacenamiento de energía de polisacárido más importante en el reino vegetal (Kramer, Michael. 2009).

pH: El pH es el logaritmo negativo del porcentaje de iones de hidrógeno, la palabra pH fue dada en 1909 por Sørensen, este lo define como el logaritmo negativo del porcentaje de iones de hidrógeno (Victor W. Rodwell et al. 2016).

Pérdida de peso: La pérdida de peso es una de las principales causas del deterioro de los cultivos durante el almacenamiento (Hardenburg, Watada y Wang 1988).

Color: El color de una fruta puede ser un factor importante en cómo los consumidores juzgan su valor. Las frutas tienen cantidades de pigmentos naturales que representan su color peculiar. Los colores vegetales son uno o más de los siguientes grupos de compuestos: caroteno, antocianina, clorofila y compuesto fenólico (Palacin Beltran 2012).

Sorbato de potasio: El sorbato de potasio es una sal utilizada como preservante en los productos alimenticios. También se conoce como la sal de potasio del ácido sórbico. El sorbato de potasio produce aletargamiento en el crecimiento de bacterias, levaduras y otros tipos de hongos (Jun 2009).

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de estudio

De acuerdo al uso de las variables el estudio ejecutado pertenece al tipo experimental, debido a que se manipulo la variable independiente: concentración de almidón de yuca variedad Cevallos en la solución de recubrimiento para ver el efecto de conservación post-cosecha de la papaya variedad Intenza y plátano variedad Hartón Bellaco.

Esta variable fue medida en el testigo y los recubrimientos al 2% (P/V), 2% (P/V) con sorbato de potasio, 4% (P/V) y 4% (P/V) con sorbato de potasio.

3.2. Diseño del estudio

En la figura 7. se muestra el diseño de estudio que se utilizó para determinar el efecto del recubrimiento a partir de almidón de mandioca por inmersión en la conservación post-cosecha de papaya y plátano.

Se muestrearon los plátanos en un estado de madurez fisiológica post-cosecha, con un promedio de peso entre 254 g y longitud 16 a 18.5 cm y en las papayas en un promedio de 1217 kg, se realizó el lavado y desinfección, luego se procedió a el recubrimiento por inmersión durante 30 s según (Versino et al. 2016).

Las concentraciones de recubrimientos elaboradas a partir de almidón de 2% (P/V) y 4% (P/V), se utilizó como plastificante la glicerina al 2% (P/V) y como conservante al sorbato de potasio 0.1% (P/V), para luego proceder a un secado a temperatura ambiental de 28°C, se determinó el efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca en la conservación post-cosecha en un anaquel durante 12 días.

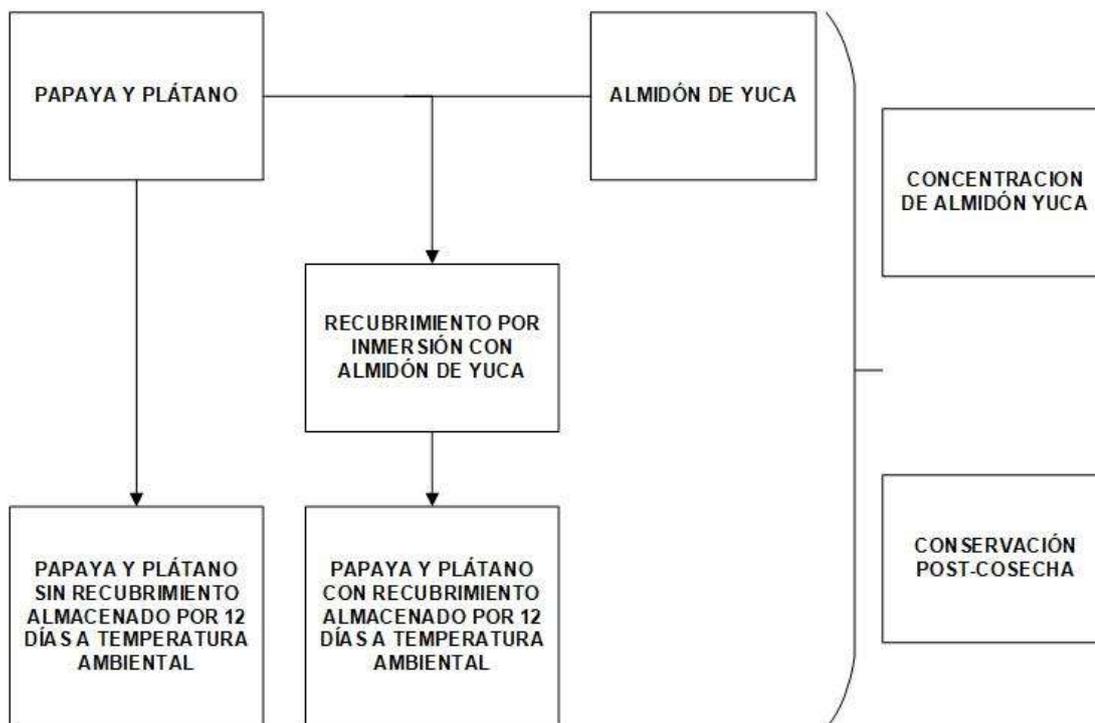


Figura 7. Diseño de estudio.

Fuente: Elaboración propia, (2021).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Las frutas de papaya en la variedad Intenza y plátano en la variedad Hartón Bellaco fueron muestreadas del centro poblado “Tahuantinsuyo”, distrito Laberinto, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios y país Perú. Situado en el km 56, tramo Interoceánica Puerto Maldonado a Cusco, ya que cuenta con una Unidad Agrícola de 14 hectáreas de producción de papaya y plátano, la yuca de variedad Cevallos fueron extraídas del centro poblado “Bajo Madre de Dios”.

3.3.2. Muestra

Las muestras fueron colectadas no probabilísticamente de los lugares mencionados, en los meses de marzo y abril se muestreó 20 kg. de yuca variedad Cevallos, 320 unidades de papaya variedad Intenza, 10 racimos de 40 unidades de plátano Hartón Bellaco ambas muestras fueron seleccionadas con tamaño y peso aproximadamente similares, aplicando los procedimientos

post-cosecha, sin presencia de agentes contaminantes como insectos, plagas entre otros.

3.4. Métodos y técnicas

La presente investigación se desarrolló en 04 fases:

Fase 1: Obtención del almidón de yuca.

Fase 2: Recolección de la materia prima, cosecha y manejo post-cosecha de la papaya y plátano.

Fase 3: Aplicación del recubrimiento a base de almidón de yuca mediante inmersión en la papaya y plátano.

Fase 4: Determinación del efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca en la conservación post-cosecha de papaya y plátano durante 12 días almacenadas en un anaquel, se tiene 01 testigo y 04 tratamientos.

3.4.1. Obtención del almidón de yuca

Para la obtención del almidón de yuca se procedió como se muestra en la figura 8.

A continuación, se detallan las operaciones descritas en la figura 8.

- a. Recepción y selección:** En este proceso la yuca se pesó y se seleccionó los tubérculos aptos para el proceso de obtención de la fécula de yuca, se descartó las que presentaron abolladuras, partes fermentadas, tubérculos inmaduros.
- b. Lavado y descascarillado:** Se procedió a lavar los tubérculos con agua potable en un recipiente de plástico hasta lograr el retiro de partículas de tierra, posteriormente se desinfectó con hipoclorito de sodio a 0.015 ml/L durante 15 minutos, el objetivo es eliminar los microorganismos presentes en el tubérculo; luego se procedió a descascarillar.

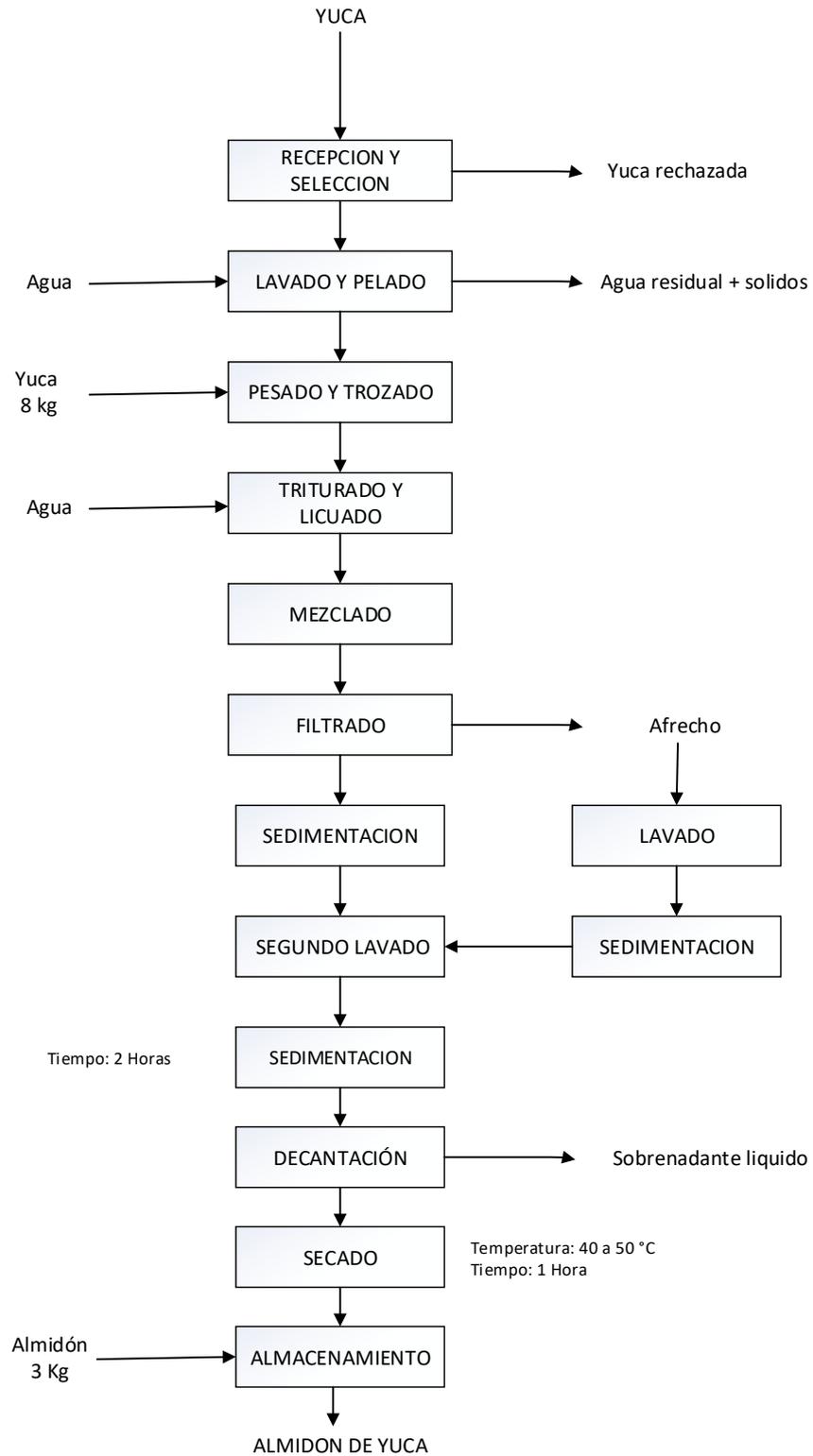


Figura 8. Diagrama de extracción de almidón de yuca.

Fuente: Elaboración propia, (2022).

- c. **Pesado y trozado:** En este proceso se realizó el pesado inicial de la materia prima para el mejor control del rendimiento en la obtención del almidón de yuca, luego se trozo con la finalidad de reducir el tamaño del tubérculo.
- d. **Triturado y licuado:** En este proceso la yuca en trozos fue triturado y finalmente licuado en partículas semilíquidas.
- e. **Mezclado:** Una vez obtenida la pasta agregar agua, se transfirió la masa en recipientes y se adiciono los litros de agua correspondiente a la masa de yuca licuada hasta obtener una mezcla homogénea entre yuca y agua.
- f. **Filtrado:** Se utilizo un filtro de tela en el líquido blanco y se trasvaso la lechada en envases para la etapa de sedimentación.
- g. **Lavado del afrecho:** En este proceso con la finalidad de obtener más almidón se dio el lavado del afrecho y sólidos gruesos retenidos en la tela de filtrado.
- h. **Sedimentación del afrecho:** En este proceso todos los líquidos obtenidos del filtrado y lavado, contenidos en recipientes plásticos se sedimentaron por gravedad durante 8 horas.
- i. **Lavado:** Una vez filtrado se realizó el primer lavado de los sólidos retenidos en el filtro para obtener más almidón de la yuca.
- j. **Segundo lavado:** Se realizo este procedimiento sobre los sólidos retenidos en el filtro con la finalidad de obtener más almidón de yuca.
- k. **Sedimentación:** Una vez realizado el segundo lavado, se procedió a sedimentar por 8 horas en recipientes plásticos.
- l. **Decantación:** Se retiro del envase el sobrenadante líquido, este se separa de la fécula por decantación.
- m. **Secado:** La fécula de la yuca se colocó en bandejas de acero inoxidable con papel aluminio las cuales se secaron en un horno a 40-50°C durante una hora.

3.4.2. Proceso de recubrimiento por inmersión

El proceso de recubrimiento por inmersión se procedió de acuerdo a lo detallado en la figura 9.

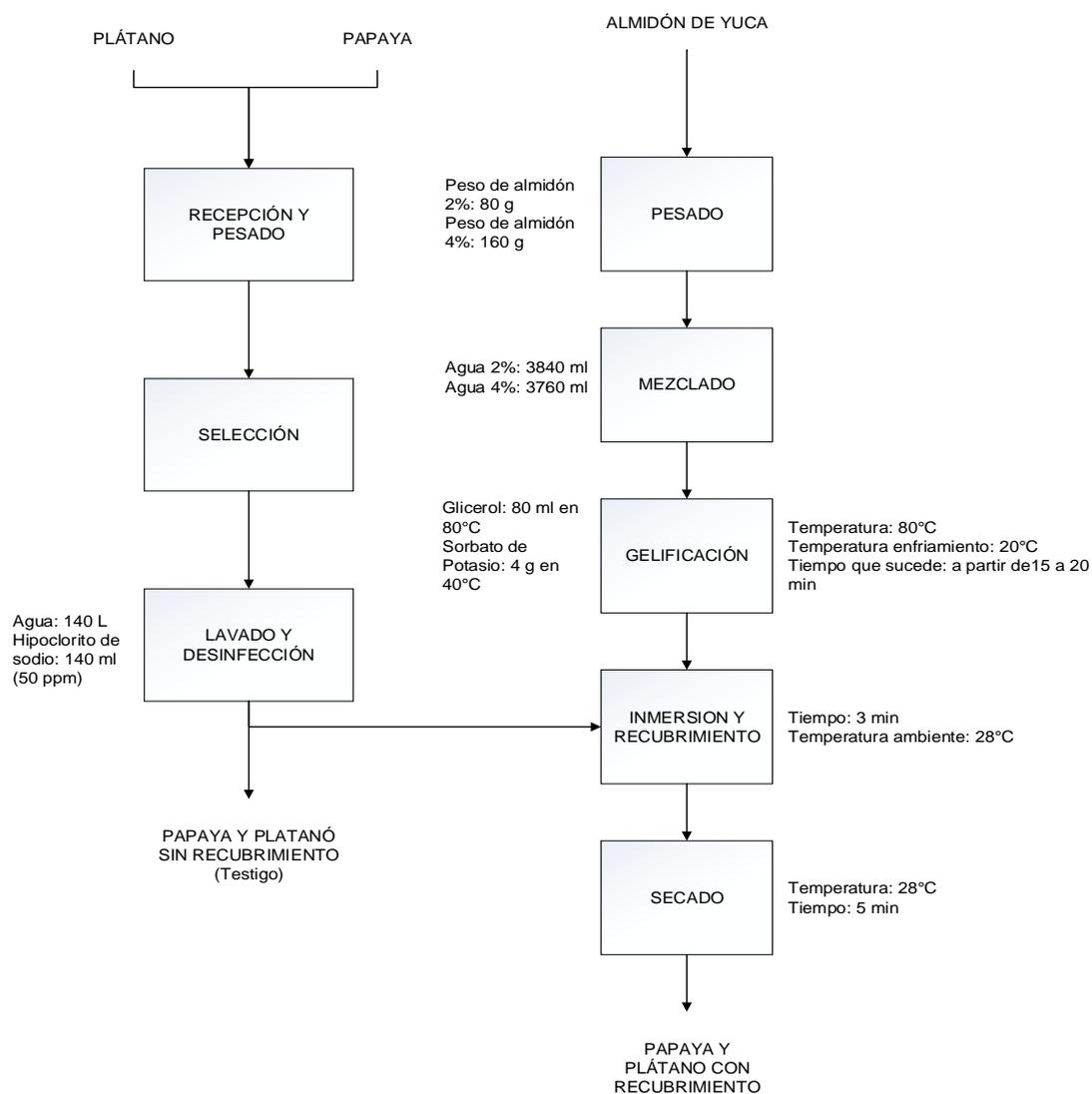


Figura 9. Diagrama de recubrimiento por inmersión.

Fuente: Elaboración propia (2022).

A continuación, se detallan las operaciones descritas en la figura 9.

- a. Recepción y pesado:** Las frutas se recibieron en mesas de acero inoxidable y posteriormente se taro la balanza con las bandejas de pesado y se registraron los pesos iniciales.
- b. Selección:** Se seleccionaron las que cumplan la calidad requerida para el recubrimiento, se descartaron las que presenten descomposición, golpes, o irregular tamaño.

- c. **Lavado y desinfección:** Se lavaron las frutas con agua potable en un envase hasta lograr su total limpieza, posteriormente luego se higienizaron con hipoclorito de sodio 50 ppm durante 3 minutos.
- d. **Pesado de almidón:** Se peso el almidón de yuca según las concentraciones al 2% (P/V) y 4% (P/V).
- e. **Mezclado:** Se mezclo con agua hasta obtener una solución homogénea.
- f. **Gelificación:** Se calentó la solución hasta los 80°C, la gelificación ocurrió a los 15 minutos, se agregó el glicerol al 2% (P/V) una vez alcanzado los 80°C, posteriormente se enfrió la solución a 40°C para adicionar el sorbato de potasio al 0.1% (P/V).
- g. **Recubrimiento por inmersión:** Se sumergieron las papayas y plátanos por 3 minutos en el envase que contenía el recubrimiento.
- h. **Secado y pesado:** Posteriormente las frutas se ubicaron en anaqueles para su secado mediante ventiladores a una temperatura ambiental de 28°C.
- i. **Almacenamiento:** Las frutas recubiertas fueron colocadas en anaqueles a temperatura ambiente promedio de 28°C en conjunto con las frutas no recubiertas.

3.4.3. Técnicas de análisis

3.4.3.1. Determinación de variación de color

Para la determinación del color se usó el procedimiento técnico dado por (Gennadios et al. 1996) y en relación a la NTP 011.009:1973 y NTP 011.005:2009, haciendo uso de un colorímetro (Soonda modelo WR-10), para el registro de los valores numéricos de las coordenadas luminosidad (L^*), verde ($-a^*$), amarillo (a^*) y verde ($-b^*$) y amarillo (b^*) del espacio de color CIE- $L^*a^*b^*$, representando la iluminación del día (iluminante D-65) (Batista 2014).

Se realizó la medición de las coordenadas en la zona mediana de los frutos, luego se registró los valores de L^* (luminosidad), a^* (tonalidad verde a amarilla) y b^* (tonalidad verde a verde oscura)

3.4.3.2. Determinación de variación de pH

El pH se determinó por los métodos descritos por la Cunniff (1997) en relación a la NTP 011.009:1973 y NTP 011.005:2009, utilizando un pH-metro (Isolab modelo IP-57), una unidad de medida que describe la acidez o la alcalinidad, en una escala de 0 a 14.

El pH se midió en un envase conteniendo la muestra licuada del fruto a analizar finalmente se registró el valor indicado en el pH-metro.

3.4.3.3. Determinación de la firmeza

La firmeza se determinó haciendo uso del equipo denominado penetrómetro, Shahe modelo AGY-15, en kilogramo - fuerza (kg-f/cm²) propuesta por (Brezmes 2003) en relación a la NTP 011.009:1973 y NTP 011.005:2009.

Se coloca el punzón y se enciende el penetrómetro posteriormente apretar el botón de lectura, se procede a penetrar la fruta por la zona ecuatorial, finalmente se registra el valor obtenido.

3.4.3.4. Determinación de sólidos solubles

Los sólidos solubles se determinaron haciendo uso del equipo denominado refractómetro digital portátil, Comecta modelo NR-151, en grados brix (°Bx) basada en la reflectometría (Brezmes 2003) en relación a la NTP 011.009:1973 y NTP 011.005:2009.

Se calibra el equipo, se extrae con la ayuda de un cuchillo el líquido del mesocarpio del fruto y se coloca en el lector del refractómetro, apretar el botón de lectura y finalmente se registra el valor obtenido.

3.4.3.5. Determinación de porcentaje de pérdida de peso en frutos

El porcentaje (%) de pérdida de peso se determinó en una balanza con capacidad 0.1-5000 g, Timer S. modelo DA-K08 propuesta por (Palacin Beltran 2012) en relación a la NTP 011.009:1973 y NTP 011.005:2009.

Se tara la balanza digital y se realiza el pesado de los frutos, para finalmente registrar el valor obtenido que se le denomina "peso final".

3.4.3.6. Determinación de acidez titulable (ácido málico y cítrico)

Para determinar la acidez titulable expresada en porcentaje de ácido cítrico y málico, se usó la volumetría ácido base, propuesta por (Palacin Beltran 2012) y de ácido cítrico propuesta por (Castro et al. 2011) en relación a la NTP 011.009:1973 y NTP 011.005:2009. Mediante el siguiente procedimiento:

Se tomó un volumen de determinado de la mientras licuado, luego se diluyo con agua, se añadió 3 gotas fenolftaleína (indicador), finalmente se tituló comuna solución estándar de NaOH 0.1N, finalmente se registra el volumen gastado para su posterior conversión a porcentaje del ácido correspondiente del fruto analizado.

3.5. Tratamiento de los datos

3.5.1. Análisis estadístico

Se aplico el diseño completamente al azar (DCA), los valores obtenidos fueron procesados en el software STATGRAPHICS y con la prueba Tukey de comparación múltiple con una probabilidad del 95% para las variables: variable independiente (VI) recubrimiento a base de almidón de yuca y variable dependiente (VD) conservación post-cosecha.

El diseño experimental se realizó completamente aleatorizado, estableciendo los tratamientos en forma aleatoria a las unidades experimentales; se analizaron cinco tratamientos. Se hicieron las mediciones de las variables con 3 repeticiones: color, pH, firmeza, solidos solubles, peso y acidez titulable. Se analizo cada 2 días durante 12 días a la misma hora (3:00 pm), los frutos fueron almacenando bajo condiciones ambientales (temperatura promedio de 28°C y humedad relativa de 82.9%).

CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Evaluación de porcentaje de pérdida de peso en papaya

Se observó un aumento continuo y gradual del porcentaje de pérdida de peso en los tratamientos con relación al tiempo (días). El porcentaje de pérdida de peso es expresada como la pérdida de agua, relacionada a la transpiración y la respiración de la papaya (Sañudo et al. 2008).

En la tabla 5 se observa que a partir del día 2 en adelante el testigo tiene mayor porcentaje de pérdida de peso con respecto a los demás tratamientos. En el día 12 se muestra que el testigo presentó la mayor pérdida de peso (26.9%) y la menor pérdida (11.4%) se dio en el tratamiento recubierto con almidón de yuca al 4% (P/V) con sorbato de potasio.

Tabla 5. Porcentaje de pérdida de peso en papaya

Días de tratamientos	% de pérdida de peso						
	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	0 ^a	3.90 ^c	10.1 ^a	13.2 ^{ca}	18.7 ^{cb}	21.87 ^{ca}	26.9 ^{ca}
Almidón 2%	0 ^a	2.17 ^b	4.1 ^b	5.2 ^b	8.6 ^{ca}	13.21 ^c	16 ^c
Almidón 2% con Sorbato	0 ^a	2.18 ^{ab}	3.9 ^{bc}	5.6 ^c	8.2 ^c	13.70 ^{cb}	14.8 ^b
Almidón 4%	0 ^a	2.20 ^a	3.7 ^c	5.1 ^b	8.0 ^b	12.86 ^b	14.9 ^b
Almidón 4% con Sorbato	0 ^a	1.69 ^a	3.7 ^c	4.4 ^a	7.6 ^a	9.71 ^a	11.4 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

El bajo porcentaje de pérdida de peso se puede explicar como la mayor dificultad de permeación del agua de la papaya al entorno, a causa de la barrera de recubrimiento en la superficie de las papayas (Gil y Miranda 2005). La reducción observada fue estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) solo para los tratamientos recubiertos y los tratamientos que contienen sorbato de potasio (S.P). De acuerdo a Nawab, Alam y Hasnain (2017) menciona que el agente antimicrobiano (S.P) puede aumentar la oposición al vapor de agua y, en consecuencia, reducir la pérdida de peso de las frutas.

Los resultados obtenidos en la tabla 5, concuerdan con la evidencia que encontró Miranda, Alvis y Arrazola (2014); donde las papayas fueron recubiertas con películas de fécula de yuca y cera comercial se observaron que los porcentajes de pérdida de peso presentaron inferioridad en comparación con los frutos sin recubrimiento, esto confirma Barco Hernández, Paola Liceth et al. (2011) del efecto positivo de los recubrimientos en la disminución del porcentaje de pérdida de peso de tomates. Asimismo, Figueroa, Salcedo y Narváez (2013) encontró una pérdida significativa ($p \leq 0.05$) en el porcentaje de pérdida de peso para mangos recubiertos con fécula nativa y tratados con fécula oxidada formulada con el compuesto lipídico. Así mismo se observó que durante el acopio en anaqueles, los frutos de fresas y moras con o sin recubrimiento, el comportamiento fue a la pérdida de peso con el tiempo (Alvarenga et al. 2018).

4.2. Evaluación de variación de color en la papaya

La variación de color (CIELAB) en la papaya con relación al tiempo (días) se dio gradualmente debido a la maduración de la papaya como se observa en la figura 10. El color de la piel de la papaya fue expresado en el espacio CIELAB esta fue influenciada significativamente ($p \leq 0.05$) por los tratamientos. En general, los valores de L^* , a^* y b^* aumentaron durante el período de almacenamiento, esta variación de color se da debido a el proceso de maduración, esto implica la pérdida de clorofila y la síntesis de nuevos pigmentos como los carotenoides (Santamaría Basulto et al. 2009).

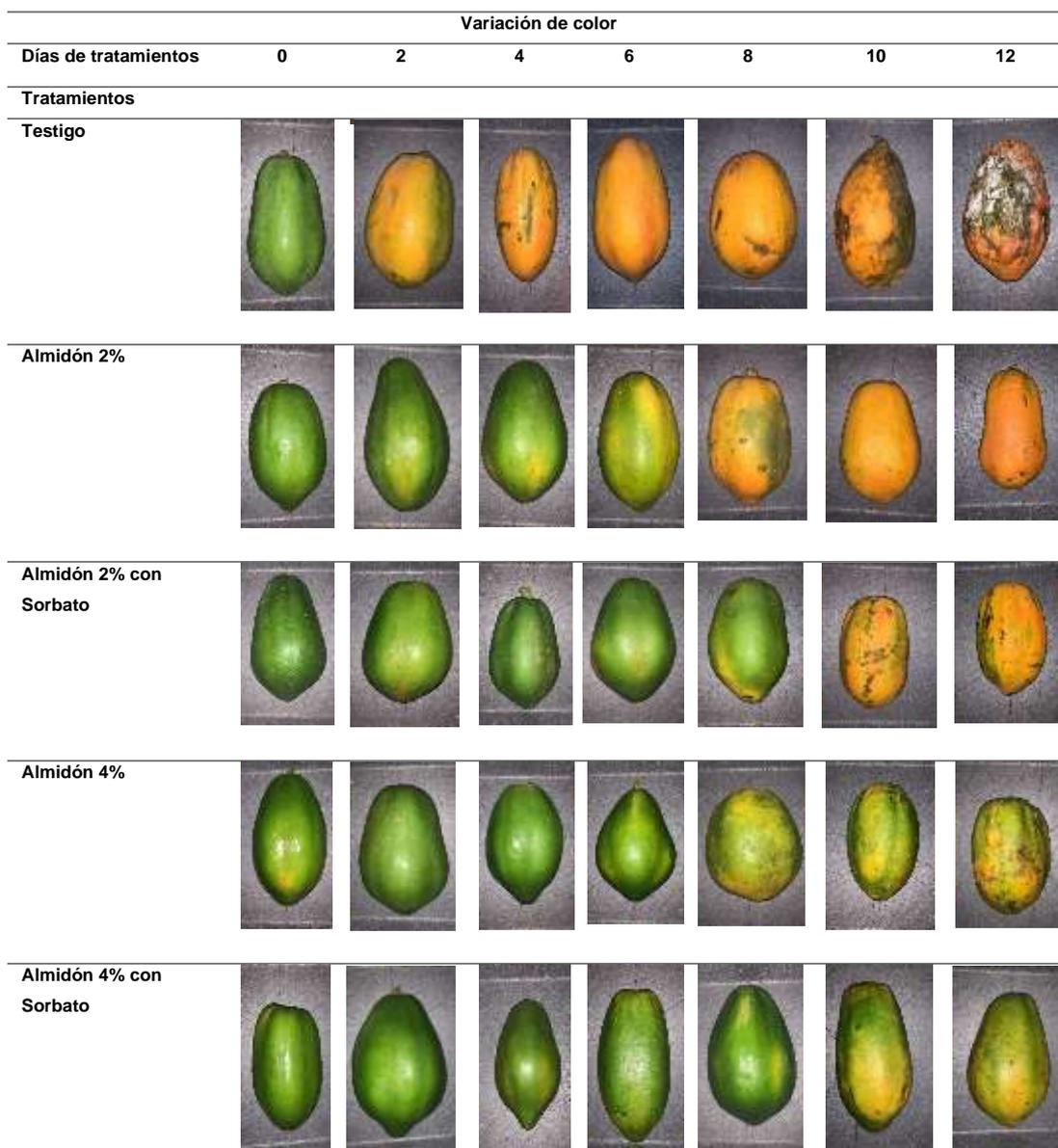


Figura 10. Variación de color en la papaya en 12 días de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia (2022).

Los valores de L^* , en los tratamientos recubiertos y el testigo sin recubrimiento, aumentaron con el tiempo (días). Un valor alto en el valor L^* es consecuencia del cambio de color verde a amarillo (Hernández-Muñoz et al. 2008). Al final del almacenamiento, el aumento en el valor L^* del testigo sin recubrir fue significativamente mayor ($p \leq 0.05$) que la fruta recubierta con almidón de yuca al 4% (P/V) con sorbato de potasio (S.P), la adición de (S.P) en el recubrimiento limito el aumento del valor de L^* de papayas recubiertas. Este efecto también fue reportado por Batista (2014) que obtuvo un valor

mínimo en *L para papayas recubiertas con quitosano y adicionando el conservante cloruro de calcio de quitosano.

Así mismo, los valores de a^* y b^* de todos los tratamientos recubiertos y el testigo aumentaron con el tiempo (días). La papaya en post-cosecha posee un color verde, un color amarillo en la piel indica la madurez de la papaya (Batista 2014). Los valores a^* y b^* del testigo sin recubrir aumentaron a lo largo del tiempo de almacenamiento, habiendo una diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos recubiertos ($p \leq 0.05$). La variación de los valores de a^* y b^* entre los tratamientos se deben a la transición de un color a otro como producto del proceso de maduración (Hernández-Muñoz et al. 2008).

El valor de E^* (diferencia total de color) entre los tratamientos recubiertos y el testigo ($p > 0.05$) no tiene diferencia significativa en el día 0. El valor E^* a partir del día 02 hasta el día 12 tiene una diferencia significativa en el color ($p \leq 0.05$) entre el testigo y los tratamientos recubiertos, estos resultados de la variación de color concuerdan con Castro et al. (2011) quien aplico recubrimiento a partir de almidón de yuca, este retardo el avance del color amarillo en la piel de las papayas.

Tabla 6. Variación de color coordinada L^* en papaya

Variación de color coordinada L^* en papaya							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	28.21 ^a	29.72 ^a	37.64 ^b	42.18 ^b	50.20 ^b	50.59 ^{ca}	50.80 ^b
Almidón 2%	28.35 ^a	30.98 ^a	31.90 ^a	33.33 ^a	38.14 ^a	44.14 ^{bc}	45.48 ^{ab}
Almidón 2% con Sorbato	29.38 ^a	30.38 ^a	30.96 ^a	32.17 ^a	35.52 ^a	38.69 ^{ab}	43.89 ^{ab}
Almidón 4%	29.24 ^a	29.57 ^a	30.27 ^a	31.59 ^a	33.43 ^a	35.61 ^a	39.98 ^{ab}
Almidón 4% con Sorbato	28.87 ^a	29.53 ^a	30.04 ^a	31.53 ^a	32.12 ^a	32.26 ^a	36.52 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

Tabla 7. Variación de color coordenada a* en papaya

Variación de color coordenada a* papaya							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	-8.1 ^a	14.53 ^b	18.69 ^b	19.82 ^b	21.99 ^b	22.81 ^{ca}	26.33 ^b
Almidón 2%	-8.38 ^a	-4.48 ^a	-3.84 ^a	-2.20 ^a	18.60 ^b	19.39 ^{bc}	24.81 ^{ab}
Almidón 2% con Sorbato	-8.46 ^a	-5.19 ^a	-4.43 ^a	-3.13 ^a	9.09 ^a	16.43 ^{ab}	22.76 ^{ab}
Almidón 4%	-8.00 ^a	-6.41 ^a	-4.88 ^a	-3.50 ^a	7.02 ^a	14.59 ^a	22.14 ^{ab}
Almidón 4% con Sorbato	-7.98 ^a	-6.92 ^a	-5.15 ^a	-4.01 ^a	1.58 ^a	7.58 ^a	19.63 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

Tabla 8. Variación de color coordenada b* en papaya

Variación de color coordenada b* papaya							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	29.98 ^a	48.59 ^b	56.25 ^b	60.30 ^b	66.30 ^c	68.09 ^a	73.63 ^a
Almidón 2%	28.60 ^a	29.32 ^a	30.55 ^a	35.32 ^a	46.27 ^b	66.62 ^a	65.42 ^a
Almidón 2% con Sorbato	27.29 ^a	28.58 ^a	29.85 ^a	31.01 ^a	42.48 ^b	56.36 ^a	61.17 ^a
Almidón 4%	26.45 ^a	27.97 ^a	29.37 ^a	30.05 ^a	34.66 ^a	44.02 ^a	59.22 ^a
Almidón 4% con Sorbato	26.73 ^a	27.51 ^a	28.64 ^a	29.31 ^a	33.35 ^a	42.88 ^a	53.88 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

Tabla 9. Variación de diferencia total de color E* en papaya

Variación de diferencia total de color E* en papaya							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	1.53 ^a	-6.10 ^b	16.27 ^b	26.82 ^b	37.02 ^{ca}	21.50 ^c	15.35 ^b
Almidón 2%	-1.53 ^a	6.10 ^a	-16.27 ^a	-26.82 ^a	-37.02 ^c	-21.50 ^{bc}	-15.35 ^{ab}
Almidón 2% con Sorbato	-3.15 ^a	5.41 ^a	-17.10 ^a	-31.29 ^a	-43.54 ^{bc}	-34.61 ^{ab}	-24.87 ^{ab}
Almidón 4%	-3.69 ^a	0.21 ^a	-20.01 ^a	-40.22 ^a	-53.29 ^{ab}	-47.86 ^{ab}	-38.02 ^{ab}
Almidón 4% con Sorbato	-6.02 ^a	1.47 ^a	-20.99 ^a	-32.96 ^a	-55.45 ^a	-55.11 ^a	-42.33 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

4.3. Evaluación de variación de firmeza en papaya

Se observó una pérdida continua y gradual en la firmeza (N) en los tratamientos con relación al tiempo (días). Los cambios en la firmeza están asociados con la hidrólisis de los componentes de la pared celular, la pérdida de azúcares, la degradación del almidón y la pérdida de peso, lo que se manifiesta en el debilitamiento de la pared celular y el subsiguiente ablandamiento debido a la liberación de etileno y la acción enzimática (Barco Hernández, Paola Liceth et al. 2011).

En la tabla 10, se observa que a partir del día 2 en adelante, el testigo tiene mayor pérdida de firmeza con respecto a los demás tratamientos. En el día 8, se muestra que el testigo registro la mayor pérdida de firmeza de (0.31N) y la menor pérdida (2.33N) se dio en el tratamiento recubierto con almidón de yuca al 4% (P/V) con sorbato de potasio.

Tabla 10. Variación de firmeza en papaya

Días de tratamientos	Variación de firmeza (N)						
	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	2.96 ^a	1.33 ^a	0.34 ^a	0.32 ^a	0.31 ^a	0.27 ^a	0.24 ^a
Almidón 2%	2.96 ^a	2.41 ^b	2.39 ^b	2.36 ^b	2.25 ^b	0.39 ^a	0.37 ^{ab}
Almidón 2% con Sorbato	2.96 ^a	2.81 ^b	2.80 ^c	2.55 ^b	2.26 ^b	0.45 ^{ab}	0.39 ^{ab}
Almidón 4%	2.96 ^a	2.68 ^b	2.54 ^{bc}	2.36 ^b	2.17 ^b	0.43 ^{ab}	0.42 ^{ab}
Almidón 4% con Sorbato	2.96 ^a	2.68 ^b	2.62 ^{bc}	2.45 ^b	2.33 ^b	0.98 ^b	0.67 ^b

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

La disminución de la firmeza es uno de los cambios más pronunciados que ocurren en la fruta durante el almacenamiento a largo plazo y está relacionada con los cambios metabólicos y el contenido de agua (Durango, Soares y Andrade 2006).

La reducción observada fue estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) solo para los tratamientos recubiertos y los tratamientos que contienen sorbato de potasio. El recubrimiento y la adición de sorbato de potasio produce

bajas concentraciones de oxígeno y altas concentraciones de CO₂ alrededor de la fruta, reduciendo la actividad de estas enzimas y preservando así la firmeza (Maftoonazad y Ramaswamy 2005).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con los reportados por Miranda, Alvis and Arrazola Paternina (2016) que afirma que un fruto sin recubrir genera mayor migración de vapor de agua en la superficie, desarrollando el crecimiento de moho gris que genera daños estructurales en el epicarpio como consecuencia su ablandamiento. Asimismo, debido al proceso de degradación enzimática, la pérdida de firmeza de la papaya está asociada a la destrucción del parénquima cortical que conforma las paredes celulares. (Perez-Gago and Krochta 2000).

4.4. Evaluación de variación de sólidos solubles (°Bx) en papaya

El contenido de sólidos solubles (°Bx) aumentó en los tratamientos con relación al tiempo (días). Sin embargo, como se observa en la tabla 11 tanto en el testigo como en los tratamientos recubiertos, alcanzan su máximo contenido en un momento diferente durante el almacenamiento. La tabla 7 muestra que el testigo en el día 8 registró un valor de 10.50 (°Bx) y que el tratamiento recubierto al 4% (P/V) con sorbato de potasio fue de 8.00 (°Bx).

Tabla 11. Variación de sólidos solubles en papaya

Variación de sólidos solubles (°Bx)							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	8.9 ^a	9.50 ^b	9.70 ^b	10.00 ^a	10.50 ^c	10.70 ^a	10.90 ^a
Almidón 2%	8.9 ^a	7.00 ^a	8.50 ^{ab}	9.60 ^a	9.40 ^{bc}	10.30 ^a	10.20 ^a
Almidón 2% con Sorbato	8.9 ^a	9.10 ^{ab}	8.50 ^{ab}	9.00 ^a	8.90 ^{ab}	9.60 ^a	10.00 ^a
Almidón 4%	8.9 ^a	8.60 ^{ab}	8.00 ^a	8.90 ^a	8.50 ^{ab}	9.90 ^a	10.10 ^a
Almidón 4% con Sorbato	8.9 ^a	8.10 ^{ab}	8.00 ^a	8.20 ^a	8.00 ^a	9.25 ^a	9.90 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

En la tabla 11, se observan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre el testigo y los tratamientos recubiertos en los días 2, 4 y 8. El elevado contenido

de ($^{\circ}\text{Bx}$) en el testigo sin recubrir puede estar asociado con una mayor degradación del almidón y la deshidratación de la papaya durante el almacenamiento, los resultados concuerdan con Miranda, Alvis and Arrazola Paternina (2016), quien analizó el efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca al 4% y cera comercial en papayas variedad Tainung reportando un incremento en los $^{\circ}\text{Bx}$. Esto indica que el almidón produce la menor cantidad de sacarosa, pero contribuye al pequeño aumento de sólidos solubles después de la cosecha, ya que se descompone en azúcares simples (Miranda, Alvis and Arrazola Paternina 2016).

Por otro lado, de acuerdo con Soler Fayos (2009) los sólidos solubles pueden disminuir durante el almacenamiento debido al consumo de carbohidratos durante la síntesis de ácidos de frutas.

4.5. Evaluación de variación de pH en papaya

El pH aumentó y disminuyó en los tratamientos con relación al tiempo (días). En la tabla 12, los valores del pH en el día 2, muestran que en el testigo tiene un valor de 4.84 y el tratamiento recubierto al 4% (P/V) con (S.P) es de 4.95. A medida que pasaba el tiempo de almacenamiento, aumentaban los valores de pH para todos los tratamientos excepto en algunos períodos.

Según la tabla 12, el valor de pH de los cinco tratamientos no tiene diferencias significativas ($p > 0.05$) con relación al tiempo.

La disminución del pH para las papayas del testigo sin recubrimiento y los tratamientos recubiertos, se puede explicar con los resultados de Miranda, Alvis y Arrazola Paternina (2016) y Buitrago Estrada and Escobar Romero (2009), sugirieron que la disminución del pH podría deberse a la mayor actividad metabólica característica del climatérico de la papaya, que conduce a la síntesis de ácidos orgánicos en la fruta, como el ácido abscísico, ácido málico, ácido cítrico y ácido oxálico. y otros; causados por ruptura de la pared celular (Castricini 2009).

El aumento y disminución del pH en los 12 días de almacenamiento para las papayas testigo sin recubrimiento y tratamientos recubiertos pueden ser atribuidos a una reducción de los ácidos presentes en la fruta, como

corresponde a los resultados encontrados por Dayron Sora, Fischer y Flórez (2006); este aumento puede deberse a la disminución de la actividad metabólica causada por la disminución de la difusión de oxígeno (Miranda, Alvis y Arrazola Paternina 2016); asimismo, sucede con el aumento de la síntesis del contenido de aminoácidos. (Katz et al. 2007).

Castricini (2009), indica que el aumento del pH de la papaya después de 8 días de almacenamiento se relacionó con el efecto amortiguador de los compuestos producidos por el aumento de la acidez, lo que puede provocar reacciones no deseadas en el fruto, tales como el cambio de sabor.

Tabla 12. Variación de pH en papaya.

Días de tratamientos	Variación de pH						
	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	5.04 ^a	4.84 ^a	5.17 ^a	5.07 ^a	5.13 ^a	5.13 ^a	5.37 ^a
Almidón 2%	5.04 ^a	5.20 ^a	5.21 ^a	4.9 ^a	5.19 ^a	4.90 ^a	5.19 ^a
Almidón 2% con Sorbato	5.04 ^a	5.07 ^a	5.12 ^a	4.91 ^a	5.24 ^a	5.04 ^a	4.99 ^a
Almidón 4%	5.04 ^a	5.00 ^a	4.96 ^a	5.01 ^a	5.38 ^a	5.29 ^a	4.95 ^a
Almidón 4% con Sorbato	5.04 ^a	4.95 ^a	5.02 ^a	5.01 ^a	4.97 ^a	5.25 ^a	4.66 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

4.6. Evaluación de variación de acidez titulable en papaya

La acidez (% de ácido cítrico) aumentó y disminuyó en los tratamientos con relación al tiempo (días). En la tabla 13, se observa una tendencia oscilatoria a lo largo del período de almacenamiento.

Esta oscilación se puede explicar cómo el proceso por el cual la papaya madura al consumir ácidos orgánicos, ya que la papaya no tiene reservas de almidón (Draetta et al. 1975).

Tabla 13. Variación de acidez titulable en papaya.

Variación de acidez titulable % ácido cítrico							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	1.60 ^a	1.58 ^a	1.22 ^a	1.92 ^{bc}	1.80 ^c	1.80 ^{ca}	1.16 ^a
Almidón 2%	1.60 ^a	2.06 ^c	1.66 ^b	1.60 ^c	1.40 ^a	1.30 ^{ab}	1.80 ^c
Almidón 2% con Sorbato	1.60 ^a	1.88 ^b	1.40 ^c	1.22 ^b	1.32 ^a	1.12 ^a	1.32 ^a
Almidón 4%	1.60 ^a	1.76 ^b	1.18 ^a	1.54 ^c	1.60 ^{ac}	1.60 ^{bc}	1.60 ^b
Almidón 4% con Sorbato	1.60 ^a	1.58 ^a	1.26 ^a	0.96 ^a	1.32 ^a	1.32 ^{ab}	1.60 ^b

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

En la tabla 13, se puede observar que a partir del día 2 existe una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los cinco tratamientos, este fue expresado en % de ácido cítrico; los tratamientos recubiertos y testigo mostraron el mismo comportamiento, un descenso y un aumento en los valores de acidez, es probablemente una consecuencia de la reducción de la actividad respiratoria por el recubrimiento (Castricini 2009).

Los resultados obtenidos en la tabla 13 muestran una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, similar resultado fue reportado por Castro, Almeida et al. (2011) en los tratamientos que tuvieron una alza y caída en sus valores. El aumento de la acidez se debe a la formación de ácido galacturónico durante la degradación de la pared celular durante la maduración de la papaya (Lidiane et al. 2010).

Durante el climaterio ocurren reacciones asociadas con la maduración y aceleran el envejecimiento, por lo que los ácidos orgánicos liberados de estas reacciones aumentan la acidez (Castricini 2009). Por otra parte, Pinto et al. (2006) sugieren que la disminución de la acidez de la fruta puede deberse a una disminución de la actividad metabólica durante el climaterio.

4.7. Evaluación de porcentaje de pérdida de peso plátano

Se observó un aumento continuo y gradual del porcentaje de pérdida de peso en los tratamientos con relación al tiempo (días).

La pérdida de peso en el plátano está ligada con el proceso de transpiración, que indica la difusión del agua y sustancias volátiles de los plátanos al medio ambiente, en resultado del metabolismo (respiración y transpiración) mediante de los hidátodos, estomas, lenticelas y la cutícula (Kader 2021).

En la tabla 14, se observa que a partir del día 2 en adelante el testigo tiene mayor porcentaje de pérdida de peso con respecto a los demás tratamientos.

En el día 12 se muestra que el testigo presentó la mayor pérdida de peso (31.28%) y la menor pérdida (28.94%) se dio en el tratamiento recubierto con almidón de yuca al 4% (P/V) con sorbato de potasio.

Tabla 14. Porcentaje de pérdida de peso en plátano

Días de tratamientos	% de pérdida de peso						
	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	0 ^a	5.50 ^a	11.28 ^c	16.61 ^c	21.82 ^b	25.98 ^b	31.28 ^b
Almidón 2%	0 ^a	5.43 ^a	11.85 ^c	14.67 ^b	19.39 ^a	23.51 ^a	30.75 ^b
Almidón 2% con Sorbato	0 ^a	5.39 ^a	8.53 ^a	10.22 ^a	19.52 ^a	22.29 ^a	29.04 ^a
Almidón 4%	0 ^a	5.26 ^a	10.12 ^b	14.44 ^b	19.46 ^a	23.64 ^a	29.24 ^a
Almidón 4% con Sorbato	0 ^a	5.50 ^a	10.00 ^b	13.60 ^b	19.20 ^a	22.99 ^a	28.94 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

Un bajo porcentaje de pérdida de peso se puede interpretar como la mayor dificultad de la salida del agua de la papaya al entorno, debido a la barrera de recubrimiento en la superficie de los plátanos. Según la tabla 14, la reducción observada fue estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) en los días 4, 6, 8, 10 y 12 solo para los tratamientos recubiertos y los tratamientos que contienen sorbato de potasio (S.P).

De acuerdo a Chevalier et al. (2018) el conservante alimentario (S.P) tiene un efecto reductor de actividad microbiana en la piel de las frutas.

Los resultados obtenidos en la diferencia significativa entre el testigo sin recubrir y el tratamiento recubierto al 4% (P/V) con sorbato de potasio concuerdan con (Maqbool et al. 2011) reporta que la variedad del plátano (*AAA pisang berangan*) exhibieron una pérdida de peso fisiológica del 10% durante el almacenamiento durante 28 días después de recubrirlas con una solución de 10% de goma arábica y 1% de quitosano a 13 °C y 80% de humedad relativa.

Los resultados difieren con las evidencias que encontró Palacin Beltran (2012), quien reportó que el impacto de los recubrimientos con respecto al % de pérdida fisiológica de peso, en los tratamientos recubiertos con almidón de yuca, ácido ascórbico y n-acetil-cisteína, en el tiempo de post-cosecha no fue significativo ($p > 0,05$).

4.8. Evaluación de variación de color en el plátano

La variación de color (CIELAB) en el plátano con relación al tiempo (días) se dio gradualmente debido al proceso de maduración del plátano como se observa en la figura 11.

El color de la piel del plátano fue expresado en el espacio de color CIELAB, esta fue influenciado significativamente ($p \leq 0.05$) por los tratamientos.

En general, el color se expresó a través de los parámetros croma a^* , que va del verde (-) al rojo (+), croma b^* , que va del azul (-) al amarillo (+), luminosidad L^* , que va del negro (0) a blanco (100) y diferencia de color total (ΔE^*), estos valores aumentan durante el almacenamiento, el cambio de color verde se debe a la destrucción de la estructura de la clorofila (Thakur et al. 2019).

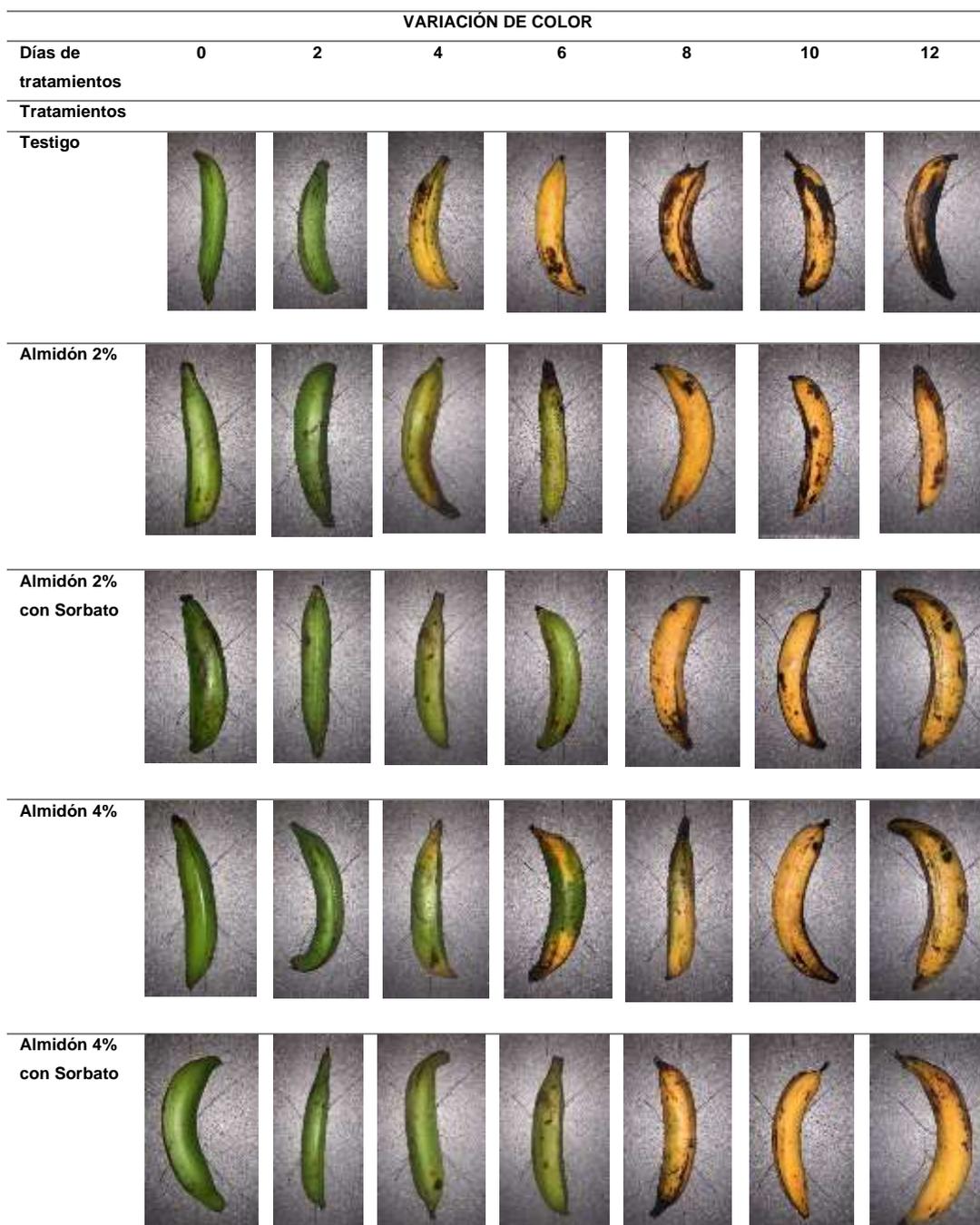


Figura 11. Variación de color en el plátano en 12 días de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia (2022).

Los valores de L^* , en todos los tratamientos recubiertos y el testigo sin recubrir, aumentaron gradualmente con relación al tiempo (días), lo que indica el cambio de color y pardeamiento del plátano (Palacin Beltran 2012). A partir del día 02 de almacenamiento, el aumento en el valor L^* del testigo sin recubrir fue significativamente mayor ($p \leq 0.05$) en comparación a los cuatro

tratamientos recubiertos. La adición de sorbato de potasio en los tratamientos recubiertos limitó el aumento del valor de L^* . Este efecto también fue reportado por Palacin Beltran (2012), donde los tratamientos fueron recubiertos con almidón de mandioca con ácido ascórbico y N-Acetil-Cisteína, donde mostraron un comportamiento similar en la coordenada L^* entre los frutos, pero fue diferente en los frutos de control.

Las coordenadas a^* y b^* con relación al tiempo, tienen una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en los días 4, 6, 8 y 10 entre el testigo y los tratamientos recubiertos. El progreso de la maduración tiene como implicación el deterioro de la clorofila del epicarpio del plátano (Barrera, 2010). Los resultados obtenidos son consistentes con Thakur et al., (2019) que en los valores a^* y b^* de los plátanos recubiertos reflejaron la degradación de la clorofila en la piel, esto debido de la reducción de las tasas de transferencia de gas provocada por la presencia del revestimiento superficial.

Los valores de E^* con relación al tiempo (días) tienen una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) a partir del día 4 entre el testigo y los tratamientos recubiertos, los cambios externos en el color de la piel durante la maduración suelen indicar un cambio en el color de la pulpa (Wainwright y Hughes 2007). los resultados obtenidos concuerdan con Palacin Beltran, (2012) que encontró una diferencia no significativa entre el tratamiento sin recubrir y el tratamiento recubierto con ácido ascórbico y n-acetil-cisteína en plátanos.

Tabla 15. Variación de color coordenada L^* plátano

Variación de color coordenada L^* plátano							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	31.92 ^a	34.30 ^{ab}	36.59 ^c	42.80 ^c	44.43 ^b	44.73 ^c	44.76 ^b
Almidón 2%	33.65 ^a	34.89 ^b	36.27 ^c	39.04 ^{bc}	39.90 ^a	40.77 ^b	41.37 ^b
Almidón 2% con Sorbato	30.63 ^a	30.83 ^a	32.35 ^a	37.43 ^c	38.10 ^a	38.80 ^{ab}	39.60 ^a
Almidón 4%	30.52 ^a	31.57 ^{ab}	32.69 ^b	35.15 ^{ab}	37.85 ^a	37.93 ^{ab}	38.86 ^a
Almidón 4% con Sorbato	30.35 ^a	31.54 ^{ab}	32.02 ^b	32.56 ^a	35.00 ^a	36.43 ^a	38.09 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

Tabla 16. Variación de color coordenada a* plátano

Variación de color coordenada a* plátano							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	-4.54 ^a	-3.16 ^a	7.70 ^b	9.91 ^b	16.75 ^{ca}	16.75 ^{ca}	17.08 ^a
Almidón 2%	-6.95 ^a	-4.87 ^a	-2.81 ^a	8.97 ^b	13.89 ^c	13.89 ^c	15.86 ^a
Almidón 2% con Sorbato	-6.25 ^a	-4.29 ^a	-2.41 ^a	-1.58 ^a	13.65 ^c	13.65 ^c	14.37 ^a
Almidón 4%	-5.87 ^a	-4.46 ^a	-3.94 ^a	-2.37 ^a	8.66 ^b	8.66 ^b	14.81 ^a
Almidón 4% con Sorbato	-4.85 ^a	-4.47 ^a	-1.78 ^a	-1.29 ^a	4.53 ^a	4.53 ^a	11.80 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

Tabla 17. Variación de color coordenada b* en papaya

Variación de color coordenada b* papaya							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	32.00 ^a	35.15 ^a	50.82 ^b	52.34 ^b	53.63 ^{ab}	61.21 ^c	63.71 ^a
Almidón 2%	33.59 ^a	34.39 ^a	37.82 ^a	41.62 ^a	55.13 ^b	57.98 ^{bc}	59.95 ^{ab}
Almidón 2% con Sorbato	33.49 ^a	35.65 ^a	37.70 ^a	44.71 ^a	49.74 ^{ab}	52.24 ^{abc}	57.75 ^{ab}
Almidón 4%	32.21 ^a	34.53 ^a	37.18 ^a	43.88 ^a	45.80 ^{ab}	49.68 ^{ab}	54.71 ^a
Almidón 4% con Sorbato	31.21 ^a	32.97 ^a	35.15 ^a	39.63 ^a	43.57 ^b	46.87 ^a	52.81 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

Tabla 18. Variación de diferencia total de color E* plátano

Variación de diferencia total de color E* plátano							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	0.83 ^a	16.40 ^a	28.28 ^b	6.02 ^b	10.56 ^{ca}	8.40 ^b	5.71 ^b
Almidón 2%	-0.83 ^a	-16.40 ^a	-28.28 ^a	-6.02 ^{ab}	-10.56 ^{bc}	-8.40 ^{ab}	-5.71 ^{ab}
Almidón 2% con Sorbato	-4.72 ^a	-19.07 ^a	-32.64 ^a	1.64 ^a	-5.04 ^b	-4.74 ^a	-6.35 ^a
Almidón 4%	16.59 ^a	-22.38 ^a	-35.09 ^a	-11.28 ^a	-46.79 ^{ab}	-16.87 ^a	-12.36 ^a
Almidón 4% con Sorbato	-2.60 ^a	-17.72 ^a	-36.76 ^a	-15.48 ^a	-20.18 ^a	-21.64 ^a	-40.71 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

4.9. Evaluación de variación de firmeza de plátano

La variación de la firmeza (N) fue constante en los cinco tratamientos con relación al tiempo (días). Durante la maduración, cuando la composición de la fruta sufre el mayor cambio, comienza el proceso de ablandamiento de la fruta debido al aumento de la actividad de las pectinasas (Barrera 2010). Estas fluctuaciones que ocurren durante la maduración afectan las cualidades organolépticas del plátano, especialmente en su firmeza (Torres et al. 2015).

En la tabla 19, se observa que a partir del día 2 en adelante, el testigo tiene mayor pérdida de firmeza con respecto a los demás tratamientos. En el día 8 se muestra que el testigo presentó la mayor pérdida de firmeza de (0.54N) y la menor pérdida (0.98N) se dio en el tratamiento recubierto con almidón de yuca al 4% (P/V) con sorbato de potasio.

Tabla 19. Variación de firmeza de plátano

Días de tratamientos	Variación de firmeza (N)						
	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	1.66 ^a	1.60 ^{ab}	1.38 ^{ab}	0.64 ^a	0.54 ^a	0.25 ^a	0.10 ^a
Almidón 2%	1.66 ^a	1.32 ^{ab}	1.21 ^{ab}	0.77 ^{ab}	0.72 ^{ab}	0.52 ^a	0.20 ^a
Almidón 2% con Sorbato	1.66 ^a	1.63 ^a	1.35 ^a	1.23 ^{ac}	0.87 ^b	0.57 ^a	0.27 ^a
Almidón 4%	1.66 ^a	1.66 ^a	1.54 ^a	1.27 ^{ac}	0.89 ^b	0.65 ^a	0.30 ^a
Almidón 4% con Sorbato	1.66 ^a	1.67 ^a	1.65 ^b	1.36 ^c	0.98 ^b	0.70 ^a	0.36 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

Los tratamientos recubiertos indicaron una baja pérdida de firmeza en contraste con el testigo durante el tiempo de almacenamiento ($p \leq 0.05$) hasta el día 8, pero no fueron significativamente diferente más allá de este día. De manera similar, el testigo sufre un rápido ablandamiento de la fruta dentro de los primeros dos días de maduración y permaneció relativamente constante en los días de muestreo subsiguientes. Los resultados de la tabla 19 concuerdan con los reportados por Arrieta et al. (2006) en plátano variedad papocho durante su etapa de post-cosecha donde obtuvieron 8,2 kgf/cm² (0.80N); y a los resultados reportados por Barrera (2010) que obtuvo datos de

firmeza inferiores a (0.5N), en frutos maduros de plátano Dominico hartón (*Musa AAB simmonds*).

4.10. Evaluación de variación de sólidos solubles (°Bx) en plátano

La variación de sólidos solubles (°Bx) en los cinco tratamientos aumento con relación al tiempo (días).

Este aumento se debe a la descomposición del almidón, que acumula azúcares, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa (Arrieta, Baquero y Barrera 2006).

En la tabla 20, en los días 4, 6, 8 y 12 existe una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre el testigo y los tratamientos recubiertos.

Los carbohidratos solubles en los plátanos son constituyentes de una gran cantidad de sólidos solubles, por lo que estos solutos se utilizan como criterio para determinar el comportamiento de maduración de las diferentes variedades de plátano, por lo que su calidad de consumo suele estar mejor correlacionada con los sólidos solubles (Wills y Tirmazi 1982).

A medida que la fruta madura, el contenido de sólidos solubles también aumenta (Arrieta, Baquero y Barrera 2006), los resultados obtenidos en la tabla 20 difieren con los resultados reportados por Palacin Beltran (2012) que utilizó recubrimientos de almidón de yuca con ácido ascórbico y N-Acetil-Cisteína, entre los frutos control y tratamientos encontró diferencias significativas ($p \leq 0.05$), el testigo presento (17.48 °Bx) y los tratamientos recubiertos (21.89°Bx), estos fueron almacenados a $18 \pm 4^\circ\text{C}$ y 85% de humedad relativa. Se evidencia que el almacenamiento a temperatura ambiente de 28°C y 82,9% de humedad relativa, es un factor que afecta la conservación de los plátanos.

Tabla 20. Variación de sólidos solubles en plátano

Variación de sólidos solubles (°Bx)							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	7.50 ^a	8.60 ^a	15.20 ^b	26.10 ^{cb}	30.00 ^b	31.10 ^a	33.40 ^b
Almidón 2%	7.50 ^a	8.40 ^a	15.70 ^b	24.60 ^{ca}	29.90 ^b	30.00 ^a	31.00 ^a
Almidón 2% con Sorbato	7.50 ^a	11.70 ^a	15.70 ^b	22.00 ^b	27.50 ^a	30.90 ^a	32.10 ^{ab}
Almidón 4%	7.50 ^a	8.60 ^a	15.90 ^b	23.20 ^{bc}	30.10 ^b	31.80 ^a	33.30 ^b
Almidón 4% con Sorbato	7.50 ^a	7.90 ^a	8.80 ^a	16.40 ^a	28.90 ^b	30.60 ^a	31.40 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

4.11. Evaluación de variación de pH plátano

La variación de pH en los cinco tratamientos con relación al tiempo (días) fue de comportamiento oscilatorio. Según la tabla 21, en los días 6 y 8 existe una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre el testigo y los tratamientos recubiertos, se cree que esta variación puede estar relacionada con la degradación de los almidones a azúcares reductores o su conversión a piruvato debido a la respiración de la fruta (Silva et al. 2006).

Tabla 21. Variación de pH en plátano

Variación de pH							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	6.50 ^a	5.76 ^a	5.40 ^a	4.36 ^{ab}	4.21 ^{ab}	4.12 ^a	4.05 ^a
Almidón 2%	6.50 ^a	5.58 ^a	5.15 ^a	4.82 ^b	4.23 ^{ab}	4.24 ^a	4.18 ^a
Almidón 2% con Sorbato	6.50 ^a	5.69 ^a	5.13 ^a	4.24 ^a	4.11 ^a	4.08 ^a	4.03 ^a
Almidón 4%	6.50 ^a	5.53 ^a	5.09 ^a	4.69 ^{ab}	4.44 ^b	4.51 ^a	4.19 ^a
Almidón 4% con Sorbato	6.50 ^a	5.49 ^a	5.09 ^a	4.50 ^{ab}	4.35 ^{ab}	4.35 ^a	4.29 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

Los cambios de pH en el plátano inciden en el cambio de color durante el proceso de maduración, como producto de la destrucción de la clorofila y la aparición de nuevos pigmentos como betacarotenos y carotenos oxigenados, y xantofilas, tal como ocurre en el epicarpio del plátano al subir el pH (Gallo Perez 1997). Los resultados obtenidos concuerdan con Barrera (2010), que reporta un descenso progresivo de los valores de pH en el plátano variedad Hartón a medida que avanzaba los estados de madurez, así mismo Palacin Beltran (2012) afirma que la aplicación de un recubrimiento con ácido ascórbico disminuyó los valores de pH en plátanos.

4.12. Evaluación de variación de acidez titulable en plátano

La variación de acidez titulable (% de ácido málico) se dio en un incremento de los valores en los cinco tratamientos con relación al tiempo (días).

Según la tabla 22, la acidez expresada en % de ácido málico de los cinco tratamientos no tienen diferencia significativa ($p > 0.05$) con el tiempo (días), Dadzie y Orchard (1997) reportó que la acidez titulable del plátano varía de una variedad a otra, algunos aumentan de acidez durante la maduración, mientras que otros no cambian significativamente.

Tabla 22. Variación de acidez titulable en plátano.

Variación de acidez titulable (% Ácido málico)							
Días de tratamientos	0	2	4	6	8	10	12
Tratamientos							
Testigo	1.42 ^a	1.62 ^a	1.93 ^a	4.89 ^a	4.83 ^a	4.86 ^a	4.88 ^a
Almidón 2%	1.42 ^a	1.42 ^a	1.68 ^a	4.82 ^a	3.99 ^a	4.02 ^a	4.07 ^a
Almidón 2% con Sorbato	1.42 ^a	1.48 ^a	1.90 ^a	4.75 ^a	4.91 ^a	4.93 ^a	4.97 ^a
Almidón 4%	1.42 ^a	1.62 ^a	1.92 ^a	4.60 ^a	4.17 ^a	4.73 ^a	4.90 ^a
Almidón 4% con Sorbato	1.42 ^a	2.18 ^a	2.46 ^a	4.66 ^a	4.17 ^a	4.83 ^a	4.86 ^a

*Letras minúsculas diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre medias según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, (2022).

Los resultados obtenidos en la tabla 22, no muestran una diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos, estas difieren notablemente de

los reportados por Palacin Beltran (2012) que halló valores 0.2 de ácido málico, esto se debe a la diferencia de variedades de plátano que se usó. El comportamiento de alza y baja de valores se puede explicar por Lamikanra (2002) y González-Aguilar et al. (2010) mencionan un pH bajo, acidez titulable y fluctuaciones en sólidos solubles totales, que se asociaron con disminución de la frecuencia respiratoria. Palacin Beltran (2012) sugiere que la acidez del fruto se debe a la presencia de ácidos ascórbico y málico hasta su pleno desarrollo fisiológico, momento en el cual la acidez comienza a disminuir a medida que el fruto madura. Según Arrieta, Baquero y Barrera (2006) la secuencia cronológica de la cosecha de la fruta afecta el contenido de sólidos solubles, el pH y la acidez.

CONCLUSIONES

- a.** El recubrimiento elaborado a base de almidón de yuca ha demostrado ser un tratamiento alternativo y seguro para mejorar la post-cosecha de los frutos de papaya variedad Intenza. Los frutos recubiertos con sorbato de potasio, mostraron una mejor conservación post-cosecha en el porcentaje de pérdida de peso (7.6%), color (32.12L*), firmeza (2.33N) y porcentaje de ácido cítrico (1.38%) durante el almacenamiento a 28°C en comparación con los frutos con y sin recubrimiento. Estos resultados sugieren que el recubrimiento a base de almidón de yuca tiene un efecto positivo y se puede usar de manera efectiva para prolongar la vida útil de la papaya.
- b.** La aplicación de recubrimientos a base de almidón de yuca ha demostrado ser un tratamiento alternativo y seguro para mejorar la post-cosecha de los frutos de plátano variedad Hartón Bellaco, el efecto positivo se dio en el porcentaje de pérdida de peso (19.20%), color (35.00L*), firmeza (0.98N) y sólidos solubles (16.40°Bx) durante el almacenamiento a 28°C en comparación con los frutos sin recubrimiento. Estos resultados sugieren que el recubrimiento a base de almidón de yuca tiene un efecto positivo y se puede usar de manera efectiva para prolongar la vida útil del plátano.

SUGERENCIAS

- a.** Desarrollar estudios de recubrimientos con otros tipos de carbohidratos y conservantes en frutos amazónicos.
- b.** Evaluar la capacidad antioxidante post-cosecha en plátanos y papayas recubiertas con almidón de yuca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROTENDENCIA, 2018a. Cultivo de la yuca - Manejo, producción y más - Agrotendencia.tv. [en línea]. [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-yuca/>.
- AGROTENDENCIA, 2018b. El cultivo de la papaya - Manejo y curiosidades - Agrotendencia.tv. [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2021]. Disponible en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-papaya/>.
- ALCÁZAR-ALAY, S.C. y MEIRELES, M.A.A., 2015. Physicochemical properties, modifications and applications of starches from different botanical sources. *Food Science and Technology*, vol. 35, no. 2, pp. 215-236. ISSN 1678457X. DOI 10.1590/1678-457X.6749.
- ALVARENGA, A., LISSETTE, V., PEÑA, A., ARNOLDO, G., AMAYA, L. y ELISA, S., 2018. "Formulación y caracterización de una biopelícula comestible elaborada a partir de almidón de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y yuca (*Manihot esculenta*)". *Universidad del Salvador*, pp. 1-304.
- ÁLVAREZ, J., 2020. Jorge Hernán Álvarez H | Cultivo de plátano. [en línea]. [Consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: <https://cultivodeplatano.com/author/cultivodeplatano/page/2/>.
- AMBIGAIPALAN, P., HOOVER, R., DONNER, E., LIU, Q., JAISWAL, S., CHIBBAR, R., NANTANGA, K.K.M. y SEETHARAMAN, K., 2011. Structure of faba bean, black bean and pinto bean starches at different levels of granule organization and their physicochemical properties. *Food Research International*, ISSN 09639969. DOI 10.1016/j.foodres.2011.07.006.
- ANCOS, D., PEÑA, G.-, COCA, C.- y MORENO, S.-, 2015. Uso De Películas/Recubrimientos Comestibles En Los Productos De Iv Y V Gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 16, no. 1, pp. 8-17. ISSN 1665-0204.

- ARRIETA, A.J., BAQUERO, U.M. y BARRERA, J.L., 2006. Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano «Papocho» (Musa ABB Simmonds) Physical-chemical characterisation of «Papocho» plantain (Musa ABB Simmonds) maturing. ,
- BADUI DERGAL, S., 2006. *Química de los alimentos*. S.l.: s.n. ISBN 9702606705.
- BARCO HERNÁNDEZ, Paola, BURBANO DELGADO, A., MOSQUERA SÁNCHEZ, S., VILLADA CASTILLO, H. y NAVIA PORRAS, D., 2011. Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*, vol. 8, no. 2, pp. 96-103. ISSN 16923561.
- BARCO HERNÁNDEZ, Paola Liceth, BURBANO DELGADO, A.C., MOSQUERA SÁNCHEZ, S.A., VILLADA CASTILLO, H.S. y NAVIA PORRAS, D.P., 2011. Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate. *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 8, pp. 96-103. ISSN 1794-4449.
- BARRERA, J.L., 2010. Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (musa AAB Simmonds) en dos sistemas de producción. *Physical-chemist and physiologic characterization in the Harton plantain ripening process (Musa AAB Simmonds) in organic and conventional production systems*,
- BATISTA, W., 2014. *Efeito do cloreto de cálcio e do uso de cobertura comestível a base de quitosana na conservação pós-colheita do mamão uenf/caliman01*. S.l.: s.n.
- BELTRÁN, A.V.J.A.G., 2014. Algunas investigaciones recientes en recubrimientos comestibles aplicados en alimentos. *Temas Seleccionados de Ingeniería de Alimentos - Universidad de las Américas Puebla*, vol. 8, pp. 5-12.
- BHAT, P.K., 1985. *Herbolario tropical: una manera sencilla de vivir mejor*. S.l.: Ediciones Vivir Mejor. ISBN 9802651982.

- BREZMES, J., 2003. Técnicas de control de calidad en frutos. [en línea]. [Consulta: 28 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6877/CAPITOL2.pdf>.
- BRITO, C., 2017. Tecnología del manejo poscosecha de la yuca (Manihot esculenta Crantz) para el mercado fresco. [en línea]. S.l.: [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7915/PDF%20RABAJO%20DE%20DIPLOMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- BUITRAGO ESTRADA, J. y ESCOBAR ROMERO, A.M., 2009. *Aplicación de levadura cándida spp como una alternativa viable para la retardación en la pudrición del banano (musa acuminata)* [en línea]. 2009. S.l.: Pontificia Universidad Javeriana. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/8215>.
- BUITRAGO, J., 1990. *La yuca en la alimentacion animal*. S.l.: CIAT. Publicación CIAT. ISBN 9789589183106.
- CASTRICINI, A., 2009. *Aplicação de Revestimentos Comestíveis para Conservação de Mamões (Carica papaya L.) 'Golden'* [en línea]. S.l.: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO . [Consulta: 27 mayo 2022]. Disponible en: <https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/tede/555/1/2009%20-%20Ariane%20Castricini.pdf>.
- CASTRO, A., DELANE, J., PIMENTEL, R. y SOUZA, D.S., 2011. Estudio de la conservación de la papaya (Carica papaya L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* [en línea], vol. 2, no. 1, pp. 49-060. ISSN 2218-4384. Disponible en: <http://www.rvcta.org>.
- CEBALLOS, H., 2002. *Taxonomía y Morfología de la yuca*. S.l.: s.n.
- CENTRO NACIONAL DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN, 2017. TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS. . S.l.:
- CHAMPION, J., 1975. *El plátano*. S.l.: Blume. Colección Agricultura Tropical. ISBN 9788470313028.

- CHEESMAN, E.E., 1948. Classification of the Bananas: Critical Notes on Species: *Musa basjoo*. *Kew Bulletin*, vol. 3, no. 3, pp. 323. ISSN 00755974. DOI 10.2307/4108835.
- CHEVALIER, E., CHAABANI, A., ASSEZAT, G., PROCHAZKA, F. y OULAHAL, N., 2018. Casein/wax blend extrusion for production of edible films as carriers of potassium sorbate—A comparative study of waxes and potassium sorbate effect. *Food Packaging and Shelf Life*, vol. 16, pp. 41-50. ISSN 22142894. DOI 10.1016/j.fpsl.2018.01.005.
- CORREA, O., ROMERO, R., QUISPE, H. y KUAQUIRA, F., 2011. Estudio exploratorio de la humedad relativa en ambientes urbanos de regiones subtropicales. ,
- CROPLIFE LATÍN AMÉRICA, 2014. Antracnosis - CropLife Latin America. [en línea]. [Consulta: 19 junio 2021]. Disponible en: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/antracnosis>.
- CUNNIFF, Patricia., 1997. *Official methods of analysis of AOAC International*. Gaithersburg, Md.: AOAC International. ISBN 0935584544 9780935584547.
- DADZIE, B.K. y ORCHARD, J.E., 1997. Evaluación rutinaria poscosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos. . S.I.:
- DAYRON SORA, Á., FISCHER, G. y FLÓREZ, R., 2006. Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en empaques con atmósfera modificada. *Agronomía Colombiana*, vol. 24, pp. 306-316. ISSN 0120-9965.
- DERGAL, S.B., 2006. *Química de Los Alimentos* [en línea]. S.I.: Pearson Educación. ISBN 9789702606703. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=b4ITAAAACAAJ>.
- DHALL, R.K., 2013. Advances in Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 53, no. 5, pp. 435-450. ISSN 10408398. DOI 10.1080/10408398.2010.541568.

- DRAETTA, I. dos S., SHIMOKOMAKI, M., YOKOMIZO, Y., FUJITA, J.T., MENEZES, H.C. de y BLEINROTH, E.W., 1975. Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya* L.) durante a maturação. *Coletânea do Instituto de tecnologia de Alimentos, Campinas*, vol. 6, no. 1, pp. 395-408.
- DURANGO, A.M., SOARES, N.F.F. y ANDRADE, N.J., 2006. Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. *Food Control* [en línea], vol. 17, no. 5, pp. 336-341. ISSN 0956-7135. DOI <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.10.024>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713505000022>.
- ELLIS, R.P., COCHRANE, M.P., DALE, M.F.B., DUFFUS, C.M., LYNN, A., MORRISON, I.M., PRENTICE, R.D.M., SWANSTON, J.S. y TILLER, S.A., 1998. *Starch production and industrial use*. 1998. S.I.: s.n.
- ELSHIEKH, F. y ABU-GOUKH, P.A.-B., 2008. Effect of harvesting method on quality and storability of grapefruits. *University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences*, vol. 16, pp. 1-14.
- ESPINOZA OLIVARES, E.R., 2015. Comercialización de la papaya maradol carica papaya empacada por la empresa agrícola Jaramillo ubicada en la parroquia San Antonio del cantón Santa Rosa provincia de El Oro. . S.I.: Machala : Universidad Técnica de Machala.
- FERNÁNDEZ, N.M., ECHEVERRIA, D.C., MOSQUERA, S.A. y PAZ, S.P., 2017. CURRENT STATUS OF THE USE OF EDIBLE COATINGS IN FRUIT AND VEGETABLES STATUS ATUAL DO USO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS EM FRUTAS E LEGUMES Artículos de Revisión. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 15, no. 2, pp. 134-141. ISSN 1909-9959. DOI 10.18684/BSAA(15)134-141.
- FERNÁNDEZ VALDÉS, Daybelis, BAUTISTA BAÑOS, S., FERNÁNDEZ VALDÉS, Dayvis, OCAMPO RAMÍREZ, A., GARCÍA PEREIRA, A. y FALCÓN RODRÍGUEZ, A., 2015. *REVISTA CIENCIAS TECNICAS AGROPECUARIAS*. S.I.: Centro de Mecanizacion Agropecuaria.

- FIGUEROA, J.A., SALCEDO, J.G. y NARVÁEZ, G.J., 2013. Efecto de recubrimientos comestibles a base de almidón nativo y oxidado de yuca sobre la calidad de mango (tommy atkins). *Temas Agrarios*, vol. 18, no. 2, pp. 94. ISSN 0122-7610. DOI 10.21897/rta.v18i2.719.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2003. *Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: del campo al mercado* [en línea]. S.I.: FAO. Boletines De Servicios Agrcolas De La Fao. ISBN 9789253049912. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=xf1zTXxRGMgC>.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2011. Panorama General de la producción y el comercio mundial del banano. [en línea]. [Consulta: 9 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s04.htm>.
- GALLO PEREZ, F., 1997. *Manual de fisiología, patología post-cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas* [en línea]. S.I.: SENA. Post-Cosecha Frutas & Hortalizas: Convenio SENA/Reino Unido. ISBN 9789589401156. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=QX58tgAACAAJ>.
- GARZÓN, V. y NAVAS, E., 2013. *Características nutricionales de fuentes alimenticias y su utilización en la elaboración de dietas para animales domésticos*. Villavicencio-Meta: s.n. ISBN 958-97452-3-7.
- GENARO, G., 2007. La transpiración de frutas y verduras. [en línea], [Consulta: 9 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.fomesafruitech.net/Fruitech/boletines/INFOPOST%2007.pdf>.
- GENNADIOS, A., WELLER, C.L., HANNA, M.A. y FRONING, G.W., 1996. Mechanical and barrier properties of egg albumen films. *Journal of Food Science*, vol. 61, no. 3, pp. 585-589. ISSN 00221147. DOI 10.1111/j.1365-2621.1996.tb13164.x.

- GESTIÓN.PE, 2021. Madre de Dios: agricultores desechan sus frutas que se perdieron por bloqueo de coccaleros en tramos de la vía Interoceánica. . [en línea]. [Consulta: 13 octubre 2022]. Disponible en: <https://gestion.pe/peru/madre-de-dios-agricultores-desechan-sus-frutas-que-se-perdieron-por-bloqueo-de-cocaleros-en-tramos-de-la-via-interoceanica-noticia/>.
- GIL, A.I. y MIRANDA, D., 2005. Morfología de la flor y de la semilla de papaya (Carica papaya L.): variedad Maradol e híbrido Tainung-1 Floral and seed morphology of papaya (Carica papaya L.): Maradol variety and Tainung-1 hybrid. *Agronomía Colombiana*. S.I.:
- GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A., AYALA-ZAVALA, J.F., OLIVAS, G.I., DE LA ROSA, L.A. y ÁLVAREZ-PARRILLA, E., 2010. Preserving quality of fresh-cut products using safe technologies. *Journal fur Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, vol. 5, no. 1, pp. 65-72. ISSN 16615751. DOI 10.1007/s00003-009-0315-6.
- HARDENBURG, R.E., WATADA, A.E. y WANG, C.Y., 1988. *Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristeras y viveros*. S.I.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Colección de investigación y desarrollo. ISBN 9789290391470.
- HERNANDEZ, L., 2009. El plátano un cultivo tradicional con importancia nutricional. *Revista del Colegio de Farmacéuticos del Estado Mérida*, vol. 13, pp. 4.
- HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P., ALMENAR, E., VALLE, V. del, VELEZ, D. y GAVARA, R., 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (Fragaria x ananassa) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*, vol. 110, no. 2, pp. 428-435. ISSN 0308-8146. DOI 10.1016/J.FOODCHEM.2008.02.020.
- (IICA), I.I. de C. para la A., 1987. Tecnología del Manejo de Postcosecha de Frutas y Hortalizas. [en línea], [Consulta: 5 septiembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/16854>.

- INFOAGRO, 2012. Agricultura. El cultivo de la papaya. [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2021]. Disponible en: https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/papaya.htm.
- INTEREMPRESAS MEDIA, 2021. Papaya - Cuidados poscosecha. [en línea]. [Consulta: 18 junio 2021]. Disponible en: <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Poscosecha-Papaya.html>.
- JUN, Y., 2009. Aplicaciones del sorbato de potasio. [en línea]. [Consulta: 9 octubre 2022]. Disponible en: <http://www.wanglong.us/aplicaciones-del-sorbato-de-potasio/>.
- KADER, A., 2021. Fruit Spanish - UC Postharvest Technology Center. [en línea]. [Consulta: 18 junio 2021]. Disponible en: http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Data_stores/Fruit_Spanish/?uid=5&ds=802.
- KATZ, E., FON, M., LEE, Y.J., PHINNEY, B.S., SADKA, A. y BLUMWALD, E., 2007. The citrus fruit proteome: insights into citrus fruit metabolism. *Planta* [en línea], vol. 226, no. 4, pp. 989-1005. ISSN 1432-2048. DOI 10.1007/s00425-007-0545-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00425-007-0545-8>.
- KRAMER, Michael, 2009. Structure and Function of Starch-Based Edible Films and Coatings. *Edible Films and Coatings for Food Applications*. S.l.: s.n., pp. 113-134. ISBN 978-0-387-92823-4.
- KRAMER, Michael., 2009. *Edible Films and Coatings for Food Applications*. S.l.: s.n. ISBN 9780387928241.
- L. SANTANA, Á. y ANGELA A. MEIRELES, M., 2014a. New Starches are the Trend for Industry Applications: A Review. *Food and Public Health*, vol. 4, no. 5, pp. 229-241. ISSN 2162-8440. DOI 10.5923/j.fph.20140405.04.
- L. SANTANA, Á. y ANGELA A. MEIRELES, M., 2014b. New Starches are the Trend for Industry Applications: A Review. *Food and Public Health*, vol. 4, no. 5, pp. 229-241. ISSN 2162-8440. DOI 10.5923/j.fph.20140405.04.

- LAMIKANRA, Olusola., 2002. *Fresh-cut fruits and vegetables: science, technology, and market*. S.l.: CRC Press. ISBN 1587160307.
- LIDIANE, P., FERNANDES, O., MENDES AROUCHA, E.M., AUGUSTO DE SOUZA, P., DUARTE DE SOUSA, A.E. y LIANE DE, P., 2010. Quality of «Formosa» papaya produced at RN and storage under passive atmosphere. [en línea], pp. 599-604. ISSN 1806-6690. Disponible en: www.ccarevista.ufc.br.
- MAFTOONAZAD, N. y RAMASWAMY, H.S., 2005. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 38, no. 6, pp. 617-624. ISSN 0023-6438. DOI 10.1016/J.LWT.2004.08.007.
- MAQBOOL, M., ALI, A., ALDERSON, P.G., MOHAMED, M.T.M., SIDDIQUI, Y. y ZAHID, N., 2011. Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 62, no. 1, pp. 71-76. ISSN 0925-5214. DOI 10.1016/J.POSTHARVBIO.2011.04.002.
- MATA, M., VÁSQUEZ, M. del C., HIGINIO, N. y HERNANDEZ, D., 2016. Estudio comparativo de bio-recubrimientos a partir de Manihot esculenta y Phaseolus vulgaris empleadas como recubrimiento en uvas moradas. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales* [en línea], vol. 2, no. 5, pp. 11-25. Disponible en: http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2num5/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N5_2.pdf <http://ri.ufs.br:8080/bitstream/123456789/719/1/EstudioConservacionPapaya.pdf>.
- MATHEW, S. y ABRAHAM, T.E., 2008. Characterisation of ferulic acid incorporated starch-chitosan blend films. *Food Hydrocolloids*, vol. 22, no. 5, pp. 826-835. ISSN 0268005X. DOI 10.1016/j.foodhyd.2007.03.012.
- MENDEZ, E., 2010. Acidez em frutas e hortaliças . [en línea], [Consulta: 9 octubre 2022]. ISSN 1981-8203. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7450230>.

- MUNDOAGRO, 2017. Almacenamiento y refrigeración de frutas. [en línea]. [Consulta: 18 junio 2021]. Disponible en: <https://www.mundohvacr.com.mx/2010/01/almacenamiento-y-refrigeracion-de-frutas/>.
- NAWAB, A., ALAM, F. y HASNAIN, A., 2017. Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf- life of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 103, pp. 581-586. ISSN 18790003. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2017.05.057.
- NUTRICIÓN.ORG, 2021. NUTRICIÓN Y SALUD. [en línea]. [Consulta: 16 junio 2021]. Disponible en: <https://www.5aldia.org/contenido-s.php?ro=139&sm=60&ag=6802&co=3724&pg=1>.
- OCU.ORG, 2018. Frutas climatéricas . [en línea]. [Consulta: 9 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.ocu.org/alimentacion/alimentos/noticias/frutas-climatericas-1>.
- PADMAJA, G., 1995. Cyanide Detoxification in Cassava for Food and Feed Uses. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 35, no. 4, pp. 299-339. ISSN 15497852. DOI 10.1080/10408399509527703.
- PALACIN BELTRAN, R., 2012. Efectos de recubrimientos de almidón de yuca, ácido ascórbico, N-Acetil-Cisteína en la calidad del platano (*Musa paradisiaca*). ,
- PARZANESE, M., 2006. Tecnologías para la Industria Alimentaria - PELÍCULAS Y RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES. *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca* [en línea], pp. 1-11. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf.
- PATTISON, D.J., SILMAN, A.J., GOODSON, N.J., LUNT, M., BUNN, D., LUBEN, R., WELCH, A., BINGHAM, S., KHAW, K.T., DAY, N. y SYMMONS, D.P.M., 2004. Vitamin C and the risk of developing inflammatory polyarthritis: Prospective nested case-control study. *Annals*

of the Rheumatic Diseases, vol. 63, no. 7, pp. 843-847. ISSN 00034967. DOI 10.1136/ard.2003.016097.

PEREZ, S., BALDWIN, P. y GALLANT, D.J., 2009. Starch: Chemistry and technology. *Food Science and Technology International Series*, pp. 149-188.

PEREZ-GAGO, M.B. y KROCHTA, J.M., 2000. Drying Temperature Effect on Water Vapor Permeability and Mechanical Properties of Whey Protein-Lipid Emulsion Films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [en línea], vol. 48, no. 7, pp. 2687-2692. ISSN 0021-8561. DOI 10.1021/jf0001583. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/jf0001583>.

PÉREZ-LIZAU, A.B., PALACIOS-GONZÁLEZ, B., CASTRO-BECERRA, A.L. y FLORES-GALICIA, I., 2014. *Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. Cuarta edición* [en línea]. S.l.: Fomento de Nutrición y Salud. ISBN 9789709452310. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=c9tetwAACAAJ>.

PINTO, L.K. de A., MARTINS, M.L.L., RESENDE, E.D. de, ALMEIDA, R.F. de, VITORAZI, L. y PEREIRA, S.M. de F., 2006. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* [en línea], vol. 26, no. 4, pp. 744-748. [Consulta: 10 junio 2022]. ISSN 0101-2061. DOI 10.1590/S0101-20612006000400005. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612006000400005&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.

PROMPERÚ, 2020. Súper Yuca. [en línea]. [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <https://peru.info/es-pe/superfoods/detalle/super-yuca>.

QUINTERO, C., FALGUERA, V. y MUÑOZ, H., 2010a. Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Tumbaga*, vol. 1, no. 5, pp. 93-118. ISSN 1909-4841.

- QUINTERO, C., FALGUERA, V. y MUÑOZ, H., 2010b. Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Tumbaga*, vol. 1, no. 5, pp. 93-118. ISSN 1909-4841.
- RAMALINGAM, K., 2020. EFFECT OF INTEGRATED NUTRIENT MANAGEMENT ON CORM AND ROOT. , no. January 2013.
- RODRIGUEZ, A.S., ARGUELLO, D.S., BRENES, E.A., GONZALEZ, J.M., LIZANO, M.C., ROJAS, L.R., CHINCHILLA, P.A., PORTUGUEZ, S.T. y BONILLA, Y.G., 2009. *Cultivo De Yuca* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9789968586160. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Documents/Universidad/Fitopatologia/BVE17068917e (1).pdf.
- SANTA ANA, C., ANDRÉS, S., LIBERTAD EL SALVADOR, L., SAN ANDRÉS, M., LIBERTAD, L. y SALVADOR, E.C., 2018. CUIDADOS DURANTE POSTCOSECHA DE PLÁTANO . [en línea]. S.l.: [Consulta: 19 mayo 2021]. Disponible en: www.centa.gob.sv.
- SANTAMARÍA BASULTO, M., PLAZA, D., DUCH, S., GIL, E., FERNÁNDEZ, S., MANUEL, J. y SAAVEDRA, L., 2009. Agricultura Técnica en México. [en línea], vol. 35, no. 3, pp. 347-353. ISSN 0568-2517. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60812263012>.
- SAÑUDO, A., SILLER, J., OSUNA, T., MUY, D., LÓPEZ, G. y LABAVITCH, J., 2008. Control de la maduración en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) con 1-metilciclopropeno y ácido 2- cloroetil fosfónico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 31, no. 2, pp. 141-147.
- SILVA, C. de S., LIMA, L.C., SANTOS, H.S., CAMILI, E.C., VIEIRA, C.R.Y.I., MARTIN, C. da S. y VIEITES, R.L., 2006. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 30, no. 1, pp. 103-111. DOI 10.1590/S1413-70542006000100015.
- SMITH, A.M., 2001. *The biosynthesis of starch granules*. 2001. S.l.: s.n.

- SOLER FAYOS, G., 2009. *Cambios en la expresión génica asociados a la maduración interna del fruto de los cítricos: identificación de rutas metabólicas implicadas en la acumulación y eliminación de ácidos*. [en línea]. Valencia (Spain): Universitat Politècnica de València. [Consulta: 2 junio 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/6068>.
- ŠUBARIĆ, D., ACKAR, D., BABIC, J., SAKAC, N. y JOZINOVIĆ, A., 2012. Modification of wheat starch with succinic acid/acetic anhydride and azelaic acid/acetic anhydride mixtures I. Thermophysical and pasting properties. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 51. DOI 10.1007/s13197-012-0790-0.
- THAKUR, R., PRISTIJONO, P., BOWYER, M., SINGH, S.P., SCARLETT, C.J., STATHOPOULOS, C.E. y VUONG, Q. v., 2019. A starch edible surface coating delays banana fruit ripening. *LWT*, vol. 100, pp. 341-347. ISSN 00236438. DOI 10.1016/j.lwt.2018.10.055.
- TORRES, R., MONTES, E.J., PÉREZ, O.A. y ANDRADE, R.D., 2015. Influencia del Color y Estados de Madurez sobre la Textura de Frutas Tropicales (Mango, Papaya y Plátano). *Información tecnológica* [en línea], vol. 26, no. 3, pp. 47-52. [Consulta: 27 mayo 2022]. ISSN 0718-0764. DOI 10.4067/S0718-07642015000300008. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642015000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- ULBRICH, M., NATAN, C. y FLÖTER, E., 2014. Acid modification of wheat, potato, and pea starch applying gentle conditions - Impacts on starch properties. *Standardization News*, vol. 66, no. 9-10, pp. 903-913. ISSN 10944656. DOI 10.1002/star.201400089.
- VARGAS, W., 2007. *Tecnología del Manejo de Postcosecha de Frutas y Hortalizas* [en línea]. 2007. S.l.: s.n. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=IYDGhOLOgPoC&pg=PA50&dq=conservacion+de+frutas+y+hortalizas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjivYyI-ZbmAhWEtVkKHRPJdAQ6AEIRzAF#v=onepage&q=conservacion de frutas y hortalizas&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=IYDGhOLOgPoC&pg=PA50&dq=conservacion+de+frutas+y+hortalizas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjivYyI-ZbmAhWEtVkKHRPJdAQ6AEIRzAF#v=onepage&q=conservacion%20de%20frutas%20y%20hortalizas&f=false).

- VASQUES ROMERO, R., BALLESTEROS CHAVARRO, H., MUÑOZ OSORIO, C. y CUELLAR CHAPARRO, M., 2006. *Utilización de la abeja Apis mellifera como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (Fragaria chiloensis) y mora (Rubus glaucus) y su efecto en la producción*. S.l.: Corpoica. ISBN 958-8210-97-6.
- VAZQUEZ BRIONES M.C. y GUERRERO BELTRÁN J.A., 2013a. Recubrimiento de frutas con biopelículas. *Temas selectos de ingeniería de Alimentos*, pp. 5-14.
- VAZQUEZ BRIONES M.C. y GUERRERO BELTRÁN J.A., 2013b. Recubrimiento de frutas con biopelículas. *Temas selectos de ingeniería de Alimentos* [en línea], pp. 5-14. Disponible en: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Vazquez-Briones-et-al-2013.pdf>.
- VERSINO, F., LOPEZ, O. V., GARCIA, M.A. y ZARITZKY, N.E., 2016. Starch-based films and food coatings: An overview. *Starch/Staerke*, vol. 68, no. 11-12, pp. 1026-1037. ISSN 1521379X. DOI 10.1002/star.201600095.
- VICTOR W. RODWELL, P., DAVID A. BENDER, P., KATHLEEN M. BOTHAM, PHD, Ds., PETER J. KENNELLY, P. y P. ANTHONY WEIL, P., 2016. *Harper Bioquímica Ilustrada*. S.l.: s.n. ISBN 978-607-15-0304-6.
- VILLADA, H.S., ACOSTA, H. y VELASCO, R., 2007. Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. *Temas Agrarios*, vol. 12, no. 2, pp. 5. ISSN 0122-7610. DOI 10.21897/rta.v12i2.652.
- WAINWRIGHT, H. y HUGHES, P.A., 2007. Objective measurement of banana pulp color. *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 24, pp. 553-558. DOI 10.1111/j.1365-2621.1989.tb00679.x.
- WILLS, R.B.H. y TIRMAZI, S.I.H., 1982. INHIBITION OF RIPENING OF AVOCADOS WITH CALCIUM. *Scientia Horticulturae* [en línea], vol. 16, pp. 323-330. [Consulta: 4 junio 2022]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03044238>.

ZACCARI, F., PUERTO, M. del, VIGNALE, B. y PRITSCH, C., 2017. Parámetros colorimétricos y contenido de pigmentos en cinco colores de cáscara de fruto de guayabo [Acça sellowiana (Berg) Burret] Colorimetric Parameters and Pigments Content in Five Different Peel Colors of Feijoa Fruit [Acça sellowiana (Berg) Burret] . *Agrociencia Uruguay*, ISSN 1510 0839.

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables de estudio “Efecto del recubrimiento comestible de almidón de yuca variedad Cevallos (*Manihot Esculenta*) en la conservación post-cosecha de papaya variedad Intenza (*Carica Papaya*) y plátano variedad Hartón Bellaco (*Musa Paradisiaca*)”.

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Concentración de almidón de yuca (Variable independiente)	Tratamiento 1	Concentración 1	0% de almidón de yuca
	Tratamiento 2	Concentración 2	2% de almidón de yuca
	Tratamiento 3	Concentración 2	2% de almidón de yuca con sorbato de potasio
	Tratamiento 4	Concentración 3	4% de almidón de yuca
	Tratamiento 5	Concentración 3	4% de almidón de yuca con sorbato de potasio
Conservación post-cosecha (Variable dependiente)	Color	Valores de las coordenadas L* a* y b* (CIELAB)	L* = luminosidad a* = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde) b* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)
	pH	Acido o básico	- log [H+]
	Firmeza	Firmeza por penetrómetro	Newton (N)
	Sólidos solubles	Contenido de sólidos solubles	Grados brix (°Bx)
	Acidez titulable	Volumen gastado	% de ácido cítrico o málico
	Peso	Porcentaje (%) de pérdida de peso	% Pérdida de peso

Anexo 2: Matriz de consistencia de estudio “Efecto del recubrimiento comestible de almidón de yuca variedad Cevallos (*Manihot Esculenta*) en la conservación post-cosecha de papaya variedad Intenza (*Carica Papaya*) y plátano variedad Hartón Bellaco (*Musa Paradisiaca*)”.

PROBLEMA GENERAL	HIPOTESIS	OBJETIVO GENERAL	VARIABLES				
¿Cuál es el efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca variedad Cevallos (<i>Manihot esculenta</i>) en la conservación post-cosecha de papaya variedad Intenza (<i>Carica papaya</i>) y plátano variedad Hartón Bellaco (<i>Musa paradisiaca</i>)?	Hipótesis alternativa (H1). H1: El recubrimiento a base de almidón de yuca tiene un efecto positivo en la conservación post-cosecha de papaya y plátano.	<ul style="list-style-type: none"> Determinar el efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca variedad Cevallos (<i>Manihot esculenta</i>) en la conservación post-cosecha de papaya variedad Intenza (<i>Carica papaya</i>) y plátano variedad Hartón Bellaco (<i>Musa paradisiaca</i>). 	VARIABLE INDEPENDIENTE:				
			VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	
			Recubrimiento a base de almidón de yuca	Tratamiento 1	Concentración 1	0% (P/V) de almidón de yuca	
				Tratamiento 2	Concentración 2	2% (P/V) de almidón de yuca	
			Tratamiento 3	Concentración 3	2% (P/V) de almidón de yuca con sorbato de potasio		
			Tratamiento 4	Concentración 4	4% (P/V) de almidón de yuca		
	Tratamiento 5	Concentración 5	4% (P/V) de almidón de yuca con sorbato de potasio				
	Hipótesis nula (Ho). Ho: El recubrimiento a base de almidón de yuca no tiene un efecto positivo en la conservación post-cosecha de papaya y plátano.	<ul style="list-style-type: none"> Obtener un recubrimiento a base de almidón de yuca y recubrir por inmersión la papaya y plátano. Evaluar la conservación post-cosecha de la papaya y plátano con recubrimiento a base de almidón de yuca, durante 12 días. 	VARIABLE DEPENDIENTE:				
			VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	
			Conservación Post-cosecha	Color		Valores de las coordenadas L* a* y b* (CIELAB)	L* = luminosidad a* = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde) b* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)
				Firmeza		Firmeza por penetrometría	Firmeza (N)
				Sólidos solubles		Contenido de sólidos solubles	Grados (°Bx)
pH					ácido o básico	- log [H+]	
Peso		Porcentaje (%) de pérdida de peso		% Pérdida de peso			
Acidez titulable		Volumen gastado		% Ácido cítrico o málico			

Anexo 3: Fotos



Figura 12. Cosecha de plátano



Figura 13. Cosecha de yuca



Figura 14. Cosecha de papaya



Figura 15. Selección y clasificación de papayas



Figura 16. Selección y clasificación de plátanos



Figura 17. Selección y clasificación de yucas



Figura 18. Lavado y desinfección de yucas



Figura 19. Triturado de yuca



Figura 20. Sedimentación de almidón



Figura 21. Secado de almidón



Figura 22. Almidón de yuca



Figura 23. Lavado y desinfección de frutos



Figura 24. Elaboración de recubrimiento



Figura 25. Recubrimiento por inmersión



Figura 26. Almacenamiento en anaquel

Anexo 3: Base de datos con ANOVA**Tabla 23.** ANOVA % pérdida de peso en papaya

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	0.00	3.90	3.90	13.20	18.70	21.87	26.80
A2	0.00	2.17	2.20	5.20	8.60	13.21	16.00
A2S	0.00	2.18	2.20	5.60	8.20	13.70	14.80
A4	0.00	2.20	1.70	5.10	8.00	12.86	14.90
A4S	0.00	1.69	2.20	4.40	7.60	9.71	11.40
ANOVA	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 24. ANOVA variación de color en la papaya L* en papaya

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	28.21	29.72	37.64	42.18	50.20	50.59	50.80
A2	28.35	30.98	31.90	33.33	38.14	44.14	45.48
A2S	29.38	30.38	30.96	32.17	35.52	38.69	43.89
A4	29.24	29.57	30.27	31.59	33.43	35.61	39.98
A4S	28.87	29.53	30.04	31.53	32.12	32.26	36.52
ANOVA	0.6479	0.9981	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0158

Tabla 25. ANOVA variación de color en la papaya a* en papaya

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	-8.10	14.53	18.69	19.82	21.99	22.81	26.33
A2	-8.38	-4.48	-3.84	-2.20	18.60	19.39	24.81
A2S	-8.46	-5.19	-4.43	-3.13	9.09	16.43	22.76
A4	-8.00	-6.41	-4.88	-3.50	7.02	14.59	22.14
A4S	-7.98	-6.92	-5.15	-4.01	1.58	7.58	19.63
ANOVA	0.9570	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0254

Tabla 26. ANOVA variación de color en la papaya b* en papaya

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	29.98	48.59	56.25	60.30	66.30	68.09	73.63
A2	28.60	29.32	30.55	35.32	46.27	66.62	65.42
A2S	27.29	28.58	29.85	31.01	42.48	56.36	61.17
A4	26.45	27.97	29.37	30.05	34.66	44.02	59.22
A4S	26.73	27.51	28.64	29.31	33.35	42.88	53.88
ANOVA	0.8514	0.0042	0.0000	0.0000	0.0000	0.0199	0.1150

Tabla 27. ANOVA variación total de color E* en papaya

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	1.53	-6.10	16.27	26.82	37.02	21.50	15.35
A2	-1.53	6.10	-16.27	-26.82	-37.02	-21.50	-15.35
A2S	-3.15	5.41	-17.10	-31.29	-43.54	-34.61	-24.87
A4	-3.69	0.21	-20.01	-40.22	-53.29	-47.86	-38.02
A4S	-6.02	1.47	-20.99	-32.96	-55.45	-55.11	-42.33
ANOVA	0.4931	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0493

Tabla 28. ANOVA variación de firmeza en papaya

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	2.96	1.33	0.34	0.32	0.31	0.27	0.24
A2	2.96	2.41	2.39	2.36	2.25	0.39	0.37
A2S	2.96	2.81	2.80	2.55	2.26	0.45	0.39
A4	2.96	2.68	2.54	2.36	2.17	0.43	0.42
A4S	2.96	2.68	2.62	2.45	2.33	0.98	0.67
ANOVA	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0161	0.0306

Tabla 29. ANOVA variación de solidos solubles en papaya

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	8.90	9.50	9.70	10.00	10.50	10.70	10.90
A2	8.90	7.00	8.50	9.60	9.40	10.30	10.20
A2S	8.90	9.10	8.50	9.00	8.90	9.60	10.00
A4	8.90	8.60	8.00	8.90	8.50	9.90	10.10
A4S	8.90	8.10	8.00	8.20	8.00	9.25	9.90
ANOVA	1.0000	0.0344	0.0018	0.2685	0.0080	0.3192	0.2459

Tabla 30. ANOVA variación de pH en papaya

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	5.04	4.84	5.17	5.07	5.13	5.13	5.37
A2	5.04	5.20	5.21	4.90	5.19	4.90	5.19
A2S	5.04	5.07	5.12	4.91	5.24	5.04	4.99
A4	5.04	5.00	4.96	5.01	5.38	5.29	4.95
A4S	5.04	4.95	5.02	5.01	4.97	5.25	4.66
ANOVA	1.0000	0.9761	0.9544	0.9977	0.7705	0.9587	0.4313

Tabla 31. ANOVA variación de acidez titulable en papaya

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	1.60	1.58	1.22	1.92	1.80	1.80	1.16
A2	1.60	2.06	1.66	1.60	1.40	1.30	1.80
A2S	1.60	1.88	1.40	1.22	1.32	1.12	1.32
A4	1.60	1.76	1.18	1.54	1.60	1.60	1.60
A4S	1.60	1.58	1.26	0.96	1.32	1.32	1.60
ANOVA	1.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0020	0.0002	0.0000

Tabla 32. ANOVA variación de pérdida de peso en plátano

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	0.00	5.50	11.28	16.61	21.82	25.98	31.28
A2	0.00	5.43	11.85	14.67	19.39	23.51	30.75
A2S	0.00	5.39	8.53	10.22	19.52	22.29	29.04
A4	0.00	5.26	10.12	14.44	19.46	23.64	29.24
A4S	0.00	5.11	10.00	13.60	19.20	22.99	28.94
ANOVA	-	0.6012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000

Tabla 33. ANOVA variación de color en plátano L*

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	31.92	34.30	36.59	42.80	44.43	44.73	44.76
A2	33.65	34.89	36.27	39.04	39.90	40.77	41.37
A2S	30.63	30.83	32.35	37.43	38.10	38.80	39.60
A4	30.52	31.57	32.69	35.15	37.85	37.93	38.86
A4S	30.35	31.54	32.02	32.56	35.00	36.43	38.09
ANOVA	0.4957	0.0121	0.0000	0.0003	0.0000	0.0001	0.0000

Tabla 34. ANOVA variación de color en plátano a*

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	-4.54	-3.16	7.70	9.91	16.75	16.75	17.08
A2	-6.95	-4.87	-2.81	8.97	13.89	13.89	15.86
A2S	-6.25	-4.29	-2.41	-1.58	13.65	13.65	14.37
A4	-5.87	-4.46	-3.94	-2.37	8.66	8.66	14.81
A4S	-4.85	-4.47	-1.78	-1.29	4.53	4.53	11.80
ANOVA	0.1601	0.2824	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4798

Tabla 35. ANOVA variación de color en plátano b*

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	32.00	35.15	50.82	52.34	53.63	61.21	63.71
A2	33.59	34.39	37.82	41.62	55.13	57.98	59.95
A2S	33.49	35.65	37.70	44.71	49.74	52.24	57.75
A4	32.21	34.53	37.18	43.88	45.80	49.68	54.71
A4S	31.21	32.97	35.15	39.63	43.57	46.87	52.81
ANOVA	0.9634	0.6232	0.0000	0.0001	0.0272	0.0000	0.0056

Tabla 36. ANOVA variación total de color en plátano

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	0.83	16.40	28.28	6.02	10.56	8.40	5.71
A2	-0.83	-16.40	-28.28	-6.02	-10.56	-8.40	-5.71
A2S	-4.72	-19.07	-32.64	1.64	-5.04	-4.74	-6.35
A4	16.59	-22.38	-35.09	-11.28	-46.79	-16.87	-12.36
A4S	-2.60	-17.72	-36.76	-15.48	-20.18	-21.64	-40.71
ANOVA	0.9235	0.2487	0.0000	0.0032	0.0004	0.0029	0.0017

Tabla 37. ANOVA variación de firmeza en plátano

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	1.66	1.60	1.38	0.64	0.54	0.25	0.10
A2	1.66	1.32	1.21	0.77	0.72	0.52	0.20
A2S	1.66	1.63	1.35	1.23	0.87	0.57	0.27
A4	1.66	1.66	1.54	1.27	0.89	0.65	0.30
A4S	1.66	1.67	1.65	1.36	0.98	0.70	0.36
ANOVA	1.0000	0.0073	0.0111	0.0025	0.0032	0.0944	0.1549

Tabla 38. ANOVA variación de sólidos solubles en plátano

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	7.50	8.60	15.20	26.10	30.00	31.10	33.40
A2	7.50	8.40	15.70	24.60	29.90	30.00	31.00
A2S	7.50	11.70	15.70	22.00	27.50	30.90	32.10
A4	7.50	8.60	15.90	23.20	30.10	31.80	33.30
A4S	7.50	7.90	8.80	16.40	28.90	30.60	31.40
ANOVA	1.0000	0.7965	0.0000	0.0032	0.0004	0.2032	0.0008

Tabla 39. ANOVA variación de pH en plátano

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	6.50	5.76	5.40	4.36	4.21	4.12	4.05
A2	6.50	5.58	5.15	4.82	4.23	4.24	4.18
A2S	6.50	5.69	5.13	4.24	4.11	4.08	4.03
A4	6.50	5.53	5.09	4.69	4.44	4.51	4.19
A4S	6.50	5.49	5.09	4.50	4.35	4.35	4.29
ANOVA	1.0000	0.5234	0.0000	0.0431	0.0004	0.1663	0.0008

Tabla 40. ANOVA variación de acidez titulable en plátano

	DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 6	DIA 8	DIA 10	DIA 12
TESTIGO	1.42	1.62	1.93	4.89	4.83	4.86	4.88
A2	1.42	1.42	1.68	2.40	3.99	4.02	4.07
A2S	1.42	1.48	1.90	4.36	4.91	4.93	4.97
A4	1.42	1.62	1.92	3.48	4.17	4.73	4.90
A4S	1.42	2.18	2.46	4.29	4.17	4.83	4.86
ANOVA	1.0000	0.6146	0.2671	0.5120	0.0259	0.4336	0.0985