



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

TESIS

**APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A
BASE DE MUCÍLAGO DE LINAZA Y PROPÓLEO
PARA PROLONGAR EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL
MANGO KENT (*Mangifera Indica L.*). LAMBAYEQUE
– 2015.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL EN
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO
EXTERIOR**

Autor(es):

**Bach. Cruz Ninaquispe, Iván
Bach. Sarango Córdova, Cristhian Henry**

Asesor:

Msc. Castillo Martinez, Williams Esteward

Línea de Investigación:

Diseño y desarrollo de nuevos productos

Pimentel – Perú

2017

**APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE MUCILAGO DE
LINAZA Y PROPÓLEO PARA PROLONGAR EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL
MANGO KENT (*Mangifera indica* L.). LAMBAYEQUE – 2015)**

APROBACIÓN DE LA TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. Cruz Ninaquispe Iván

Autor

Bach. Sarango Córdova Cristhian Henry

Autor

MSc. Castillo Martínez, Williams Esteward

Asesor

APROBADO POR:

Ms. Augusto A. Mechato Anastasio

Presidente del Jurado de Tesis

MSc. Danny Adolfo Bustamante Sigüeñas

Secretario del Jurado de Tesis

MSc. Williams Esteward Castillo Martínez

Vocal del Jurado de Tesis

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a DIOS, a Santo Tomás de Aquino, patrono de los estudiantes y a la Virgen María, quienes inspiraron nuestro espíritu para la conclusión de esta tesis, para la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial y Comercio Exterior. A mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos. A mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

Los Autores

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, ser maravilloso que nos dio fuerza y fe para creer lo que nos parecía imposible terminar. A nuestras familias por el aliento brindado a cada momento mientras nos encontrábamos realizando nuestra tesis y por estar a nuestro lado en cada momento de nuestras vidas.

De manera especial a nuestros profesores que con sus enseñanzas nos ayudaron a ir alimentando nuestros conocimientos durante el largo camino hacia nuestra formación académico profesional.

Los Autores

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
1.1. Situación problemática.....	16
1.2. Formulación del problema	17
1.3. Hipótesis	17
1.4. Objetivos	18
1.5. Justificación	18
1.6. Antecedentes de investigación.....	19
1.7. Marco teórico.....	21
1.7.1. Mango Kent.....	21
1.7.2. Mucilago de Linaza	22
1.7.3. Recubrimientos Comestibles	23
1.7.4. Recubrimiento en Frutas y Hortalizas	24
1.7.5. Funciones de los recubrimientos comestibles	25
1.7.6. Requerimientos y ventajas al uso de películas comestibles	25
1.7.7. Componentes de los recubrimientos comestibles	25
1.7.7.1. Lípidos	26
1.7.7.2. Hidrocoloides	26
1.7.7.3. Polisacáridos.....	26
1.7.7.4. Proteínas	27
1.7.7.5. Compuestos o sistemas multicomponentes	27
1.7.7.6. Laminados	27
1.7.7.7. Emulsiones	27
1.7.8. Formación de los recubrimientos comestibles.....	28
1.7.8.1. Aditivos	28
1.7.8.2. Plastificantes.....	28
1.7.9. Tecnologías para la aplicación de recubrimiento comestible.....	29
1.7.9.1. Inmersión	29
1.7.9.2. Spray.....	29
1.7.10. Recubrimientos comestibles con propóleo	30

1.7.11. Tiempo de vida útil.....	30
2.1. Tipo y diseño de investigación	31
2.1.1. Tipo de investigación.....	31
2.1.2. Diseño de la investigación.....	31
2.2. Métodos de investigación	31
2.2.1. Investigación experimental:.....	31
Los investigadores pueden manejar y manipular las variables independientes tales como: Concentración de Propóleo en base a la concentración de mucilago de linaza. Tal como se describe en la Tabla 3.	31
2.2.2. Procedimientos para la recolección de datos	32
2.2.2.1. Descripción del proceso	32
Acondicionamiento de la materia prima (linaza).	32
Preparación del recubrimiento comestible.	34
2.2.3. Principios éticos.....	35
2.2.4. Principios de rigor científico	36
2.3. Población y muestra.....	36
2.3.1. Población	36
2.3.2. Muestra	37
2.3.2.1. Muestreo.....	37
2.3.2.1.1. Muestreo intencional o de conveniencia	37
2.4. Variables	37
2.4.1. Variables.....	37
2.4.1.1. Variable independiente.....	37
2.4.1.2. Variable dependiente	37
2.4.2. Operacionalización	38
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de información	38
2.5.1. Técnicas de recolección de información	38
2.5.1.1. Observación.....	38
2.5.1.2. Análisis estadístico.....	38
2.5.2. Instrumentos de recolección de información.....	39
2.5.2.1. Instrumentos, Reactivos y Materia Prima	39
2.6. Validación y confiabilidad de instrumentos	40
3.1. Resultados en tablas y gráficos	41
3.1.1. Resultados de la acidez titulable.....	42
3.1.2. Resultados de la concentración de solidos solubles, °Brix.....	45

3.1.3. Resultados del pH.....	48
3.1.4. Resultados del porcentaje de pérdida de peso	51
4.1. Discusión de resultados.....	54
4.1.1. Caracterización del mango Kent.....	54
4.1.2. Efecto del recubrimiento de mango Kent sobre la acidez titulable	54
4.1.3. Efecto del recubrimiento de mango Kent sobre °Brix.....	55
4.1.4. Efecto del recubrimiento de mango Kent sobre el pH.....	57
4.1.5. Efecto del recubrimiento de mangos Kent sobre el % de pérdida de peso	58
5.1. Conclusiones	61
5.2. Recomendaciones	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principios Éticos.....	35
Tabla 2. Principios de Rigor Científico	36
Tabla 3. Operacionalización de variables.....	38
Tabla 4. Caracterización de los mangos verdes variedad Kent	41
Tabla 5. Caracterización de los mangos semi-verdes variedad Kent	41
Tabla 6. Promedio Acidez Titulable en muestras de mangos verdes variedad Kent.....	42
Tabla 7. Promedio Acidez Titulable en muestras de mangos semi-verdes variedad Kent..	42
Tabla 8. ANOVA, para acidez titulable en muestras de mangos verdes variedad Kent ...	43
Tabla 9. ANOVA, para acidez titulable en muestras de mangos semi-verdes variedad Kent.	43
Tabla 10. Promedio °Brix en muestras de mangos verdes variedad Kent.....	45
Tabla 11. Promedio °Brix en muestras de mangos semi-verdes variedad Kent.....	45
Tabla 12. ANOVA, para °Brix en muestras de mangos verdes variedad Kent.	46
Tabla 13. ANOVA, para °Brix en muestras de mangos semi-verdes variedad Kent	46
Tabla 14. Promedio pH en muestras de mangos verdes variedad Kent	48
Tabla 15. Promedio pH en muestras de mangos semi-verdes variedad Kent.....	48
Tabla 16. ANOVA, para pH en muestras de mangos verdes variedad Kent.....	49
Tabla 17. ANOVA, para pH en muestras de mangos semi-verdes variedad Kent.....	49
Tabla 18. Promedio Pérdida de Peso en muestras de mangos verdes variedad Kent.....	51
Tabla 19. Promedio Pérdida de Peso en muestras de mangos semi-verdes variedad Kent .	51
Tabla 20. ANOVA, para Pérdida de Peso en muestras de mangos verdes variedad Kent. .	52
Tabla 21. ANOVA, para Pérdida de Peso en muestras de mangos semi-verdes variedad Kent	52
Tabla 22. Valores obtenidos en 16 días para variable % de acidez en mangos verdes	67
Tabla 23. Valores obtenidos en 16 días para variable % de acidez en mangos semi-verdes	68
Tabla 24. Valores promedio en 16 días para variable % de acidez en mangos verdes	69
Tabla 25. Valores promedio en 16 días para variable % de acidez en mangos semi-verdes	69
Tabla 26. Valores obtenidos en 16 días para variable °Brix en mangos verdes.....	70
Tabla 27. Valores obtenidos en 16 días para variable °Brix en mangos semi-verdes.....	71
Tabla 28. Valores promedio en 16 días para variable °Brix en mangos verdes	72

Tabla 29. Valores promedio en 16 días para variable °Brix en mangos semi-verde.....	72
Tabla 30. Valores obtenidos en 16 días para variable pH en mangos verdes.....	73
Tabla 31. Valores obtenidos en 16 días para variable pH en mangos semi-verdes.....	74
Tabla 32. Valores promedio en 16 días para variable pH en mangos verdes.....	75
Tabla 33. Valores promedio en 16 días para variable pH en mangos semi-verdes.....	75
Tabla 34. Valores obtenidos en 16 días para variable Pérdida de Peso en mangos verdes.	76
Tabla 35. Valores obtenidos en 16 días para variable Pérdida de Peso en mangos semi-verdes.....	77
Tabla 36. Valores promedio en 16 días para variable Pérdida de Peso en mangos verdes.	78
Tabla 37. Valores promedio en 16 días para variable Pérdida de Peso en mangos semi-verdes.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de mucílago de linaza en polvo	32
Figura 2. Preparación de recubrimiento comestible para los mangos.	34
Figura 3. Variación de la acidez titulable de mango verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.....	44
Figura 4. Variación de la acidez titulable de mango semi-verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.....	44
Figura 5. Variación de °Brix de mango verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.	47
Figura 6. Variación de °Brix de mango semi-verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.....	47
Figura 7. Variación del pH de mango verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.	50
Figura 8. Variación del pH de mango semi-verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.	50
Figura 9. Variación del % de pérdida de peso de mango verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.....	53
Figura 10. Variación del % de pérdida de peso de mango semi-verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.	53
Figura 11. Selección de Materia Prima	79
Figura 12. Determinación de Calibre de Materia Prima.....	79
Figura 13. Pesado de Materia Prima.....	79
Figura 14. Hidratación de la semilla de linaza	80
Figura 15. Baño María y Desfibrado	80
Figura 16. Filtrado	80
Figura 17. Precipitado con alcohol y agitación	81
Figura 18. Filtrado del precipitado	81
Figura 19. Secado para la obtención de mucilago de Linaza en polvo	81

Figura 20. Adición de Polisorbato 80 y Glicerol al mucilago hidratado	82
Figura 21. Inmersión del mango en el recubrimiento formulado sin Propóleo.....	82
Figura 22. Adición de Propóleo al mucilago de linaza.....	82
Figura 23. Drenado y secado de los mangos recubiertos	83
Figura 24. Determinación del % pérdida de peso.....	83
Figura 25. Determinación del °Bx.....	83
Figura 26. Determinación del pH	84
Figura 27. Determinación de la Acidez titulable.....	84
Figura 28. Comparación de muestras de mango variedad Kent, estadio de madurez verde a los 16 días de tratamiento.	84
Figura 29. M.F. de las principales variedades de mango en base al color de la pulpa.....	85

APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE MUCILAGO DE LINAZA Y PROPÓLEO PARA PROLONGAR EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL MANGO KENT (*Mangifera indica* L.).

EDIBLE COATING APPLICATION BASED LINSEED MUCILAGE PROPOLIS TO EXTEND THE LIFE TIME OF KENT MANGO (*Mangifera Indica* L.).

*Iván Cruz Ninaquispe*¹

*Cristhian Henry Sarango Córdova*²

Resumen

*Con la finalidad de prolongar el tiempo de vida útil del mango Kent (*Mangifera indica* L.) proveniente de Lambayeque se aplicó un recubrimiento comestible en base a mucilago de linaza y Propóleo.*

Para tal fin se extrajo el mucilago de linaza utilizando agua en la proporción de 10:1, la cual se almaceno en forma de polvo, y luego para los ensayos fue reconstituido con agua en la misma proporción.

Se utilizó un extracto etanólico comercial. En la investigación se utilizó mangos en dos estadios de maduración: verde (tierno) y semi-verde (minino aceptable). Como testigo se empleó mangos sin ningún recubrimiento y mangos recubiertos con solo mucilago de linaza. Los otros grupos fueron recubiertos con mucilago y con 3%, 5% y 7% de Propóleo. Todos los grupos formados se almacenaron durante 16 días a temperatura ambiental, que tuvo un valor promedio de 22°C. Para el estudio de la prolongación del tiempo de vida de los mangos se utilizó la variación de las propiedades físico-químicas más importantes: pH, acidez titulable, porcentaje de pérdida de peso y porcentaje de solidos solubles totales (°Brix). La variación de las propiedades físico-químicas fue monitoreada cada dos días, hasta cumplir 16 días de almacenamiento.

Palabras claves: *Recubrimiento Comestible, Película comestible, Propóleo, Mucílago de Linaza, Mango Kent.*

¹ Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Universidad Señor de Sipán. Pimentel. Perú. Email: cninaquispei@crece.uss.edu.pe Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6043-0246>

² Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Universidad Señor de Sipán. Pimentel. Perú. Email: sarangocris@crece.uss.edu.pe Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0887-674X>

Abstract

*In order to prolong the lifetime Kent mango (*Mangifera indica* L.) from Lambayeque an edible coating is applied based on linseed mucilage and Propolis.*

To this end linseed mucilage was extracted using water in the ratio of 10: 1, which was stored in powder form, and then to the tests was reconstituted with water at the same rate.

A commercial ethanolic extract was used. Mangoes are used in two stages of maturation in research: green (soft) and semi-green (acceptable Pussycat). As control handles are used without any coating and coated with linseed mucilage only handles. The other groups were coated with mucilage and 3%, 5% and 7% of propolis. All groups formed were stored for 16 days at room temperature, which had an average value of 22 ° C. PH, titratable acidity, percentage of weight loss and percentage of total soluble solids (° Brix): To study the prolongation of life handles the change of the most important physical and chemical properties are used. The variation of the physico-chemical properties was monitored every two days until he turned 16 days of storage.

Keywords: *Edible Coating, Edible Film, Propolis, Flaxseed mucilage, Mango Kent.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los cambios en el estilo de vida que la gente experimenta en los últimos años, si como su mayor conciencia de la importancia de ingerir alimentos saludables, han causado un incremento en el consumo de alimentos, especial de frutas frescas. García, Ventosa, Díaz y Casariego (2013). Nos indican que el consumir frutas presenta beneficios a la salud debido a los nutrientes presentes. Por ese motivo, desde hace muchos años, ha existido una gran preocupación por mantener las frutas frescas, sabrosas y seguras durante periodos más largos de tiempo. Una alternativa para conservar las frutas en un estado aceptable es el uso de revestimientos invisibles, incoloros, inodoros e insípidos, que comercialmente se conocen como recubrimientos comestibles y que en su mayoría son de origen vegetal.

Las películas comestibles, pueden usarse para soportar aditivos, tales como antimicrobianos, usándose así para impartir un efecto funcional altamente localizado nos indica Gómez (2014), y a su vez producen la liberación gradual del antimicrobiano al alimento nos comenta Díaz, Pérez, Hernández y Ramírez (2013). Es de destacar que las condiciones de formación de las películas y la composición de las mismas, afectan la migración de estos aditivos antimicrobianos, comprometiendo su efectividad resalta Martin, Soliva y Baldwin (2015).

Los recubrimientos o películas comestibles pueden también ayudar a controlar la migración de la humedad, gases y lípidos atribuyen, Gomez, Herppich, Gekas y Sjöholm (2014), contribuyendo así a prolongar la vida útil y a exaltar la calidad global de los alimentos nos mencionan, Gonzáles, Gardea, Cuamea (2013)

Existen pocas investigaciones sobre el uso de recubrimientos comestibles aplicados a los mangos. Recientemente, en México se ha reportado el uso de gelatina al 10% y zeína al 5% en la extensión de la vida útil del mango, Gol y Rao (2013) También en Colombia, en 2013 se estudió la aplicación de un recubrimiento comestible aplicado a mango variedad Tommy Atkins, consistente de almidón nativo y oxidado de yuca. Una manera diferente que se podría aplicar es formular el recubrimiento comestible con aditivos con propiedades especiales como el Propóleo, que se tiene conocimiento que tiene propiedades antibacterianas, anti fúngicas y antioxidantes. La diferencia con los recubrimientos comestibles tradicionales (polisacáridos, proteínas, ceras y resinas) es que estos no tienen propiedades funcionales como el Propóleo.

El objetivo general planteado fue evaluar el efecto del recubrimiento comestible basado en mucilago de linaza y propóleo para prolongar el tiempo de vida útil del mango Kent (*Mangifera indica L.*).

Otro punto importante es que la utilización de este nuevo recubrimiento de conservación permitirá no solo conservar el mango con sus características naturales sino también disminuir las pérdidas postcosecha que siempre se presentan debido al ataque de hongos o bacterias en forma proporcional al tiempo de almacenamiento. Además, el Propóleo por su poder antibacteriano, antioxidante y anti fúngico puede proveer al recubierto básico en mucilago de linaza de una atmosfera segura y capaz de prolongar el tiempo de vida útil de la fruta, disminuyendo pérdidas y mejorando la economía de los productores.

1.1. Situación problemática

Actualmente la industria alimentaria se ha visto sujeta a cambios innovadores, debido a la tendencia de los consumidores por productos frescos, naturales e inocuos, por este motivo el sector agroindustrial invierte muchos esfuerzos y medios en la búsqueda de nuevas alternativas que ayuden en la conservación, extensión de la vida comercial de los productos frescos y mejora de su calidad. Para prolongar la vida post-cosecha de los productos hortofrutícolas se han implementado diferentes tecnologías, entre ellas el almacenamiento a bajas temperaturas, la utilización de empaques plásticos para crear atmósferas modificadas, la aplicación de tratamientos hidrotérmicos, irradiación y formulaciones que contienen agentes biológicos, entre otras. Quesada (2013).

Se ha reportado que durante el manejo post-cosecha de los productos vegetales, se pueden estimar pérdidas hasta del 40% del total cosechado, estas varían entre productos, áreas de producción y épocas del año. De las principales razones que generan estas pérdidas esta la incidencia de enfermedades causadas principalmente por hongos de diversos géneros, además del ataque con bacterias debido a la contaminación durante la manipulación de los productos hortícolas. Beverlya (2015).

El 75 % de la producción nacional de mango Kent es exportado. Hay que tener en cuenta que por razones de costo, el transporte para exportar los mangos es por vía marítima, que a pesar de tener sistemas de conservación por frío es recomendable combinarlo con otros métodos como el método de recubrimiento comestible para prolongar la vida útil y retardar su proceso de maduración hasta llegar al consumidor final. En la actualidad a los mangos y otras frutas se emplean recubrimientos comestibles basados en cera. Estos recubrimientos céreos se aplican para mejorar el aspecto y, sobre todo para incrementar la vida comercial de la fruta, reduciendo las pérdidas de peso, retrasando las senescencia y reduciendo fisiopatías, como por ejemplo daños por frío a un sin fin de productos: manzanas, melones, aguacates, mangos, e incluso a melocotones y albaricoques. Gómez (2014).

Existen pocas investigaciones sobre el uso de recubrimientos comestibles aplicados a los mangos. Recientemente, en México se ha reportado el uso de gelatina al 10% y zeína al 5% en la extensión de la vida útil del mango. Gol y Rao (2013).

También en Colombia, en 2013 se estudió la aplicación de un recubrimiento comestible aplicado a mango variedad Tommy Atkins, consistente de almidón nativo y oxidado de yuca. Una manera diferente que se podría aplicar es formular el recubrimiento comestible con aditivos con propiedades especiales como el propóleo, que se tiene conocimiento que tiene propiedades antibacterianas, anti fúngicas y antioxidantes. La diferencia con los recubrimientos comestibles tradicionales (polisacáridos, proteínas, ceras y resinas) es que estos no tienen propiedades funcionales como el propóleo.

Es importante saber que la linaza y el propóleo son insumos que se producen en la región. Es un incentivo de darle un mayor valor agregado a estos para su posible uso industrial. Actualmente la producción de propóleo es artesanal, teniendo una mayor demanda se considera que tendrá que implantarse una producción más tecnificada que permitirá la ocupación de personal especializado y dará más trabajo de la población del departamento. APEM (2014).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la concentración de propóleo en la elaboración de recubrimiento comestible basado en el mucílago de linaza para prolongar el tiempo de vida útil del mango Kent (*Mangifera indica L.*)?

1.3. Hipótesis

H_a: La aplicación de un recubrimiento de mucílago de linaza y extracto etanólico de propóleo comercial permitirá aumentar el tiempo de vida útil del mango Kent almacenado a temperatura ambiental.

H₀: La aplicación de un recubrimiento de mucílago de linaza y extracto etanólico de propóleo comercial permitirá aumentar el tiempo de vida útil del mango Kent almacenado a temperatura ambiental.

1.4. Objetivos

Objetivos General

Evaluar el efecto de la aplicación del recubrimiento comestible basado en mucilago de linaza y propóleo para prolongar el tiempo de vida útil del mango Kent (*Mangifera indica L.*)

Objetivos específicos

Formular y evaluar un recubrimiento comestible a base de mucílago de linaza con diferentes proporciones de propóleo.

Determinar la formulación más adecuada en base a la concentración de propóleo, después de aplicar el recubrimiento comestible para prolongar el tiempo de vida útil del mango Kent.

Determinar las características físico-químicas de los mangos de la variedad Kent.

1.5. Justificación

La producción de mango Kent en el 2014 llego a 140000 toneladas, siendo Piura la principal zona productora (75% del total nacional) seguido de Lambayeque, donde se produce aproximadamente 15% del total. Cerca del 75% de la producción se exporta a lugares lejanos como. Corea, Estados Unidos y Canadá. Lo cual significa tener más tiempo en almacenamiento y por lo tanto necesita métodos que se propone para alargar la vida útil del producto y así evitar pérdidas económicas. Se propone un nuevo recubrimiento comestible aplicado a frutas con un aditivo como los propóleos.

Debido a que la linaza y el propóleo son insumos que se produce en la región es un incentivo de darle un mayor valor agregado a estos para su posible uso industrial. Actualmente la producción de propóleo es artesanal, teniendo una mayor demanda se considera que tendrá que implantarse una producción más tecnificada que permitirá la ocupación de personal especializado y dará más trabajo de la población del departamento.

La utilización de este nuevo recubrimiento de conservación permitirá no solo conservar el mango con sus características naturales sino también disminuir las pérdidas

post-cosecha que siempre se presentan debido al ataque de hongos o bacterias en forma proporcional al tiempo de almacenamiento.

El propóleo por su poder antibacteriano, antioxidante y anti fúngico puede proveer al recubierto básico en mucilago de linaza de una atmosfera segura y capaz de prolongar el tiempo de vida útil de la fruta, disminuyendo pérdidas y mejorando la economía de los productores.

1.6. Antecedentes de investigación

Quintero, Falguera y Muñoz (2014), En la revista “Tumbaga” en su artículo “Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola”, nos manifiestan el surgimiento de tecnologías que se basan en películas y recubrimientos comestibles aplicados tanto a productos hortofrutícolas desde frescos hasta procesados, queda claro que el objetivo es prolongar el tiempo de vida útil del alimento. Ahora, las películas comestibles (PC) y recubrimientos comestibles (RC) son sustancias constituidas como carbohidratos, y de naturaleza lipídica o proteica, cuyo fin es ser una barrera que impida el transporte entre producto hortofrutícola y el entorno, de esta manera protejo al alimento procesado, sino que además, ha surgido nuevos métodos de conservar sustancias bioactivas con fines nutraceuticos o funcionales.

De esta manera, los compuestos utilizados para realizar los recubrimientos deben cumplir ciertas características, tales como: estabilidad microbiológica, adhesión, cohesión, humectabilidad, solubilidad, transparencia, propiedades mecánicas, sensoriales y de permeabilidad tanto al vapor de agua como a los gases, permitiendo conocer, mejorar la composición de las sustancias y el comportamiento del mismo en el tiempo. Esto genera la búsqueda de nuevas fuentes especialmente naturales, denominadas no convencionales.

Ramos, Bautista, Barrera, Bosquez, Alia y Estrada (2015). En la revista “Hortofrutícolas”, Revista Mexicana de Fitopatología Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas. Nos manifestaron como bien se sabe que las sustancias utilizadas como recubrimientos deben esta formuladas en base a carbohidratos, proteínas y lípidos, cumpliendo con características especiales para tal fin. El artículo se pone mayor atención a un

carbohidrato denominado quitosano, que según investigaciones realizadas tienen la característica de reducir el crecimiento de hongos y bacterias. Ahora, según lo que se manifiesta se busca la sinergia con otras sustancias, en este caso con los aceites esenciales, por tener un efecto antimicrobiano, de esta manera poder incrementar su potencial y por ende prolongar al producto final su tiempo de vida útil sobre diversos tipos de microorganismos patógenos.

Como mencionan Figueroa, Salcedo, Aguas, Olivero y Narváez (2014). En la revista “*Recubriendo comestibles en la conservación de mango, aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulación*” abordan acerca del estudio sobre recubrimientos comestibles, su efecto en la conservación de las frutas del mango y aguacate y tendencias al uso del Propóleo como alternativa natural en su formulación. Los autores determinaron que los principales componentes del Propóleo son resinas y bálsamos, compuestas por flavonoides, terpenos, ácidos fenólicos y sus ésteres, ceras, aceites esenciales, polen y compuestos orgánicos. También contiene provitamina A y vitaminas del grupo B, especialmente B3. Una de las propiedades más estudiada de los propóleos es su actividad antibacteriana. Además, se reportan propiedades antibióticas, anti fúngicas, antioxidantes, antivirales, inmuno-moduladoras y antiparasitaria. Estudios recientes atribuyen éstas propiedades a la presencia de compuestos del tipo terpénico, flavonoides y antraquinonas.

Díaz, Pérez, Hernández y Ramírez. (2013), en la Tesis “*Recubrimientos Biodegradable para el Control de Microorganismos Patógenos y Conservación de la Calidad de Frutos de Jitomate (Lycopersicon esculentum L.)*”, evaluaron el efecto de cubiertas comestibles a base de quitosano al 1% + aceite esencial de limón sobre *Rhizopus stolonifer* cuyos resultados se ha demostrado una disminución en el porcentaje de infección al utilizar está recubierta en frutos de jitomate, como también inhibió por completo el desarrollo E. Coli DH5α por lo tanto el interés de conocer el efecto que tiene la cubierta en el desarrollo de bacterias patógenas. Las cubiertas vegetales a base de quitosano son una tecnología que debe ser estudiada y evaluarse en un amplio grupo de productos hortofrutícolas.

1.7. Marco teórico

1.7.1. Mango Kent.

El mango esta entre las primeras 5 frutas más consumidas en el mundo. Planta originaria del sur de Asia, posiblemente India o Malasia, se ha cultivado desde la antigüedad en Asia principalmente, se le menciona dentro de la Historia del Budismo (4,000 a.c.) pertenece a la familia de las Anacardiáceas, Género *Mangifera*, Especie indica que cuenta entre las Variedades más importantes la Tommy atkins, Haden, Irwin, Kent, Keitt, Zill. Actualmente se cultiva en todo el mundo especialmente en zonas tropicales y subtropicales.

El mango se ha se ha popularizado y comercializado para consumos domésticos y de exportación ya que se puede consumir en estado fresco y puede preservarse congelado. Cuando la fruta está totalmente madura se puede consumir en jugo, pulpa, néctares, mermeladas, jalea, enlatados, helados, pasteles e incluso en pan de mango. ANACAFE (2014).

El mango Kent es una fruta de color amarillo con verde con coloración rojiza, bajo en fibra, jugoso y con sabor dulce y agradable, es de excelente calidad para el consumo. Esta variedad tiene una cáscara fuerte que resiste el tratamiento hidrotérmico, el cual consiste en sumergir la fruta en agua tibia a 45 grados para descartar la presencia de moscas, es un requisito sanitario para las exportaciones de mango a los Estados Unidos, China, Nueva Zelanda y Chile, más no a Europa. La variedad Kent representa el 90% de los envíos de mango peruano al extranjero por su alta resistencia y buena calidad.

Características del mango Kent

Color: Rojo/Amarillo y verde

Forma: Grande con forma ovalada

Sabor: Dulce.

Longitud: 12-14 cm

Anchura: 9.5-11cm.

Peso: 500-800gr

Según último censo realizado en las regiones de Piura, Lambayeque y Ancash el área actual de sembríos de mango es de 27120 hectáreas, más de 20% comparado con el censo del 2007-2008 que llegó a 22236 hectáreas. Del total de hectáreas, 78% corresponde a Piura, 12% a Lambayeque y 10% a Ancash. El porcentaje de mango Kent que se siembra en el Perú ha ido aumentando desde 83% en el 2003 hasta 94% en el 2014, siendo este mango el que se exporta entre el mercado europeo y Estados Unidos. El volumen de exportación ha venido aumentando a un ritmo aproximado de 10000 toneladas por campaña, pasando de 60000 ton en el campaña 2006-2007 hasta 136400 toneladas en la campaña 2013-2014. APEM (2014).

1.7.2. Mucilago de Linaza

Linaza o semilla del Lino (*Linum usitatissimum L.*), contiene compuestos benéficos para la salud del ser humano, uno de ellos son los ácidos grasos esenciales (ácido α - linolénico, denominado Omega 3). Para hacer medicamentos se usa la semilla o el aceite de la semilla. Según la caracterización dada por Goh, Pinder, Hall y Hemar (2015). sobre la semilla de linaza:

Debe tener entre 4 a 6 mm de longitud, aplanada, forma ovalada y con un extremo aguzado. La cubierta de la semilla es de apariencia suave y brillante, el color puede variar entre marrón oscuro y amarillo claro. El peso de 1000 semillas es de 5 ± 1 g y la masa de un hectolitro fluctúa entre 55 y 70 kg. Goh, Pinder, Hall y Hemar (2015).

Los mucilagos son un tipo de fibra soluble de naturaleza viscosa. Lo producen semillas de ciertas plantas, como la algarroba, plántago, lino y mostaza. Cumplen las siguientes funciones: Germinación de la semilla, Protección de las heridas en las plantas, En solución acuosa tiene una textura espesa, viscosa y gelatinosa.

El mucílago se encuentra asociado a la cáscara del grano y está constituido por polisacáridos ácidos y neutros. La extracción más adecuada para extraer el mucilago en agua según Goh et al., (2015). Son: agua entre 85 y 90 °C a pH 6,5 a 7,0 y en una proporción agua: semilla de 13:1.

El mucilago de la linaza tiene excelentes propiedades reológicas como: adecuada capacidad espumante, estabilidad, resistencia a la presencia de sales y viscosidad estable en un amplio rango de pH. Goh et al., (2015).

1.7.3. Recubrimientos Comestibles

El uso de recubrimientos comestibles es un método de conservación de frutas frescas, permitiendo extender la vida útil debido a la barrera que genera con el entorno, evitando la transferencia de gases, de esta manera evita la deshidratación y el retardo de la maduración.

El objetivo de este método es mantener la calidad y apariencia del producto fresco. Martínez, Albuquerque, Valverde Guillén y Castillo (2014).

Un recubrimiento comestible (RC) se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento. Por otra parte una película comestible (PC) es una matriz preformada, delgada, que posteriormente será utilizada en forma de recubrimiento del alimento o estará ubicada entre los componentes del mismo.

Dichas soluciones formadoras de PC o RC pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos. Al igual que los RC, las PC poseen propiedades mecánicas, generan efecto barrera frente al transporte de gases, y pueden adquirir diversas propiedades funcionales dependiendo de las características de las sustancias encapsuladas y formadoras de dichas matrices indica, Oomah (2013).

Viña en su trabajo de investigación sobre el recubrimiento con almidón de maíz y glicerol en coles de Bruselas, indica que el empaque cumple un rol fundamental en la conservación, distribución y marketing. Dentro de las funciones del empaque son contener el alimento, protegerlo de la acción física, mecánica, química y microbiológica.

Es por ello, que en su investigación propuso un trabajo simultaneo del envase y recubrimiento comestible con la finalidad de demostrar la sinergia de ambos, el resultado obtenido a partir del planteamiento experimental fue que dichas barreras permitieron conservar los parámetros de calidad, a partir del análisis de los siguientes factores: aceptabilidad comercial, pérdida de peso, firmeza, color de la superficie del alimento, y calidad nutritiva, manteniendo constante el contenido de vitamina C, flavonoides totales y actividad antioxidante durante 42 días de

almacenamiento a una temperatura de 0 °C. Indican, Viña, Mudridge, García, Ferreira, Martino, Chacez y Zaritzky. (2014)

Rojas, Soliva y Martín (2013), en su artículo sobre Revestimientos comestibles para incorporar ingredientes activos en frutas frescas afirma la importancia de las películas comestibles y recubrimientos comestibles, coincidiendo con otros autores que las sustancias deben tener características especiales para tener el efecto de barrera y prolongar el tiempo de vida útil de los productos frutícolas. Tales características son: costo, disponibilidad, atributos funcionales, propiedades mecánicas (tensión y flexibilidad), propiedades ópticas (brillo y opacidad), su efecto barrera frente al flujo de gases, resistencia estructural al agua, a microorganismos y su aceptabilidad sensorial.

Las características anteriormente indicadas son influenciadas básicamente por los siguientes parámetros: “tipo de material implementado como matriz estructural (conformación, masa molecular, distribución de cargas), condiciones bajo las cuales se preforman las películas (tipo de solvente, pH, concentración de componentes, temperatura, entre otras), y tipo y concentración de los aditivos (plastificantes, agentes entrecruzantes, antimicrobianos, antioxidantes, emulsificantes, etc.)”, Rojas, Soliva, Martín. (2013).

1.7.4. Recubrimiento en Frutas y Hortalizas

En los últimos años se presentaron en el mercado múltiples tipos de recubrimientos y películas comestibles destinados a la conservación de frutas y hortalizas trozadas o enteras, los cuales son resultado de las numerosas investigaciones desarrolladas sobre el tema. Los biopolímeros más utilizados en este tipo de films son ceras, derivados de la celulosa, almidón, gomas, alginatos, quitosano y proteínas. Con ellos más la adición de plastificantes y otros aditivos específicos se formulan los distintos tipos de recubrimientos adecuándose a las características que presentan la fruta u hortaliza a tratar. Es necesario que estos recubrimientos exhiban óptimas propiedades de barrera tanto a gases (O₂ y CO₂) como al vapor de agua, debido a que las pérdidas en la calidad de estos productos se vinculan principalmente a procesos metabólicos de respiración y transpiración. Como se mencionó antes, actualmente se utilizan distintos recubrimientos en una gran variedad de frutas y verduras, nos proponen Arrieta, Baquero y Barrera (2013).

1.7.5. Funciones de los recubrimientos comestibles

Según el material bibliográfico revisado se puede concluir que las películas y recubrimientos comestibles no van a reemplazar a los envases poliméricos sintéticos ni mucho menos a los recubrimientos no sintéticos, sino que van actuar de manera conjunta con el único objetivo de mantener la calidad del alimentos mínimamente procesado y prolongar su tiempo de vida útil y el aspecto económico que es también muy importante.

En la investigación: Predicción de los requisitos de protección de la humedad para los alimentos, se enfatiza en una función importante de los recubrimientos comestibles el cual es evitar la pérdida de humedad en alimentos de esta manera se debería tener un control de un parámetro como es la actividad d agua (A_w), como se sabe es un factor de calidad y seguridad del alimento. Labuza y Contreras (2015).

1.7.6. Requerimientos y ventajas al uso de películas comestibles

Un aditivo en el sector de la industria alimentaria se considera que no tiene aporte nutricional, las películas y recubrimientos comestibles son considerados como aditivos. Si hay un aporte nutricional es considerado un aditivo. Otro requerimiento importante de los recubrimientos es que no debe aportar sabor o en el peor de los casos que sea compatible con la fruta a ser recubierta resalta. Yu (2014)

Otros requisitos importantes de las películas comestibles que resalta Yu en su tesis a partir de la investigación de Hofman, Cruz, Parkin y Galindo (2013), son los siguientes:

“Cualidades sensoriales, eficiencia mecánica y de barrera, estabilidad bioquímica, fisicoquímica y microbiana, libre de tóxicos, seguros para la salud, tecnología simple, no deben de tener contaminantes, bajo costo tanto de materiales como en los procesos”.

1.7.7. Componentes de los recubrimientos comestibles

Según la revisión bibliográfica, los recubrimientos comestibles son clasificados según los componentes que estén constituidos: hidrocoloides, lípidos y compuestos.

Los hidrocoloides incluyen proteínas, derivados de celulosa, alginatos, pectinas, almidones y otros polisacáridos. Los lípidos incluyen a las ceras, acilgliceroles y ácidos grasos, y los compuestos que contienen componentes lipídicos e hidrocoloides.

1.7.7.1. Lípidos

Existe una variedad de compuestos lipídicos utilizados como recubrimientos, podemos mencionar a las ceras naturales y surfactantes. Estas sustancias debido a ser casi nula su polaridad ocasionan una barrera contra la humedad, debido a que no son miscibles. Las ceras y los lípidos incluyendo, la lecitina, cera de abejas y glicéridos son consideradas como recubrimientos simples en frutas. Pero una de las mayores desventajas es que puede ocasionar una reacción de oxidación y dificultad de poder eliminar la grasa de la superficie del fruto. Yu (2014)

1.7.7.2. Hidrocoloides

Dentro de las características que corresponden a estas sustancias en el recubrimiento de frutas son las siguientes: barrera para la transferencia de gases como oxígeno y anhídrido carbónico y por la polaridad no son compatibles con los lípidos. La flexibilidad que tienen los hidrocoloides favorece en tener excelentes propiedades mecánicas. A parte de no aportar sabor y tener sensibilidad a la transferencia de calor por calentamiento. La migración de humedad como parámetro de control no es importante se puede hacer uso de los hidrocoloides. Los hidrocoloides utilizados como recubrimientos comestibles se clasifican según su composición molecular, carga molecular y solubilidad en agua. Yu (2014)

1.7.7.3. Polisacáridos

Según Lebrum, Plotto, Goodner, Ducampa y Baldwin (2013), citados por Yu, manifiestan estas sustancias como recubrimientos tienen propiedades como barreras para sustancias gaseosas y la facilidad de adherirse a las superficies de frutas, una de las desventajas es el problema con la humedad por sus propiedades hidrofílicas. Pero no se ven afectadas por aceites, grasas o solventes orgánicos no polares.

Se han utilizados películas para recubrimiento a partir de celulosa, pectina, almidón, alginatos, quitosano, carragenina, gomas y mezclas. Yu (2014)

1.7.7.4. Proteínas

Las películas de proteínas tienen la facilidad de adherirse a superficies hidrofílicas. Las desventajas son: no son resistentes a la difusión del agua y sensibilidad a los cambios de pH, según lo manifestado por Baldwin citado por Yu. Dentro de las fuentes utilizadas tenemos: caseína, zeína, soya, albúmina de huevo, lactoalbúmina, suero de leche, gluten de trigo y colágeno.

Según Meneses, Durango y García (2013), indican lo siguiente: “Las películas de zeína actúan como barreras a la humedad, restringen el transporte de O₂ y sirven como vehículos para los antioxidantes; el gluten de trigo son buenas barreras al O₂ y al CO₂, pero tienen alta permeabilidad al agua”. Yu (2014).

1.7.7.5. Compuestos o sistemas multicomponentes

Según Parzanese (2014), las películas denominadas compuestos no es más que la combinación de sustancias hidrocoloides y lípidos, de esta manera generan una sinergia de cada uno de ellos, así como reducen las desventajas que los caracterizan. Según la ubicación en el espacio de los lípidos respecto a los hidrocoloides, se clasifican de dos maneras:

1.7.7.6. Laminados

Es la superposición de una capa lipídica sobre una de hidrocoloides, formando una bicapa. Obteniendo una distribución homogénea de los lípidos controlando de manera satisfactoria la transferencia de agua.

1.7.7.7. Emulsiones

Mezcla heterogénea de lípidos dentro de una matriz de hidrocoloides, obtenidas por emulsión o microemulsión. Son menos eficientes respecto a la transferencia de humedad ya que no se logra una distribución homogénea de los lípidos. Parzanese (2014)

1.7.8. Formación de los recubrimientos comestibles

Cuando un polímero está siendo aplicado a una superficie o matriz, existen dos fuerzas operando: cohesión y adhesión.

El grado de cohesión afecta las propiedades de la película así como la densidad, porosidad, permeabilidad, flexibilidad y fragilidad de la película Palomino, García, Gil, Rojano y Durango. (2013). Cuando las películas proteicas se exponen a un calor excesivo se afecta la cohesión: ya que las moléculas son inmovilizadas prematuramente provocando defectos como perforaciones y fractura prematura de la película nos afirma Navarro (2014). Las soluciones de concentración intermedia generalmente resultarán en el incremento de la fuerza cohesiva debido a la viscosidad óptima y solvatación del polímero afirma Merural (2014).

1.7.8.1. Aditivos

Los aditivos que pueden ser utilizados en la formación de recubrimientos comestibles: Plastificantes (ceras, aceites, ácidos grasos), Conservadores químicos (ácido benzoico, ácido sórbico), Surfactantes y emulsificantes (grasas, aceites).

Paull, Nishijama, Reyes y Cavaletto (2013) indican que “los aditivos pueden ser incorporados dentro de las películas comestibles y tener influencia en las propiedades mecánicas, protectoras y sensoriales. Además, incrementar las propiedades organolépticas o nutricionales en los alimentos”. Yu (2014). Entonces, la incorporación de aditivos a los recubrimientos comestibles influirán en las propiedades mecánicas, pero eso depende de lo siguiente: grado de concentración, estructura química, grado de dispersión en la película e interacción con los polímeros.

1.7.8.2. Plastificantes

Según Paull, Nishijama, Reyes y Cavaletto (2013) citados por Yu, los plastificantes utilizados en la industria de los alimentos como parte de parte de formulación de los recubrimientos son: Monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos (glucosa, jarabes de fructosa o glucosa, miel). Polioles (sorbitol, glicerol, polietilenglicoles y los derivados del glicerol). Lípidos y derivados (ácidos grasos,

monoacilgliceroles, derivados éster, fosfolípidos y surfactantes). Yu (2014). Los plastificantes son compuestos que al ser añadidos proporcionan flexibilidad (propiedad mecánica) y permeabilidad a los recubrimientos comestibles de las películas. Por lo tanto, modifican la estructura de las películas, movilidad de la cadena y coeficientes de difusión de gases o agua.

1.7.9. Tecnologías para la aplicación de recubrimiento comestible.

Actualmente se desarrollaron varios métodos para la correcta aplicación de las matrices comestibles sobre los alimentos. Como se mencionó antes los RC se diferencian de las PC por el modo en que son aplicados. Las técnicas de Inmersión o Spray se utilizan para RC y el Casting para PC; Tenemos la:

1.7.9.1. Inmersión

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

1.7.9.2. Spray

Esta técnica se basa en la aplicación de la solución filmogénica presurizada. Permite obtener RC más finos y uniformes. Se usa en alimentos de superficie lisa o para la separación de componentes de distinta humedad de un alimento compuesto, por ejemplo en platos preparados como pizzas u otros; Casting, mediante esta técnica se obtienen películas o films premoldeados. Consiste básicamente en la obtención de una dispersión uniforme compuesta por biomoléculas (proteínas, polisacáridos, lípidos), plastificante y agua. Luego se vierte sobre una placa de material inocuo (acero inoxidable) donde se deja secar para que se forme el film o película. La velocidad de secado junto con la temperatura y humedad son condiciones determinantes para la calidad del film (transparencia, consistencia, propiedades mecánicas), por lo tanto deben ser controladas correctamente. Una vez finalizado el secado se tiene un film de gran tamaño, el cual es fraccionado para ser aplicado sobre los alimentos a tratar.

1.7.10. Recubrimientos comestibles con propóleo

Un agente que podría ser utilizado para el biocontrol de enfermedades de frutas y hortalizas durante el manejo postcosecha es el propóleo. Esta sustancia de origen natural es elaborada por las abejas melíferas (*Apis mellifera*) a partir de los exudados de las cortezas y diversos tejidos de las plantas y es utilizado al interior de la colmena para controlar el crecimiento de bacterias, hongos y otros microorganismos, generando un ambiente aséptico. En general, el propóleo está compuesto de resinas y bálsamos (50%), ceras (30%), aceites esenciales y aromáticos (10%), polen (5%) y un 5% de otras sustancias. A los propóleos se les atribuyen diferentes propiedades biológicas, tales como: antitumorales, antiprotozoarias, antivirales, antioxidantes, antiinflamatorias, antibacteriales y antifúngicas; en particular, se ha encontrado que esta sustancia inhibe el desarrollo de patógenos de poscosecha como *Botrytis cinerea* y *Penicillium expansum*. Palomino, García, Gil, Rojano, Durango. (2013).

Adicionalmente, se ha reportado el efecto fungistático in vitro de extractos de propóleos colombianos contra *Colletotrichum gloeosporioides* y *Botryodiplodia theobromae*, logrando la reducción del crecimiento micelial hasta en un 30 y 49% respectivamente. Tovar, García y Mata (2013).

Por lo tanto, la inclusión de propóleos en la formulación de recubrimientos, podría representar una alternativa novedosa para el control de patógenos en post-cosecha.

Por consiguiente, el objetivo de esta investigación fue comparar el efecto de dos recubrimientos, uno de ellos formulado con un extracto etanólico de propóleos, sobre las propiedades microbiológicas y los atributos de calidad fisicoquímica de frutos de mangos variedad Kent almacenados a temperatura ambiente.

1.7.11. Tiempo de vida útil

Para evaluar el tiempo de vida de frutos protegidos con recubrimientos comestibles se recomienda realizar ensayos de pérdida de peso expresado en porcentaje, cambios en el color por método espectro colorímetro, firmeza con analizar de textura,

solidos solubles totales con brixómetro, acidez titulable (ácido cítrico en 100 de fruta) con indicadores y pH con potenciómetro. Torres, Montes, Pérez y Andrade (2014).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Tipo y diseño de investigación

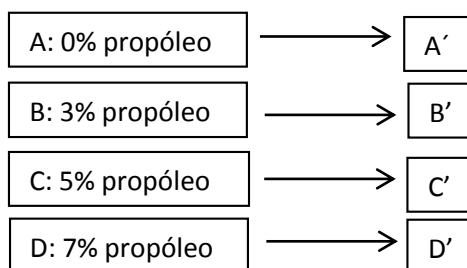
2.1.1. Tipo de investigación

Según el manejo de las variables el estudio realizado corresponde al tipo experimental, debido a que se manipulo las variables independientes: concentración de Propóleo en la formulación del recubrimiento comestible a base de mucilago de linaza para medir el efecto sobre el tiempo de vida útil. Esta variable fue medida por la pérdida de peso, solidos solubles, pH y acidez titulable durante el almacenamiento a temperatura ambiental.

2.1.2. Diseño de la investigación

El diseño es experimental del tipo de Estímulos Crecientes, porque se adicionó en dosis crecientes el porcentaje de propóleo a base de recubrimiento comestible y se comparó los resultados de los grupos experimentales con el grupo testigo o control. Tresierra (2014).

El esquema propuesto por Tresierra A. es el siguiente:



Dónde: A : Grupo control o testigo
B, C, D : grupos experimentales.

2.2. Métodos de investigación

2.2.1. Investigación experimental:

Los investigadores pueden manejar y manipular las variables independientes tales como: Concentración de Propóleo en base a la concentración de mucilago de linaza. Tal como se describe en la Tabla 3.

2.2.2. Procedimientos para la recolección de datos

Se utilizó el diagrama de flujo como se muestra en la figura 1.

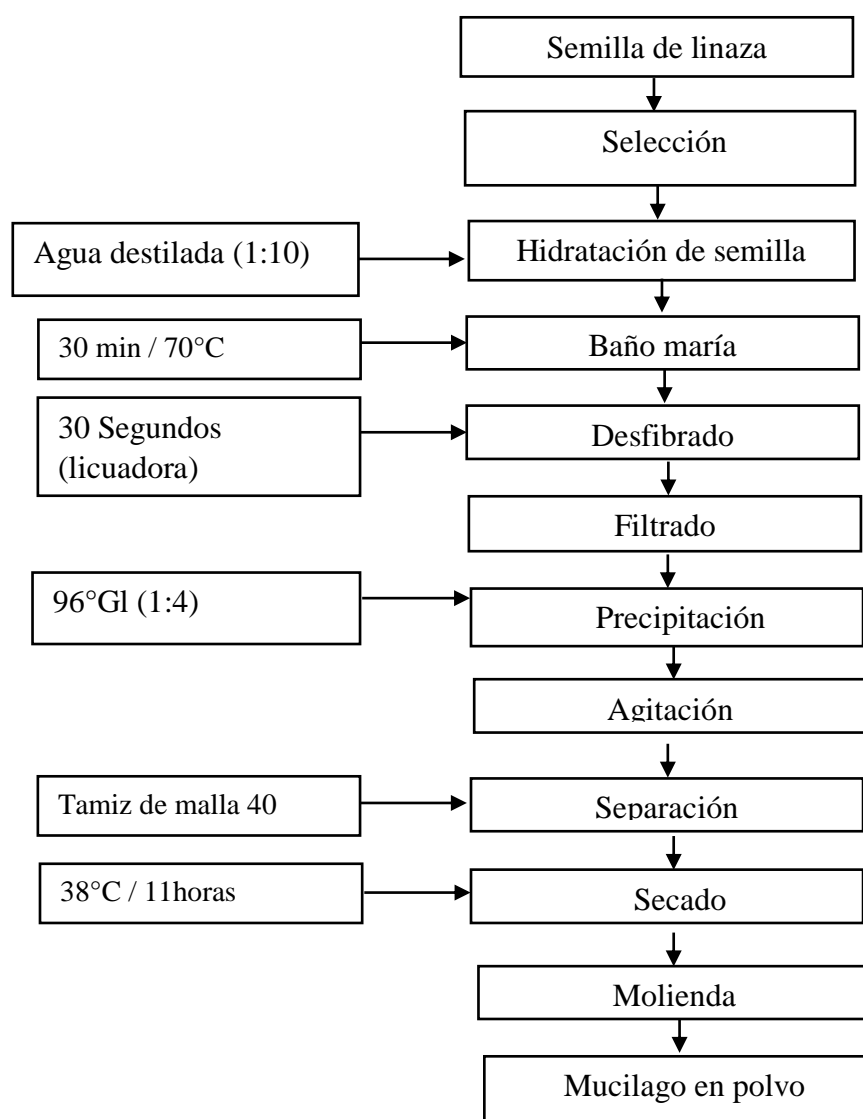


Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de mucílago de linaza en polvo

Fuente: Elaborado por los autores

2.2.2.1. Descripción del proceso

Acondicionamiento de la materia prima (linaza).

Selección. La materia prima se seleccionó para sacar las impurezas que tienen la semilla de linaza como piedritas, pajillas, etc.

Hidratación de semilla. Se Hidrató con agua destilada a la semilla de linaza, tomando como referencia que a cada 50 gramos de semilla, se le

añaden 500 ml de agua a temperatura ambiente (25°C), es decir, la hidratación con agua se realiza en una proporción 1:10 semilla: agua.

Baño maría. Se llevó a baño maría a una temperatura de 70°C por 40 min con una agitación manual cada 15 min para lograr la completa hidratación de las semillas y evitar su aglomeración.

Desfibrado. Se sometió a un desfibrado en una licuadora (marca Oster), por 30 segundos.

Filtrado. Se realizó el filtrado a través de una tela de tocuyo para la separación del mucílago.

Precipitación con etanol. Se adicionó etanol 96°GL en la relación 1:4 (V/V), luego se agitó con una varilla de vidrio, el precipitado de mucilago se separó mediante una segunda filtración.

Agitador magnético. Se Agitó a una revolución de 1800 rpm por 30 min.

Separación. Se realizó con una malla 40 (equivalente a perforaciones de 400 micrones), para poder separar el mucilago una vez precipitado.

Secado. Se realizó a 38°C por 12 horas en una mufla eléctrica.

Molienda. Se trituró en un mortero, para facilitar la molienda en licuadora y obtener mucílago en polvo.

Preparación del recubrimiento comestible.

Preparación de recubrimiento comestible para los mangos Frescos, como se muestra en la fig. 2.

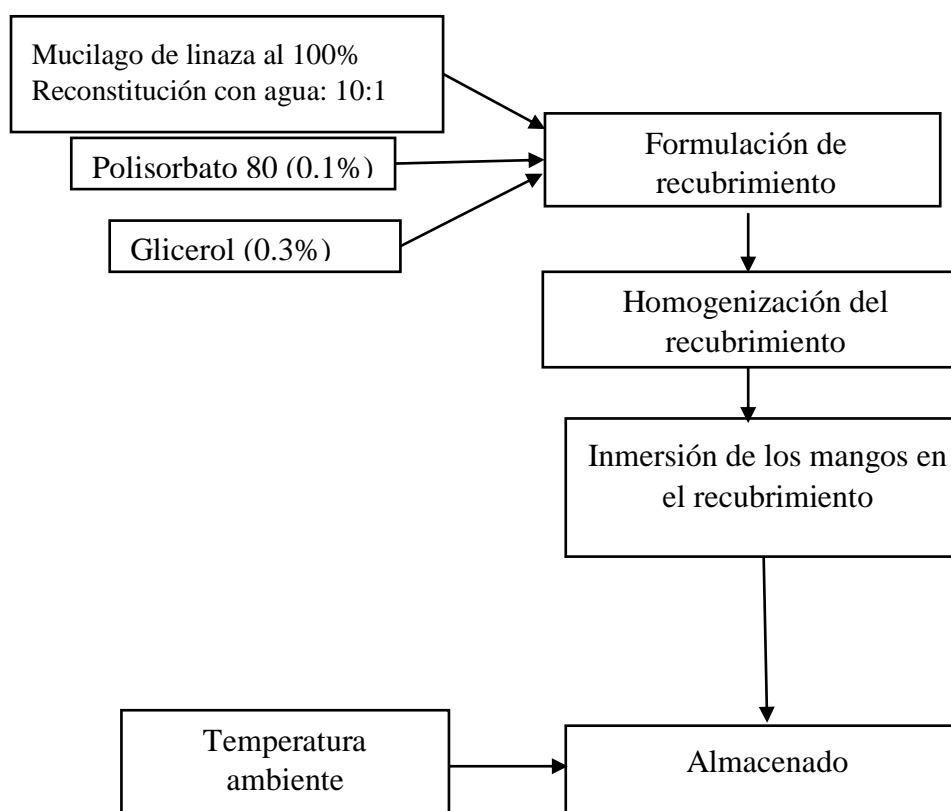


Figura 2. Preparación de recubrimiento comestible para los mangos.

Fuente: Elaborado por los autores

Formulación de recubrimiento. Para la elaboración del recubrimiento comestibles de mucílago de linaza se utilizó el mucílago extraído puro reconstituido con agua en proporción 10:1, el extracto etanólico de Propóleo comercial, y se adicionó. Polisorbato 80 (Polisorbato 80 (0.1%)) y glicerol (0.3%).

Homogenización del recubrimiento. Se realizó con una varilla de agitación por un periodo de 10 min.

Inmersión de los mangos en el recubrimiento. Se realizó el recubrimiento de los mangos sumergiendo en la formulación del recubrimiento comestible durante 5 min.

Enfriamiento. Tras la aplicación se dejó secar durante 1 hora en condiciones ambientales de laboratorio con la finalidad de lograr un mejor impregnando.

Almacenamiento. Se almacenó a temperatura ambiente por un tiempo de 16 días.

2.2.3. Principios éticos

Tabla 1.

Principios Éticos

Criterios	Características éticas del criterio
Observación participante	Los investigadores actuaran con prudencia, durante el proceso de acopio de los datos, asumiendo su responsabilidad ética para todos los efectos y consecuencias que se derivaran de la interacción establecida con los sujetos participantes del estudio.
Confidencialidad	Asegurar la protección de la identidad de las personas que participan como informantes de la investigación.

Fuente: Elaborado por los autores

2.2.4. Principios de rigor científico

Tabla 2.

Principios de Rigor Científico

Criterios	Características del criterio	Procedimientos
Credibilidad	Resultados de las variables observadas y estudiadas.	Los resultados reportados son reconocidos por los participantes. Se realiza la observación de las variables en su propio escenario
Neutralidad	Los resultados de la investigación tienen veracidad en la descripción .	Los resultados se contrastaran con investigaciones de contexto internacional, nacional y regional.
Relevancia	Permitirá el logro de los objetivos planteados	Se llegara a la comprensión amplia de las variables estudiadas. Los resultados obtenidos tendrán correspondencia con la justificación

Fuente: Elaborado por los autores

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Se utilizó mango de variedad Kent que se produce en el departamento de Lambayeque que se destina a exportación. Sus características principales se describen el ítem 1.7.1.

2.3.2. Muestra

Se utilizó aproximadamente 40 kg de mango variedad Kent procedentes de un productor de la región Lambayeque.

2.3.2.1. Muestreo

2.3.2.1.1. Muestreo intencional o de conveniencia

Este tipo de muestreo se caracteriza por un esfuerzo deliberado de obtener muestras “representativas” mediante la inclusión en la muestra de grupos supuestamente típicos. Es muy frecuente su utilización en sondeos preelectorales de zonas que en anteriores votaciones han marcado tendencias de voto.

También puede ser que el investigador seleccione directa e intencionalmente los individuos de la población. El caso más frecuente de este procedimiento es utilizar como muestra los individuos a los que se tiene fácil acceso.

2.4. Variables

2.4.1. Variables

2.4.1.1. Variable independiente

Concentración de Propóleo.

2.4.1.2. Variable dependiente

Pérdida de Peso.

Potencial de Hidrogeno

Acides Titulable

Sólidos Solubles Totales.

2.4.2. Operacionalización

En la tabla 3 se detalla la Operacionalización de las variables

Tabla 3.

Operacionalización de Variables

VARIABLES	Nivel de estudio	Unidad	Instrumentos
V.I.			
Concentración de propóleo en base al mucilago de linaza	0 % 3 % 5 % 7 %	Porcentaje	Análisis gravimétrico
	Pérdida de Peso	%	Balanza analítica
V.D.			
Conservación de mangos Kent	pH Acidez Titulable Sólidos solubles totales	[H ⁺] % °Bx	potenciómetro Titulación Brixómetro

Fuente: Elaborado por los autores

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de información

2.5.1. Técnicas de recolección de información

2.5.1.1. Observación

Se empleó esta técnica durante el desarrollo de la investigación, principalmente en la etapa de la formulación y aplicación del recubrimiento comestible durante 16 días.

2.5.1.2. Análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos recolectados se empleó el software estadístico SPSS versión 20, el cual nos permitirá realizar el análisis de varianza. Recolección de datos, Codificación de datos, Tabulación, Diseño de gráficos,

Análisis de la información obtenida, Interpretación, Para esto se utilizó métodos y técnicas de análisis e interpretación de datos:

Este análisis nos indicará la aceptación o rechazo de las hipótesis, previa contrastación. Esto permitirá realizar el análisis concreto, que tuvo como finalidad estudiar en detalle las características más relevantes respecto al objeto de investigación.

Se elaboró una tabla de promedios de las variables dependientes conseguidas después de 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

2.5.2. Instrumentos de recolección de información

2.5.2.1. Instrumentos, Reactivos y Materia Prima

Los Instrumentos, Reactivos y Materia Prima que se utilizaron fueron los siguientes:

Mango variedad Kent.

Semilla de Linaza.

Propóleo (extracto etanólico)

Polisorbato 80.

Glicerol.

Etanol 96° GL.

Agua destilada.

Hidróxido de sodio.

Fenolftaleína.

Balanza analítica.

Potenciómetro.

Brixómetro.

Equipo para titulación.

Licuada.

Centrifuga.

Termómetro de mercurio.

Vasos de precipitación 250ml.

Probetas de 500 ml.

Tubos de ensayo.

Barra de agitación mecánica.

Parrilla con agitación.

Bureta graduada.

Papel filtro.

2.6. Validación y confiabilidad de instrumentos

Para obtener resultados confiables de los instrumentos, se empleó el método hipotético deductivo, puesto que se trabajó en base a una hipótesis, partiendo del análisis general para culminar en resultados particulares, los cuales fueron previamente revisados y aprobados por el docente asesor de tesis.

CAPÍTULO III
RESULTADOS

3.1. Resultados en tablas y gráficos

Todos los resultados se obtuvieron trabajando a temperatura ambiente en la ciudad de Chiclayo, la cual en promedio fue de 22°C.

En primer lugar se presenta la caracterización de la fruta utilizada la cual estuvo constituida por mangos variedad Kent en dos estadios de maduración: mango verde y mango semi-verde, que corresponde al estado de madurez “tierno” y “mínimo aceptable” según escala de madurez fisiológica de las principales variedades de mango en base al color de la pulpa, EMEX (2014). Ver Tabla 4 y Tabla 5. Los valores mostrados corresponden al día cero de inicio de las pruebas y son valores promedio.

Tabla 4.

Caracterización de los mangos verdes variedad Kent

Propiedad	Valores promedio
Acidez titulable, % ácido cítrico	3.26 ± 0.03
pH	2.65 ± 0.02
°Brix	9.87 ± 0.35
Peso, Kg.	0.336 ± 0.001

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 5.

Caracterización de los mangos semi-verdes variedad Kent

Propiedad	Valores promedio
Acidez titulable, % ácido cítrico	1.84 ± 0.02
pH	3.12 ± 0.02
°Brix	10.8 ± 0.41
Peso, Kg	0.335 ± 0.002

Fuente: Elaborado por los autores

3.1.1. Resultados de la acidez titulable

En las tablas 4 y 5 se presentan los valores promedio de acidez titulable (% de ácido cítrico) después de 16 días de almacenamiento para mango verde y mango semi-verde.

Tabla 6.

Promedio de la acidez titulable después de 16 días de almacenamiento a temperatura ambiental del mango verde variedad Kent recubierto con mucilago de linaza y propóleos

Grupos	Acidez titulable, % (promedio)
Sin recubrimiento	0.41 ± 0.015
Con recubrimiento y 0% propóleos	1.42 ± 0.017
Con recubrimiento y 3% de propóleos	1.86 ± 0.016
Con recubrimiento y 5% de propóleos	2.13 ± 0.016
Con recubrimiento y 7% de propóleos	2.44 ± 0.015

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 7

Promedio de la acidez titulable después de 16 días de almacenamiento a temperatura ambiental del mango semi-verde variedad Kent recubierto con mucilago de linaza y propóleos

Grupos	Acidez titulable, % (promedio)
Sin recubrimiento	0.25 ± 0.015
Con recubrimiento y 0% propóleos	0.82 ± 0.020
Con recubrimiento y 3% de propóleos	0.99 ± 0.018
Con recubrimiento y 5% de propóleos	1.06 ± 0.016
Con recubrimiento y 7% de propóleos	1.17 ± 0.015

Fuente: Elaborado por los autores

Para determinar el efecto de la variable independiente ensayada (recubrimiento de mucilago de linaza y propóleos) sobre la variable dependiente (acidez titulable) después de 16 días de almacenamiento se realizó un análisis de varianza de un factor con el programa estadístico IBM-SPSS versión 21, cuyos resultados se muestran en las tablas 8 y 9 para el mango verde y semi-verde respectivamente. Los cinco grupos formados son los mismos que se muestran en las tablas 6 y 7.

Tabla 8.

Análisis de varianza de la variable acidez titulable en los grupos establecidos por los valores de la variable Recubrimiento – mango verde Kent después de 16 días de almacenamiento.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7,437	4	1,859	7968,043	,000
Intra-grupos	,002	10	,000		
Total	7,439	14			

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 9.

Análisis de varianza de la variable acidez titulable en los grupos establecidos por los valores de la variable Recubrimiento – mango semi-verde Kent después de 16 días de almacenamiento.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,563	4	,391	1465,475	,000
Intra-grupos	,003	10	,000		
Total	1,566	14			

Fuente: Elaborado por los autores

El comportamiento de la acidez titulable para los dos tipos de mango durante 16 días de almacenamiento se muestran en las Figura 3 y 4.

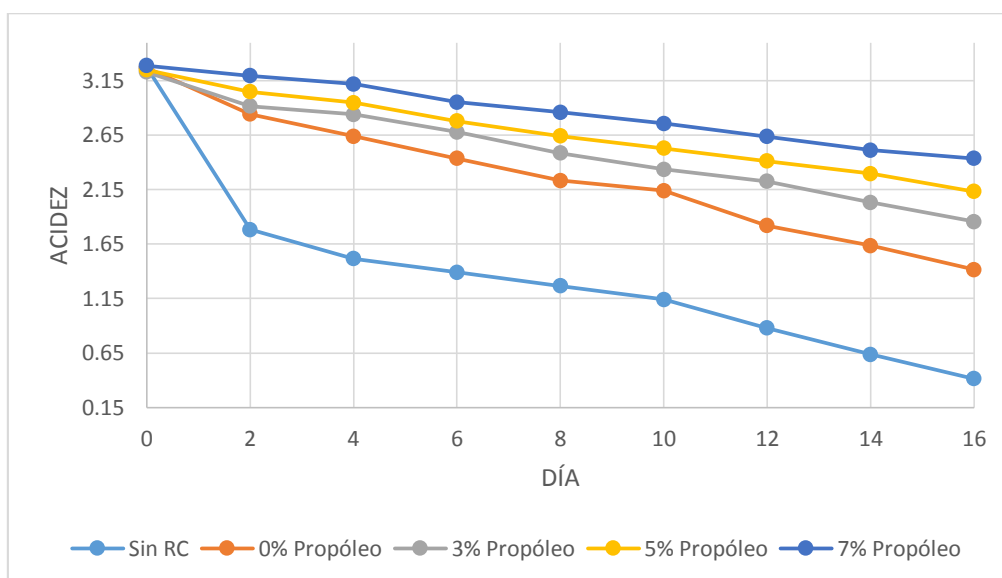


Figura 3. Variación de la acidez titulable de mango verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Fuente: Elaborado por los autores

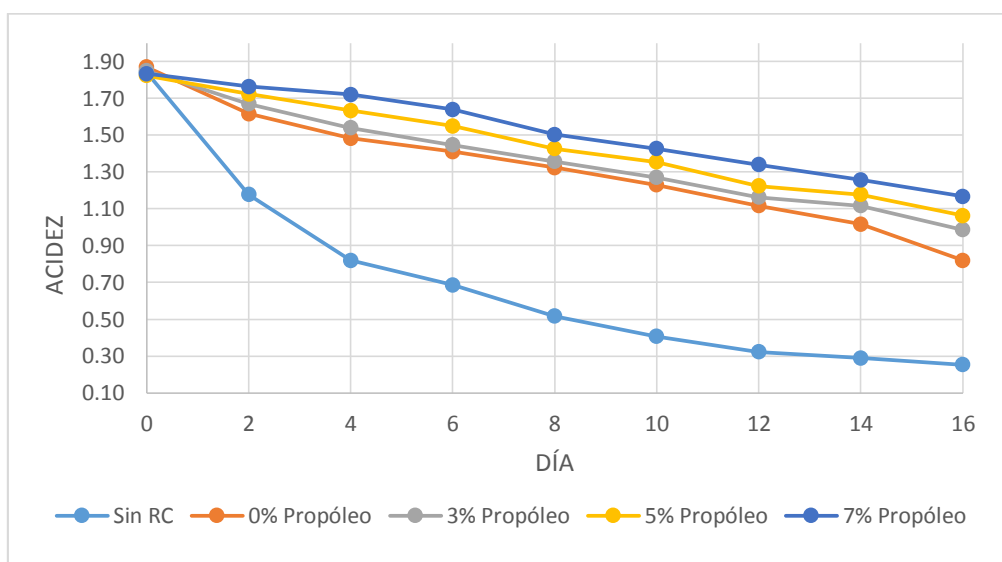


Figura 4. Variación de la acidez titulable de mango semi-verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Fuente: Elaborado por los autores

3.1.2. Resultados de la concentración de sólidos solubles, °Brix

En las tablas 10 y 11 se presentan los valores promedio del °Brix después de 16 días de almacenamiento para mango verde y mango semi-verde.

Tabla 10.

Promedio de °Brix después de 16 días de almacenamiento a temperatura ambiental del mango verde variedad Kent recubierto con mucilago de linaza y propóleos.

Grupos	°Brix (promedio)
Sin recubrimiento	14 ± 0.00
Con recubrimiento y 0% propóleos	13 ± 0.58
Con recubrimiento y 3% de propóleos	12 ± 0.58
Con recubrimiento y 5% de propóleos	12 ± 0.00
Con recubrimiento y 7% de propóleos	12 ± 0.58

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 11.

Promedio de °Brix después de 16 días de almacenamiento a temperatura ambiental del mango semi-verde variedad Kent recubierto con mucilago de linaza y propóleos.

Grupos	°Brix (promedio)
Sin recubrimiento	15 ± 0.58
Con recubrimiento y 0% propóleos	14 ± 0.58
Con recubrimiento y 3% de propóleos	14 ± 0.00
Con recubrimiento y 5% de propóleos	13 ± 0.58
Con recubrimiento y 7% de propóleos	13 ± 0.58

Fuente: Elaborado por los autores

Para determinar el efecto de la variable independiente ensayada (recubrimiento de mucilago de linaza y propóleos) sobre la variable dependiente (°Brix) después de 16 días de almacenamiento se realizó un análisis de varianza de un factor con el programa estadístico IBM-SPSS versión 21, cuyos resultados se muestran en las tablas 12 y 13 para el mango verde y semi-verde respectivamente. Los cinco grupos formados son los mismos que se muestran en las tablas 10 y 11.

Tabla 12.

Análisis de varianza de la variable °Brix en los grupos establecidos por los valores de la variable Recubrimiento – mango verde Kent después de 16 días de almacenamiento.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	9,733	4	2,433	12,167	,001
Intra-grupos	2,000	10	,200		
Total	11,733	14			

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 13.

Análisis de varianza de la variable °Brix en los grupos establecidos por los valores de la variable Recubrimiento – mango semi-verde Kent después de 16 días de almacenamiento.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	8,267	4	2,067	7,750	,004
Intra-grupos	2,667	10	,267		
Total	10,933	14			

Fuente: Elaborado por los autores

El comportamiento del contenido de sólidos solubles totales (°Brix) los dos tipos de mango durante 16 días de almacenamiento se muestran en las Figuras 5 y 6.

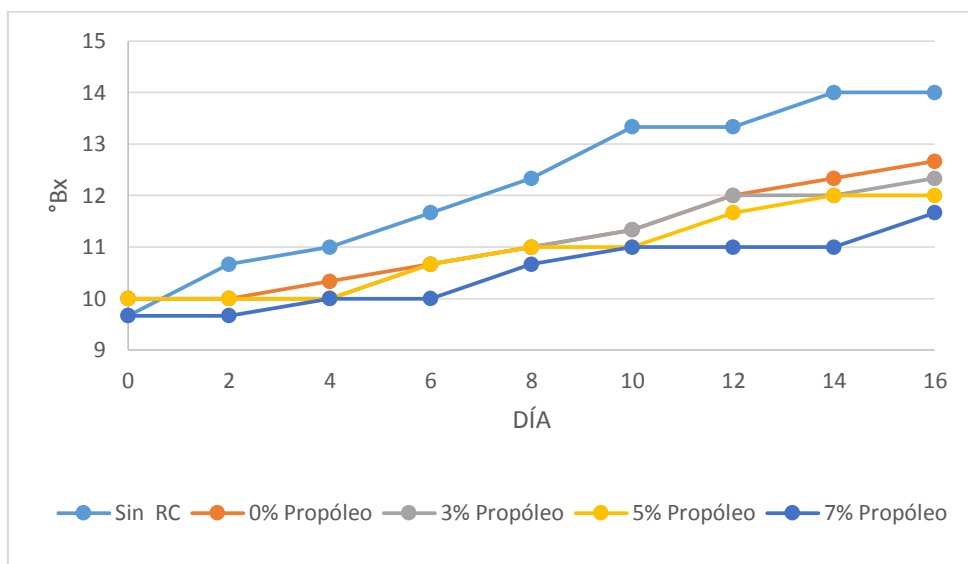


Figura 5. Variación de °Brix de mango verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Fuente: Elaborado por los autores

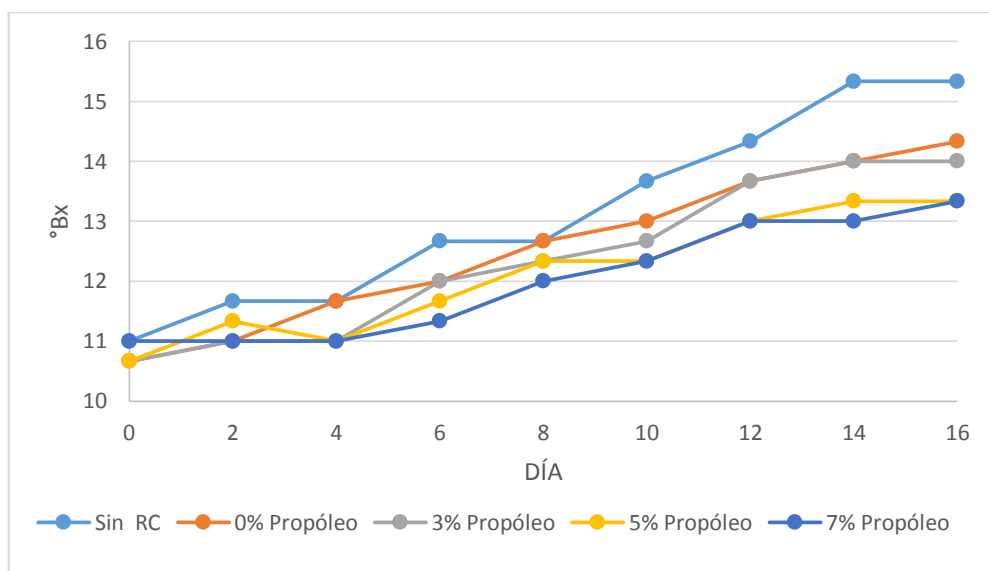


Figura 6. Variación de °Brix de mango semi-verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Fuente: Elaborado por los autores.

3.1.3. Resultados del pH

En la Tabla 14 y 15 se presentan los valores promedio del pH después de 16 días de almacenamiento para mango verde y mango semi-verde.

Tabla 14

Promedio de pH después de 16 días de almacenamiento a temperatura ambiental del mango verde variedad Kent recubierto con mucilago de linaza y propóleos.

Grupos	pH (promedio)
Sin recubrimiento	4.25 ± 0.02
Con recubrimiento y 0% propóleos	3.46 ± 0.02
Con recubrimiento y 3% de propóleos	2.96 ± 0.03
Con recubrimiento y 5% de propóleos	2.90 ± 0.02
Con recubrimiento y 7% de propóleos	2.84 ± 0.03

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 15.

Promedio de pH después de 16 días de almacenamiento a temperatura ambiental del mango semi-verde variedad Kent recubierto con mucilago de linaza y propóleos

Grupos	pH (promedio)
Sin recubrimiento	5.05 ± 0.03
Con recubrimiento y 0% propóleos	4.83 ± 0.02
Con recubrimiento y 3% de propóleos	4.03 ± 0.02
Con recubrimiento y 5% de propóleos	3.85 ± 0.02
Con recubrimiento y 7% de propóleos	3,76 ± 0.03

Fuente: Elaborado por los autores

Para determinar el efecto de la variable independiente ensayada (recubrimiento de mucilago de linaza y propóleos) sobre la variable dependiente (pH) después de 16 días de almacenamiento se realizó un análisis de varianza de un factor con el programa estadístico IBM-SPSS versión 21, cuyos resultados se muestran en las tablas 16 y 17 para el mango verde y semi-verde respectivamente. Los cinco grupos formados son los mismos que se muestran en las tablas 14 y 15.

Tabla 16.

Análisis de varianza de la variable pH en los grupos establecidos por los valores de la variable Recubrimiento – mango verde Kent después de 16 días de almacenamiento.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4,242	4	1,061	1916,705	,000
Intra-grupos	,006	10	,001		
Total	4,248	14			

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 17.

Análisis de varianza de la variable pH en los grupos establecidos por los valores de la variable Recubrimiento – mango semi-verde Kent después de 16 días de almacenamiento.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4,235	4	1,059	1985,356	,000
Intra-grupos	,005	10	,001		
Total	4,241	14			

Fuente: Elaborado por los autores

El comportamiento del pH de los dos tipos de mango durante 16 días de almacenamiento se muestra en las Figuras 7 y 8.

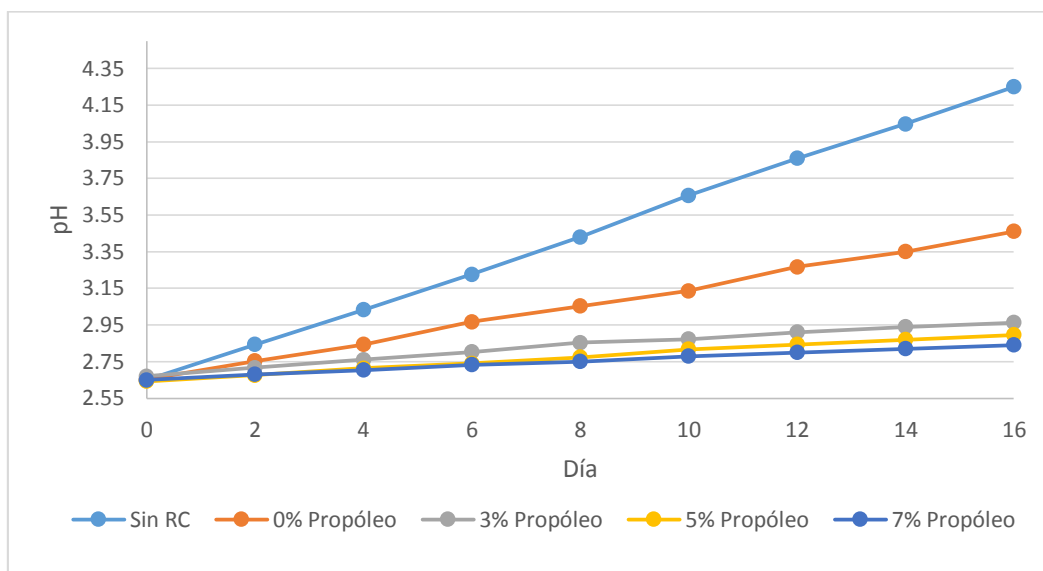


Figura 7. Variación del pH de mango verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Fuente: Elaborado por los autores

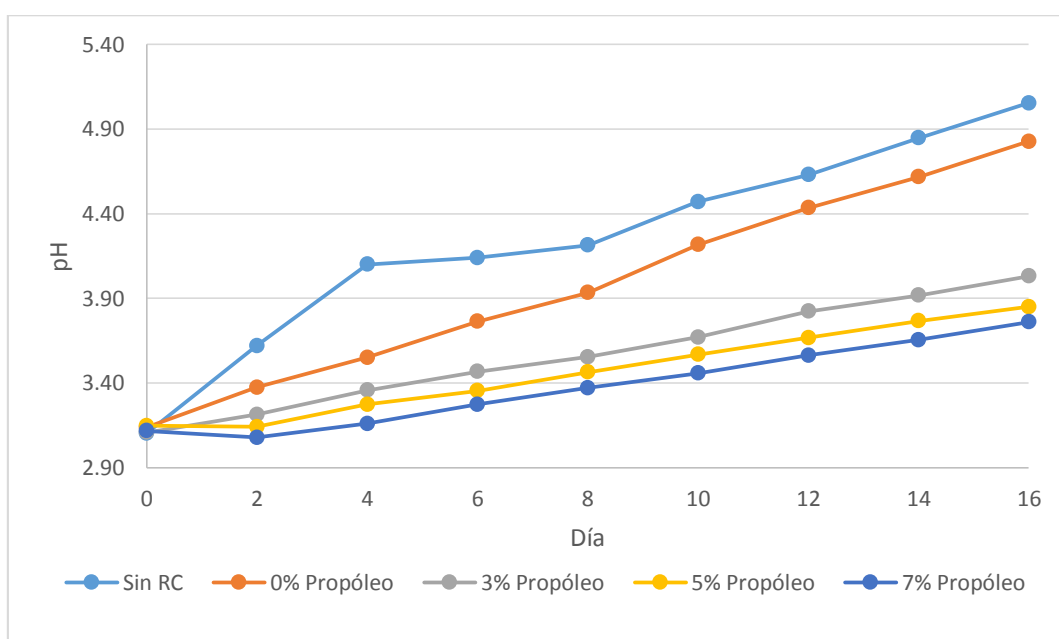


Figura 8. Variación del pH de mango semi-verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Fuente: Elaborado por los autores

3.1.4. Resultados del porcentaje de pérdida de peso

En las tablas 18 y 19 se presentan los valores promedio de la pérdida de peso después de 16 días de almacenamiento para mango verde y mango semi-verde.

Tabla 18

Promedio del % de pérdida de peso después de 16 días de almacenamiento a temperatura ambiental del mango verde variedad Kent recubierto con mucilago de linaza y propóleos.

Grupos	% pérdida de peso (promedio)
Sin recubrimiento	37.24 ± 0.52
Con recubrimiento y 0% propóleos	22.34 ± 0.14
Con recubrimiento y 3% de propóleos	14.29 ± 0.09
Con recubrimiento y 5% de propóleos	12.44 ± 0.06
Con recubrimiento y 7% de propóleos	10.87 ± 0.17

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 19.

Promedio del % de pérdida de peso después de 16 días de almacenamiento a temperatura ambiental del mango semi-verde variedad Kent recubierto con mucilago de linaza y propóleos.

Grupos	% pérdida de peso (promedio)
Sin recubrimiento	24.18 ± 0.64
Con recubrimiento y 0% propóleos	20.08 ± 0.28
Con recubrimiento y 3% de propóleos	14.96 ± 0.40
Con recubrimiento y 5% de propóleos	13.64 ± 0.55
Con recubrimiento y 7% de propóleos	11.57 ± 0.33

Fuente: Elaborado por los autores

Para determinar el efecto de la variable independiente ensayada (recubrimiento de mucilago de linaza y propóleos) sobre la variable dependiente (% de pérdida de peso) después de 16 días de almacenamiento se realizó un análisis de varianza de un factor con el programa estadístico IBM-SPSS versión 21, cuyos resultados se muestran en las tablas 20 y 21 para el mango verde y semi-verde

respectivamente. Los cinco grupos formados son los mismos que se muestran en las tablas 18 y 19.

Tabla 20.

Análisis de varianza de la variable % pérdida de peso en los grupos establecidos por los valores de la variable Recubrimiento – mango verde Kent después de 16 días de almacenamiento.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Si g.
Inter-grupos	1422,813	4	355,703	5362,900	,00
Intra-grupos	,663	10	,066		0
Total	1423,476	14			

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 21.

Análisis de varianza de la variable % pérdida de peso en los grupos establecidos por los valores de la variable Recubrimiento – mango semi-verde Kent después de 16 días de almacenamiento.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	317,651	4	79,413	375,440	,000
Intra-grupos	2,115	10	,212		
Total	319,766	14			

Fuente: Elaborado por los autores

El comportamiento del % pérdida de peso de los dos tipos de mango durante 16 días de almacenamiento se muestran en las Figura 9 y 10.

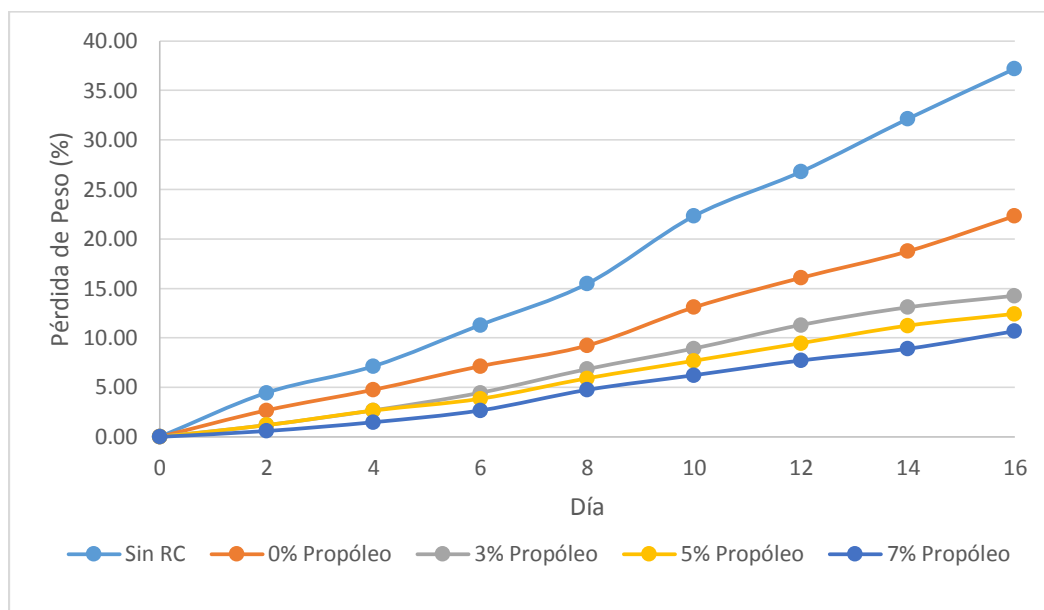


Figura 9. Variación del % de pérdida de peso de mango verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Fuente: Elaborado por los autores

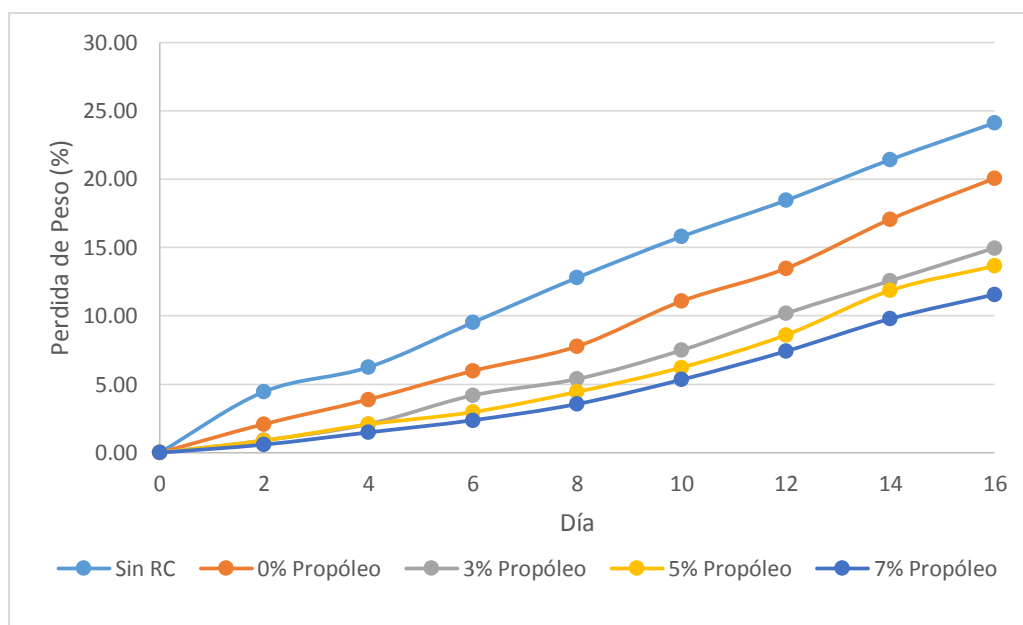


Figura 10. Variación del % de pérdida de peso de mango semi-verde variedad Kent recubiertos con mucilago de linaza y propóleos durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

4.1. Discusión de resultados

4.1.1. Caracterización del mango Kent

Según las tablas 4 y 5 los mangos tomados como muestra en dos estadios de maduración tienen propiedades fisicoquímicas algo diferentes al encontrado con otros autores. Si nos remitimos al estudio de Campbell (2013) los frutos de mango en madurez de consumo pueden presentar pesos y tamaños variables dentro de un mismo cultivar, por ejemplo, los mangos “Keitt” pesaron desde 510 hasta 2000 g, mientras que Hofman et al. (1997) reportaron entre 500 y 571 g para este mismo cultivar producido en Queensland, Australia, lo que indica que otros factores de producción influyen en el desarrollo del fruto.

4.1.2. Efecto del recubrimiento de mango Kent sobre la acidez titulable

La acidez titulable se expresó como % de ácido cítrico. Tanto con el mango verde, como con el mango semi-verde recubiertos con mucilago de linaza mezclado con propóleos se encontró que los valores después de 16 días de almacenamiento a temperatura ambiental sufrieron una disminución respecto al valor inicial.

Según los datos de las tablas 6 y 7, respecto al valor inicial de 3.26% de ácido para el mango verde y 1.84 % de ácido para el mango semi-verde, el mango verde sufrió una mayor disminución del contenido de ácido. El mango sin recubrimiento alcanzó buen estado de maduración llegando a un nivel de acidez de 0.41%, que representa una disminución de 87.42%. En cambio el mango semi-verde que empezó con 1.84% de ácido disminuyó hasta 0.25% lo que representa una disminución de 86.41%.

El análisis de varianza (tablas 8 y 9), según el estadístico $p < 0.05$, indica que la variable independiente (diferentes condiciones de recubrimiento) tiene efecto significativo sobre la variable dependiente ensayada (acidez titulable), lo cual se puede asegurar con una confianza del 95%. Por otro lado en las mismas tablas, el valor de F indica que con el mango verde se encontró una mayor variabilidad entre grupos de ensayo que con el mango semi-verde, demostrando este último mayor homogeneidad.

La variación de acidez titulable durante los 16 días de almacenamiento que se muestra en las Figuras 3 y 4 demuestra la tendencia a disminuir. Tanto para el mango

verde, como para el mango semi-verde se observa que las curvas tienen una mayor pendiente, lo que demuestra que los mangos sin ningún recubrimiento tienen una disminución más acelerada que los mangos con recubrimiento. Con el mango verde recubierto, las curvas están más separadas que con el mango semi verde recubierto, demostrando que con este último hay menos influencia del recubrimiento sobre el contenido de acidez titulable.

El mismo comportamiento fue encontrado por Restrepo y Aristizabal (2013), que estudiaron la maduración de mangos “Keitt”, “Kent” y “cogshall” cosechado en diferentes estados de desarrollo, y en todos los materiales observaron pérdida de acidez e incremento de los sólidos solubles totales. Las características ligeramente ácidas de los frutos al final de los ensayos podría favorecer un mayor periodo de comercialización.

El comportamiento del contenido de acidez titulable es inverso al pH. Zaritzky (2014), presenta tendencias similares para moras tratadas con un recubrimiento a base de aceite esencial de canela y para el respectivo control. Restrepo y Aristizabal (2013), muestran comportamiento similares en fresa con RC y sin el RC, ellos indican que el % de acidez de los frutos con RC durante los días de almacenamiento estuvo dentro del rango de calidad (aproximadamente 2.0%), recomendado para la mora de Castilla grado 5 según la NTC 4106. Sin embargo los frutos control presentaron disminuciones mayores en más corto tiempo. Esto puede estar relacionado a que los frutos sin RC presentan mayores tasas de respiración, mientras que el recubrimiento con aloe puede producir una modificación en la atmósfera interna aduce Sañudo (2015). Yaman y Bayindirli (2014), argumentan que el RC retrasa la senescencia de la fruta, por consiguiente retrasan la oxidación de los ácidos orgánicos, sustratos de las reacciones enzimáticas de la respiración.

4.1.3. Efecto del recubrimiento de mango Kent sobre °Brix

El contenido de sólidos totales disueltos se expresó en °Brix.

En las tablas 10 y 11 se muestra que respecto al valor inicial de °Brix, los valores obtenidos después de 16 días de almacenamiento aumentaron demostrando que el contenido de azúcares fue en aumento durante el almacenamiento. El mango control (sin recubrimiento) tanto verde como semi-verde demostraron un mayor incremento de

°Brix. El mango verde sin recubrimiento aumento el contenido de solidos totales en 41.84%, en cambio el mango semi-verde bajo las mismas condiciones aumento 38.9%.

En el mango verde con recubrimiento con mucilago y propóleos con distintas concentraciones el aumento fue similar después de los 16 de almacenamiento, lográndose un aumento de 21.6%. Con el mango semi-verde se logró un aumento de 25%.

El análisis de varianza (tablas 12 y 13), según el estadístico $p < 0.05$, indica que la variable independiente (diferentes condiciones de recubrimiento) tiene efecto significativo sobre la variables dependiente ensayada (°Brix), lo cual se puede asegurar con una confianza del 95%. Por otro lado en los mismos cuadros, el valor de F indica que con el mango verde se encontró una mayor variabilidad entre grupos de ensayo que con el mango semi-verde, demostrando este último mayor homogeneidad.

La variación de °Brix durante los 16 días de almacenamiento que se muestra en las Figuras 5 y 6 demuestran la tendencia a aumentar. En el mango verde testigo, por la pendiente de la curva se nota una mayor velocidad de aumento de solidos solubles totales que con el mango semi-verde. Con el mango verde con recubrimiento con 0 y 3% de Propóleo las curvas son similares, indicando igual comportamiento. En los tipos de mango, hasta el día 8 se nota un comportamiento similar, después del cual existe una mayor variación.

Este aumento general de la concentración de solidos solubles totales está influenciada por la hidrolisis de los materiales de la pared celular. Este comportamiento es inverso a la acidez total, coincidiendo con Álvarez (2013), quien estudio el mango en atmosferas modificadas. Barrera, Gil, García, Durango y Gil (2013), estudiaron el comportamiento de papayas tratadas con recubrimiento comestible a base de propóleos presentando resultados con tendencia ascendente, tal como se ha hallado en la presente investigación.

Este comportamiento en los sólidos solubles, se explica por la hidrólisis de diversos polisacáridos estructurales tales como almidón, pectinas de la pared celular, hasta sus componentes monoméricos básicos, por lo cual se acumulan azúcares, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa indican Arrieta, Baquero y Barrera (2013) que son los constituyentes principales de los sólidos solubles; estos resultados coinciden con lo encontrado por Sañudo (2015). El mayor aumento en azúcares ocurre cuando el

fruto empieza a tornarse amarillo acelerándose la síntesis de estos compuestos hasta alcanzar la coloración muy amarilla. Barrera, Gil, García, Durango y Gil (2013).

4.1.4. Efecto del recubrimiento de mango Kent sobre el pH

Los pH iniciales del mango verde y semi-verde fueron 2.65 y 3.12 respectivamente, evidenciando la diferencia entre los dos estadios de maduración. Torres, Montes, Pérez y Andrade (2014), encontraron una tendencia similar en el valor de pH en el mango variedad corazón en distintos estados de maduración: 3.42 para estado de maduración (EM) 1 y 3,83 para EM 2.

En base a los resultados de las tablas 14 y 15, después de los 16 días de almacenamiento en los mangos verdes y semi-verdes sin recubrimiento se encontró la mayor elevación del valor de pH, en comparación con los mangos recubiertos. Con el mango verde el aumento fue de 60.4%, mientras que con el mango semi-verde fue de 61.8%, valores que se podrían considerar similares. En las mismas tablas se evidencia que con los mangos recubiertos solo con mucilago de linaza el aumento fue mayor que los mangos recubiertos con mucilago y propóleos, tanto para mangos verdes como para mangos semi-verdes. En este caso se podría considerar que el Propóleo estaría ejerciendo una mayor protección que impide que se desarrolle la maduración lo cual se evidencia con el color de los mangos.

El análisis de varianza (tablas 16 y 17), según el estadístico $p < 0.05$, indica que la variable independiente (diferentes condiciones de recubrimiento) tiene efecto significativo sobre la variables dependiente ensayada (pH), lo cual se puede asegurar con una confianza del 95%. Por otro lado en los mismos cuadros, el valor de F indica que con el mango semi-verde se encontró una mayor variabilidad entre grupos de ensayo que con el mango verde.

Respecto al comportamiento del pH durante los 16 días de almacenamiento (Figuras 7 y 8) se evidencia que este aumento en el transcurso de los días, observándose una mayor velocidad de crecimiento con el mango verde que con el mango semi-verde, ambos sin recubrimiento. Con los mangos recubiertos solo con mucilago de linaza el comportamiento fue muy diferente que con los mangos recubiertos con mucilago y propóleo. En este último caso con los mangos verdes el crecimiento fue más lento (Figura 7) que con los mangos semi-verdes (Figura 8).

Este comportamiento encontrado en los experimentos realizados es similar al hallado por otros autores. Según Merural (2014) el poco aumento del pH con el estado de maduraciones de frutas como mango, maracuyá y papaya, se puede explicar por la presencia de un sistema de autorregulación del pH, resultado del efecto amortiguador del ácido cítrico. Este ácido alifático tiende a convertirse en la sal correspondiente, dando como resultado el efecto amortiguador de la solución en la región de sus valores de pKa, disminuyendo la acidez.

El aumento del pH y la disminución de la acidez observada corroboran la pérdida y degradación de los ácidos orgánicos presentes en la fruta. Según Tovar, García y Mata (2013) el mango es particularmente rico en ácidos orgánicos en la etapa pre climatérico y durante la maduración después de la cosecha estos ácidos se pierden. Esta pérdida ha sido atribuida a un incremento concomitante en las enzimas que los metabolizan. Existe evidencia de la formación de ácidos desde carbohidratos y de la presencia de altos niveles de citrato sintasa en frutos maduros e inmaduros. Se han realizado estudios en los cuales se han reportado cambios en las enzimas mitocondriales en el mango durante el desarrollo y la maduración. En estos estudios se ha observado una marcada diferencia en el contenido de ácido glioxílico de la fruta madura a la inmadura y se estima que estos cambios hacen que la ruta del glioxilato sea la responsable del metabolismo de los ácidos y de la capacidad de la mitocondria de oxidar diferentes tipos de ácidos grasos en el desarrollo y maduración de la fruta.

4.1.5. Efecto del recubrimiento de mangos Kent sobre el % de pérdida de peso

En base a las tablas 18 y 19 se observa que el porcentaje de pérdida de peso llegó a 37.24% para el mango verde y de 24.18% para el mango semi-verde, ambos sin ningún tipo de recubrimiento. Los valores reportados son ligeramente diferentes a los mangos de los dos estados de maduración recubiertos solo con mucilago de linaza y muy diferentes con respecto a los mangos recubiertos con mucilago de linaza y propóleos. Una vez los resultados encontrados evidencian que la adición de propóleo tiene efectos benéficos en todos los factores que tienen que ver con el tiempo de vida de las frutas como pH, acidez titulable, °Brix y el % de pérdida de peso. Por ejemplo con mucilago y 7% de propóleos se obtuvo 10.87% y 11.57% para mango verde y semi-verde respectivamente.

El análisis de varianza (tablas 20 y 21), según el estadístico $p < 0.05$, indica que la variable independiente (diferentes condiciones de recubrimiento) tiene efecto significativo sobre la variables dependiente ensayada (% pérdida de peso), lo cual se puede asegurar con una confianza del 95%. Por otro lado en los mismos cuadros, el valor de F indica que con el mango verde se encontró una mayor variabilidad entre grupos de ensayo que con el mango semi-verde.

En las Figuras 9 y 10 se representa el comportamiento de la pérdida de peso durante los 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente. Se nota que los mango sin recubrir en los dos estados de maduración tienen una pérdida de peso mayor que los mangos recubiertos que se evidencia por una mayor pendiente de la curva, mostrando un velocidad de cambio ligeramente mayor los mango semi-verdes a pesar que el mango verde tuvo mayor pérdida de peso al final de los 16 días. En los mango verdes recubiertos el porcentaje de pérdida de peso fue menor que en los mangos semi-verdes, y se evidencia por el poco cambio de color de los mangos verdes después del periodo de almacenamiento. Los mangos semi-verdes llegaron a un estado de maduración mayor que los mangos verdes y por eso los primeros llegaron a perder más rápido su peso.

El comportamiento observado puede deberse a la acción de la barrera que ejerce sobre el transporte de masa y difusión del vapor de agua hacia el mucilago de linaza. Hay que tener en cuenta que el mucilago en su composición molecular predomina polisacáridos, que son efectivos como barrera, y el glicerol y el polisorbato 80 añadido le dieron una propiedad hidrofóbica al recubrimiento. Esto demuestra una tendencia similar a los resultados presentados por Parzanese (2014) y Restrepo y Aristizabal (2013) para un recubrimiento comestible de aloe vera evaluado en fresas y cereza, respectivamente.

Según Gómez (2014), en el momento de recolección, el nivel de agua de los productos vegetales es muy elevado, pero con la recolección del fruto tiene lugar la interrupción del ciclo de vida natural del fruto: éste no puede tomar agua de la planta mientras que continúa la pérdida de agua por transpiración. La pérdida de agua de forma continuada resulta finalmente en una marchitez, por lo que la calidad del producto se considera pobre y en la mayoría de ocasiones el consumidor no está dispuesto a aceptar el producto deshidratado, blando y marchito. El déficit de agua durante el almacenamiento afecta fundamentalmente la turgencia de los tejidos vegetales, por lo

que la pérdida de turgencia va a afectar a diversas funciones metabólicas, pero sobre todo a cambios en la textura lo que conlleva a una pérdida del “estado fresco” de las frutas, por lo que el mantenimiento de la proporción de agua en los productos vegetales es esencial para mantener la calidad. De acuerdo a lo expresado por estos autores en esta investigación se encontró el efecto de pérdida de turgencia por el arrugamiento de los mangos sin recubrimiento, mientras que los mangos recubiertos se mantuvieron con la cascara intacta demostrando el efecto del recubrimiento en especial cuando se adicione propóleos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones

La evaluación del recubrimiento de mucilago de linaza con propóleo demostró su eficacia en la conservación de los mangos en los dos estados de maduración (EM) en comparación con los mangos sin recubrimiento que fue usado como un primer testigo.

Se determinó que la formulación de mucilago de linaza al 5% de propóleo dio los mejores resultados en la prolongación de la vida útil de los mangos Kent.

Se determinó la caracterización físico-química de los mangos variedad Kent obteniendo en acidez titulable 3.26 y 1.84, pH 2.65 y 3.12, °Brix 9.87 y 10.8, peso (Kg) 0.336 y 0.335 para el mango verde y semi-verde variedad Kent respectivamente.

5.2. Recomendaciones

Aplicar el recubrimiento comestible en base a mucilago de linaza y Propóleo para alargar la vida de anaquel de mango y otros frutos.

Realizar un estudio microbiológico detallado y comprobar las propiedades bactericidas y fungicidas del Propóleo durante el almacenamiento de frutas.

Aplicar y estudiar el comportamiento del recubrimiento ensayado con mangos maduros.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M.S. (2013). *Caracterización Organoléptica y Fisicoquímica de Propóleos del departamento de La Libertad*. (10ma Edición). PERÚ: Editorial Centauro.
- ANACAFE. (2014). *Cultivo de mango. Programa de Diversificación de Ingresos en la Empresa Cafetalera*. (9na Edición) Guatemala: Editorial Asociación Nacional del Café.
- APEM. (2014). *Perspectivas de la industria de exportación de mango peruano. Asociación Peruana de Productores y Exportadores de Mango*. Piura: UDEP
- Arrieta, Baquero y Barrera. (2013). *Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano "Papochó"*. (4ta Edición). Colombia: Editorial Colombiana.
- Barrera, Gil, García, Durango, Gil. (2013). *Empleo de un Recubrimiento Formulado con Propóleos para el Manejo Post-cosecha de Frutos de Papaya (Carica papaya L. cv. Hawaiana)*. Medellín: Facultad de Agronomía Universidad de Medellín.
- Beverly L. (2015). *Edible chitosan films on ready-to-eat roast beef for the control of Listeria monocytogenes. Food Microbiology*. (5ta Edición). USA: Universidad de Nebraska.
- Campbell R. (2013). *Mango, a Guide to Mangos in Florida. Fairchild Tropical Garden*. (1ra Edición). USA: Editorial Massachusetts.
- Díaz, Pérez, Hernández, Ramírez. (2013). *Recubrimientos Biodegradables para el Control de Microorganismos Patógenos y Conservación de la Calidad de Frutos de Jitomate (Lycopersicon esculentum L.)*. (8va Edición). México: Editorial McGraw Hill
- EMEX. (2014). *Norma de calidad para mango fresco de exportación. Empacadoras de Mango de Mango de Exportación*, Guadalajara, Jalisco, México.

- Figuroa, Salcedo, Aguas, Olivero, Narvaez. (2014). *Recubrimientos comestibles en la conservación de mango aguacate, y perspectiva, al uso de propóleos en su formulación*. Rev. Colombiana Ciencias Alimentarias.
- Goh, Pinder, Hall, Hemar. (2015). *Propiedades reológicas de soluciones acuosas de semilla de linaza*. Biomacromoleculas. Viscaya: Grupo Albor-Cohs.
- Gol, Rao. (2013). *Influencia de la zeína y gelatina como recubrimiento comestible sobre la calidad post-cosecha y extensión del tiempo de vida del mango (mangifera indica L)*. (8va Edición). Barcelona: Paidotribo.
- Gomez, Herppich, Gekas, Sjolholm. (2014). *Factor affecting quality and postharvest properties of vegetables: integration of wáter relations and metabolism*. *Critical Review in Food Science and Nutrition*. 6(30), pp. 975-991.
- González, Gardea, Cuamea. (2013). *Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo A.C*. Hermosillo: Universidad de Sonora, Servicio de Publicaciones.
- García, Ventosa, Díaz, Casariego. (2013). *Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización de aceite esencial de canela (Cinnamomum zeynalicum)*. Riobamba: Escuela Superior Técnica de Chimborazo, Ariel.
- Gómez E. (2014). *Recubrimiento para frutas y hortalizas. V Curso Internacional – Tecnología Postcosecha y Procesado Mínimo*. Cartagena: ETSIA-UPCT, Españoles.
- Hofman, Cruz, Parkin, Galindo. (2013). *Baging of mango (Mangifera indica vc. “Keitt”) influences fruit quality and mineral composition*. (4ta Edición). USA: Postharv. Biol. Technol.
- Labuza, Contreras. (2015). *Prediction of moisture protecction requirements for food*. *Cereal Foods World*. pp. 357-382. New York, US: Springer Publishing.
- Lebrum, Plotto, Goodner, Ducampa, Baldwin. (2013). *Discrimination of mango fruit maturity by volátiles using the electronic nose and gas chromatography*. Posharv. (5ta Edición). US: Editorial Technol.
- Martin, Soliva, Baldwin. (2015). *Conservación mediante recubrimientos comestibles*. (3era Edición). Buenos Aires: Editorial Depalma.

- Martínez, Albuquerque, Valverde, Guillén, Castillo. (2014). *Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating*. (1era Edición). Nueva York: Editorial Fox.
- Meneses, Durango, García. (2013). *Actividad antifúngica contras el hongo postcosecha usando de extractos de propóleo Colombiano*. Bucaramanga: Editorial Química Nova
- Navarro, M. (2014). *Efecto de la composición de recubrimientos comestibles a base de hidroxipropilmetilcelulosa y cera de abeja en la calidad de ciruelas, naranjas y mandarinas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos.
- Oomah, D. (2013). *Processing of flaxseed fiber, oil, protein, and lignan*. In: Thompson, L.U.; Cunnane, S.C. (eds.). *Flaxseed in Human Nutrition*. (2da Edición). US, Illinois, Editorial: Champaign.
- Palomino, García, Gil, Rojano, Durango. (2013). *Determinación del contenido de fenoles y evaluación de la actividad antioxidante de propóleos recolectados en el departamento de Antioquia*. (11va Edición). Colombia: Editorial Vitae.
- Paull, Nishijama, Reyes, Cavaletto. (2013). *Postharvest handling and losses during marketing of papaya (Carica papaya L.)*. *Postharvest Biology and Technology* (3era Edición). Buenos Aires: Depalma.
- Parzanese, M. (2014). *Películas y recubrimientos comestibles. Alimentos Argentinos*. (1era Edición). Buenos Aires: Depalma.
- Merural, A. (2014). *La Vida Útil en Anaquel*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Quesada Y. (2013). *Predicción de la vida útil de un juego concentrado de naranja*. Trabajo final de Graduación, para obtener el título de Licenciatura de Tecnología de Alimentos. Costa Rica, San José: Grupo Editor.
- Quintero, Falguera, Muñoz. (2014). *Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola*. *Revista Tumbaga*, Vol 5, pag. 93-118. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3628239.pdf>

- Ramos, Bautista, Barrera, Bosquez, Alia, Estrada. (2015). *Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas*. *Revista mexicana de fitopatología*, 28(1), 44-57. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092010000100005&lng=es&tlng=es.
- Restrepo, Aristizabal. (2013). *Conservación de fresa (Fragaria x ananassa Duch cv. camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (Aloe barbadensis Miller) y cera de carnauba*. *Vitae*. 17 (3):252-263.
- Rojas, Soliva, Martín. (2013). *Edible coatings to incorporate active ingredients to freshcut fruits: a review*. *Trends in Food Science and Technology*. Mexico, Mexico: McGraw Hill.
- Sañudo, A. (2015). *Control de la maduración en frutos de papaya (Carica papaya L.) Con 1-metilciclopropeno y ácido 2-cloroetil fosfónico*, *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31 (2), 141-147.
- Torres, Montes, Pérez, Andrade. (2014). *Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales*. *Información Tecnológica*. (4ta Edición). Monterrey, Mexico: Alfaomega.
- Tovar, García, Mata. (2013). *Physiology of pre-cut mango. I. ACC and ACC oxidase activity of slices subjected to osmotic dehydration*. *Food Research International*, 34 (2-3), p. 207-215.
- Tresierra, A. (2014). *Metodología de la Investigación Científica*. (4ta Edición). Trujillo, Perú: Editorial Biociencia.
- Viña, Mudridge, García, Ferreyra, Martino, Chaves, Zaritzky. (2014). *Effects of polyvinylchloride and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts*. *Food Chemistry*, 103, 701 – 709.
- Yaman, Bayoindirli. (2014). *Effects of an Edible Coating and Cold Storage on Shelf-life and Quality of Cherries*. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 35(2): 146–150.

- Yu, P. (2014). *Efecto de la mezcla de plastificantes en las propiedades físicas, mecánicas y de transporte de películas de quitosano*. Tesis Licenciatura. Ingeniería de Alimentos. Universidad de las Américas Puebla. México. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/yu_h_pa/capitulo4.pdf.
- Zaritzky, N. (2014). *Películas biodegradables y recubrimientos comestibles a base de hidrocoloides*. Centro de Investigaciones y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos, MEXICO: UNLP.

ANEXOS

Tabla 22

Valores encontrados para la variable dependiente % de acidez de las muestras de mango verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC			0% Propóleo			3% Propóleo			5% Propóleo			7% Propóleo		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
0	3.29	3.27	3.26	3.24	3.28	3.29	3.23	3.21	3.25	3.23	3.28	3.24	3.27	3.29	3.31
2	1.80	1.78	1.77	2.84	2.86	2.83	2.93	2.90	2.92	3.02	3.04	3.09	3.20	3.21	3.18
4	1.51	1.50	1.54	2.62	2.64	2.66	2.83	2.86	2.83	2.95	2.93	2.97	3.14	3.12	3.10
6	1.39	1.38	1.40	2.43	2.47	2.41	2.69	2.67	2.68	2.79	2.77	2.78	2.95	2.98	2.93
8	1.25	1.28	1.27	2.25	2.23	2.22	2.47	2.49	2.50	2.64	2.63	2.66	2.86	2.85	2.87
10	1.14	1.13	1.15	2.14	2.12	2.16	2.32	2.35	2.34	2.53	2.52	2.54	2.74	2.77	2.76
12	0.87	0.88	0.89	1.82	1.84	1.8	2.19	2.23	2.26	2.41	2.40	2.43	2.65	2.62	2.64
14	0.62	0.65	0.64	1.64	1.62	1.65	2.01	2.03	2.06	2.30	2.28	2.31	2.53	2.50	2.51
16	0.40	0.41	0.43	1.43	1.40	1.42	1.84	1.86	1.87	2.12	2.15	2.13	2.42	2.44	2.45

Fuente.: Elaboración propia

Tabla 23

Valores encontrados para la variable dependiente % de acidez de las muestras de mango semi-verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC			0% Propóleo			3% Propóleo			5% Propóleo			7% Propóleo		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
0	1.84	1.81	1.87	1.87	1.88	1.86	1.87	1.83	1.85	1.80	1.83	1.84	1.85	1.82	1.83
2	1.20	1.18	1.15	1.60	1.62	1.63	1.68	1.66	1.67	1.74	1.72	1.71	1.76	1.75	1.78
4	0.84	0.80	0.82	1.48	1.47	1.50	1.56	1.52	1.54	1.63	1.65	1.62	1.70	1.72	1.74
6	0.67	0.71	0.68	1.41	1.42	1.40	1.45	1.43	1.46	1.55	1.56	1.54	1.62	1.64	1.66
8	0.52	0.54	0.49	1.32	1.34	1.31	1.36	1.34	1.37	1.43	1.41	1.44	1.54	1.49	1.48
10	0.38	0.43	0.41	1.23	1.24	1.22	1.27	1.29	1.25	1.35	1.34	1.37	1.42	1.45	1.41
12	0.33	0.31	0.33	1.12	1.10	1.13	1.18	1.16	1.15	1.24	1.20	1.23	1.32	1.36	1.34
14	0.28	0.29	0.30	1.02	1.00	1.03	1.12	1.10	1.13	1.18	1.16	1.19	1.25	1.25	1.27
16	0.25	0.24	0.27	0.84	0.80	0.82	0.97	0.99	1.00	1.08	1.06	1.05	1.15	1.18	1.17

Fuente.: Elaboración propia

Tabla 24

Valores promedio de la variable dependiente % de acidez de las muestras de mango verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC	0% Propóleo	3% Propóleo	5% Propóleo	7% Propóleo
0	3.27	3.27	3.23	3.25	3.29
2	1.78	2.84	2.92	3.05	3.20
4	1.52	2.64	2.84	2.95	3.12
6	1.39	2.44	2.68	2.78	2.95
8	1.27	2.23	2.49	2.64	2.86
10	1.14	2.14	2.34	2.53	2.76
12	0.88	1.82	2.23	2.41	2.64
14	0.64	1.64	2.03	2.30	2.51
16	0.41	1.42	1.86	2.13	2.44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Valores promedio de la variable dependiente % de acidez de las muestras de mango semi-verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC	0% Propóleo	3% Propóleo	5% Propóleo	7% Propóleo
0	1.84	1.87	1.85	1.82	1.83
2	1.18	1.62	1.67	1.72	1.76
4	0.82	1.48	1.54	1.63	1.72
6	0.69	1.41	1.45	1.55	1.64
8	0.52	1.32	1.36	1.43	1.50
10	0.41	1.23	1.27	1.35	1.43
12	0.32	1.12	1.16	1.22	1.34
14	0.29	1.02	1.12	1.18	1.26
16	0.25	0.82	0.99	1.06	1.17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Valores encontrados para la variable dependiente °Bx de las muestras de mango verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC			0% Propóleo			3% Propóleo			5% Propóleo			7% Propóleo		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
0	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9
2	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9
4	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
6	12	11	12	11	11	10	11	10	11	10	11	11	10	10	10
8	13	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	11
10	13	14	13	11	12	11	11	12	11	11	11	11	11	11	11
12	14	13	13	12	12	12	12	12	12	12	11	12	11	11	11
14	14	14	14	12	13	12	12	12	12	12	12	12	11	11	11
16	14	14	14	12	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12	11

Fuente.: Elaboración propia

Tabla 27

Valores encontrados para la variable dependiente °Bx de las muestras de mango semi-verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC			0% Propóleo			3% Propóleo			5% Propóleo			7% Propóleo		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
0	11	11	11	11	10	11	10	11	11	11	10	11	11	11	11
2	12	11	12	11	11	11	11	11	11	11	11	12	11	11	11
4	12	12	11	12	11	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11
6	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	11	12	11
8	13	13	12	13	12	13	12	12	13	12	12	13	12	12	12
10	14	14	13	13	13	13	13	12	13	13	12	12	12	12	13
12	15	14	14	13	14	14	14	13	14	13	13	13	13	13	13
14	16	15	15	14	14	14	14	14	14	13	13	14	13	13	13
16	15	16	15	14	14	15	14	14	14	14	13	13	14	13	13

Fuente.: Elaboración propia

Tabla 28

Valores promedio de la variable dependiente °Bx de las muestras de mango verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC	0% Propóleo	3% Propóleo	5% Propóleo	7% Propóleo
0	10	10	10	10	10
2	11	10	10	10	10
4	11	10	10	10	10
6	12	11	11	11	10
8	12	11	11	11	11
10	13	11	11	11	11
12	13	12	12	12	11
14	14	12	12	12	11
16	14	13	12	12	12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Valores promedio de la variable dependiente °Bx de las muestras de mango semi-verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC	0% Propóleo	3% Propóleo	5% Propóleo	7% Propóleo
0	11	11	11	11	11
2	12	11	11	11	11
4	12	12	11	11	11
6	13	12	12	12	11
8	13	13	12	12	12
10	14	13	13	12	12
12	14	14	14	13	13
14	15	14	14	13	13
16	15	14	14	13	13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Valores encontrados para la variable dependiente pH de las muestras de mango verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC			0% Propóleo			3% Propóleo			5% Propóleo			7% Propóleo		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
0	2.68	2.65	2.62	2.66	2.67	2.63	2.68	2.64	2.69	2.64	2.67	2.62	2.63	2.67	2.65
2	2.84	2.86	2.83	2.75	2.77	2.74	2.70	2.72	2.73	2.68	2.70	2.65	2.66	2.70	2.68
4	3.01	3.04	3.05	2.86	2.83	2.84	2.74	2.76	2.78	2.71	2.73	2.70	2.68	2.72	2.71
6	3.21	3.23	3.24	2.98	2.95	2.97	2.79	2.80	2.82	2.73	2.76	2.73	2.71	2.75	2.74
8	3.43	3.44	3.42	3.06	3.04	3.06	2.83	2.85	2.88	2.77	2.79	2.76	2.72	2.77	2.76
10	3.67	3.64	3.66	3.14	3.12	3.15	2.85	2.87	2.90	2.80	2.82	2.83	2.75	2.80	2.79
12	3.85	3.85	3.88	3.25	3.26	3.29	2.89	2.90	2.94	2.83	2.84	2.86	2.77	2.82	2.81
14	4.06	4.05	4.03	3.34	3.36	3.35	2.91	2.93	2.98	2.85	2.87	2.89	2.80	2.83	2.83
16	4.25	4.23	4.27	3.46	3.44	3.48	2.94	2.95	3.00	2.88	2.90	2.91	2.81	2.85	2.86

Fuente.: Elaboración propia

Tabla 31

Valores encontrados para la variable dependiente pH de las muestras de mango semi-verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC			0% Propóleo			3% Propóleo			5% Propóleo			7% Propóleo		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
0	3.09	3.12	3.10	3.14	3.16	3.11	3.12	3.10	3.10	3.12	3.14	3.18	3.10	3.12	3.13
2	3.60	3.64	3.62	3.37	3.36	3.39	3.20	3.21	3.23	3.15	3.15	3.12	3.13	3.06	3.04
4	4.08	4.12	4.10	3.52	3.55	3.58	3.35	3.38	3.34	3.27	3.29	3.26	3.19	3.14	3.15
6	4.14	4.13	4.15	3.74	3.78	3.77	3.46	3.49	3.45	3.35	3.37	3.34	3.28	3.27	3.27
8	4.20	4.21	4.23	3.93	3.95	3.92	3.58	3.56	3.52	3.48	3.46	3.45	3.37	3.36	3.38
10	4.48	4.44	4.49	4.20	4.23	4.22	3.69	3.65	3.67	3.59	3.54	3.57	3.46	3.45	3.46
12	4.65	4.63	4.61	4.41	4.44	4.45	3.81	3.82	3.84	3.68	3.67	3.65	3.58	3.54	3.57
14	4.84	4.87	4.83	4.62	4.63	4.60	3.93	3.90	3.92	3.77	3.78	3.75	3.67	3.63	3.66
16	5.02	5.06	5.08	4.83	4.84	4.81	4.03	4.05	4.01	3.85	3.83	3.87	3.79	3.75	3.74

Fuente.: Elaboración propia

Tabla 32

Valores promedio de la variable dependiente pH de las muestras de mango verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC	0% Propóleo	3% Propóleo	5% Propóleo	7% Propóleo
0	2.65	2.65	2.67	2.64	2.65
2	2.84	2.75	2.72	2.68	2.68
4	3.03	2.84	2.76	2.71	2.70
6	3.23	2.97	2.80	2.74	2.73
8	3.43	3.05	2.85	2.77	2.75
10	3.66	3.14	2.87	2.82	2.78
12	3.86	3.27	2.91	2.84	2.80
14	4.05	3.35	2.94	2.87	2.82
16	4.25	3.46	2.96	2.90	2.84

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Valores promedio de la variable dependiente pH de las muestras de mango semi-verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC	0% Propóleo	3% Propóleo	5% Propóleo	7% Propóleo
0	3.10	3.14	3.11	3.15	3.12
2	3.62	3.37	3.21	3.14	3.08
4	4.10	3.55	3.36	3.27	3.16
6	4.14	3.76	3.47	3.35	3.27
8	4.21	3.93	3.55	3.46	3.37
10	4.47	4.22	3.67	3.57	3.46
12	4.63	4.43	3.82	3.67	3.56
14	4.85	4.62	3.92	3.77	3.65
16	5.05	4.83	4.03	3.85	3.76

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

Valores encontrados para la variable dependiente Pérdida de peso (gr.) de las muestras de mango verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC			0% Propóleo			3% Propóleo			5% Propóleo			7% Propóleo		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
0	338	335	334	338	335	334	336	334	338	339	338	336	339	336	337
2	323	321	320	329	327	325	332	330	334	335	334	332	337	334	335
4	315	312	310	320	318	323	327	325	329	331	329	327	334	331	332
6	301	298	295	314	312	309	322	319	323	327	325	322	329	327	328
8	286	284	281	308	305	301	309	312	318	319	318	316	322	320	321
10	264	260	259	295	293	289	300	306	311	314	312	310	317	315	316
12	249	246	243	284	281	280	294	297	302	307	306	304	312	310	311
14	231	228	225	275	273	271	288	291	297	302	300	298	308	305	307
16	214	210	208	263	260	259	288	286	290	297	296	294	302	299	301

Fuente.: Elaboración propia

Tabla 35

Valores encontrados para la variable dependiente Pérdida de peso (gr.) de las muestras de mango semi-verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC			0% Propóleo			3% Propóleo			5% Propóleo			7% Propóleo		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
0	335	338	336	332	334	335	334	338	331	337	339	336	337	338	336
2	320	321	323	325	327	328	331	334	329	334	335	333	335	336	334
4	314	316	315	320	322	321	327	329	325	330	331	329	332	334	331
6	302	304	306	314	313	315	320	322	319	326	328	326	329	331	327
8	293	291	294	309	307	308	315	318	314	321	324	320	325	327	323
10	281	283	285	297	296	298	308	311	307	316	315	316	319	321	318
12	275	273	274	289	287	290	300	302	297	308	305	310	312	314	310
14	267	264	261	276	277	279	293	297	285	299	297	296	304	306	302
16	256	254	255	265	268	267	285	288	280	293	291	290	298	300	296

Fuente.: Elaboración propia

Tabla 36

Valores promedio de la variable dependiente Pérdida de peso (gr.) de las muestras de mango verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC	0% Propóleo	3% Propóleo	5% Propóleo	7% Propóleo
0	336	336	336	338	337
2	321	327	332	334	335
4	312	320	327	329	332
6	298	312	321	325	328
8	284	305	313	318	321
10	261	292	306	312	316
12	246	282	298	306	311
14	228	273	292	300	307
16	211	261	288	296	301

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37

Valores promedio de la variable dependiente Pérdida de peso (gr.) de las muestras de mango semi-verde variedad Kent durante 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente de las diferentes formulaciones aplicadas.

DÍA	Sin RC	0% Propóleo	3% Propóleo	5% Propóleo	7% Propóleo
0	336	334	334	337	337
2	321	327	331	334	335
4	315	321	327	330	332
6	304	314	320	327	329
8	293	308	316	322	325
10	283	297	309	316	319
12	274	289	300	308	312
14	264	277	292	297	304
16	255	267	284	291	298

Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Selección de Materia Prima

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 12. Determinación de Calibre de Materia Prima

Fuente: Elaborado por los autores

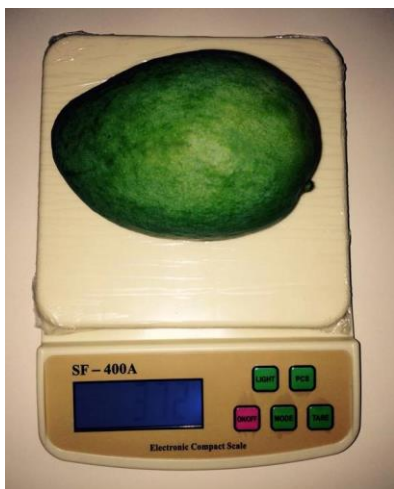


Figura 13. Pesado de Materia Prima

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 14. Hidratación de la semilla de linaza

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 15. Baño María y Desfibrado

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 16. Filtrado

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 17. Precipitado con alcohol y agitación

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 18. Filtrado del precipitado

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 19. Secado para la obtención de mucilago de Linaza en polvo

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 20. Adición de Polisorbato 80 y Glicerol al mucilago hidratado

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 21. Inmersión del mango en el recubrimiento formulado sin Propóleo

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 22. Adición de Propóleo al mucilago de linaza

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 23. Drenado y secado de los mangos recubiertos

Fuente: Elaborado por los autores

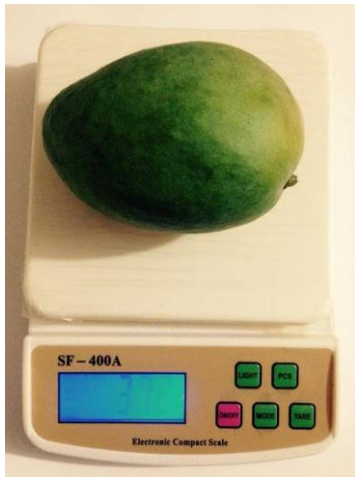


Figura 24. Determinación del % pérdida de peso

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 25. Determinación del °Bx

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 26. Determinación del pH

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 27. Determinación de la Acidez titulable

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 28. Comparación de muestras de mango variedad Kent, estadio de madurez verde a los 16 días de tratamiento.

Fuente: Elaborado por los autores

	HADEN	KEITT	KENT	TOMMY ATKINS	ATAULFO
SAZÓN (Grado óptimo de madurez para cosecha)	La pulpa a alcanzado en el 100% de su área, un color amarillo huevo acentuándose esta alrededor del hueso.	La pulpa a alcanzado en el 100% de su área, un color amarillo huevo acentuándose esta alrededor del hueso.	La pulpa a alcanzado en el 100% de su área, un color amarillo huevo.	La pulpa a alcanzado en el 100% de su área, un color amarillo huevo.	La pulpa a alcanzado en el 100% de su área, un color amarillo huevo. Su piel tendrá un color uniforme en un tono amarillo limón.
MINIMO ACEPTABLE	La pulpa ha alcanzado un color amarillo huevo en el 50% de su área central. El resto de la pulpa debe tener un color amarillo pálido o crema (pero no blanco).	La pulpa ha alcanzado un color amarillo huevo en el 50% de su área central. El resto de la pulpa debe tener un color amarillo pálido o crema (pero no blanco).	La pulpa ha alcanzado un color amarillo pálido en toda su área (sin partes blancas), acentuándose este color alrededor del hueso.	La pulpa ha alcanzado un color amarillo pálido en toda su área (sin partes blancas), acentuándose este color alrededor del hueso.	La pulpa ha alcanzado un color amarillo en toda su área (sin partes blancas), acentuándose este color alrededor del hueso. Su piel tendrá un color combinado de verde y amarillo limón.
TIERNO	La pulpa se encuentra de un color amarillo pálido o crema en su área central, el resto de la pulpa es de color blanco.	La pulpa se encuentra de un color amarillo pálido o crema en su área central, el resto de la pulpa es de color blanco.	La pulpa se encuentra de un color amarillo pálido en el 50% de su área central, el resto tiene un color crema.	La pulpa se encuentra de un color amarillo pálido en el 50% de su área central, el resto tiene un color crema.	La pulpa se encuentra de un color amarillo pálido en el 50% de su área central, el resto tiene un color crema.

Figura 29. M.F. de las principales variedades de mango en base al color de la pulpa.

Fuente: Proy-Nom-001-Agric-2004 y Proy-Nom-129-Scfi-2004. Bancomext