UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TESIS

"EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL POSTCOSECHA DE PERA *(PACKHAM´S TRIUMPH)* MEDIANTE RECUBRIMIENTO CON CERA DE CARNAUBA Y CERA DE ABEJA"

PARA OPTAR:

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. Hugo Rafael García Miranda

Bach. Hebert Quintín Zúñiga Vargas

TACNA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Tesis

Evaluación de la vida útil postcosecha de pera *(Packham´s triumph)* mediante recubrimiento con cera de carnauba y cera de abeja

Tesis sustentada y aprobada el 20 de junio del 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:

Dr. RAUL CARTAGENA CUTIPA

SECRETARIO:

Ing. JORGE KARIM CACERES SANCHEZ

VOCAL:

Ing. MARTHA GALLEGOS ARATA

ASESOR:

Ing. CARHUAZ VALDEZ DANNY DANIEL

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Hugo Rafael Garcia Miranda, en calidad de bachiller de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado(a) con DNI 71447084

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

Evaluación de la vida útil postcosecha de pera *(Packham´s triumph)* mediante recubrimiento con cera de carnauba y cera de abeja La misma que presento para optar el:

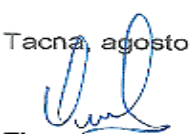
Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, agosto Del 2019



Firma
Hugo Rafael Garcia Miranda
DNI: 71447084

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Hebert Quintín Zúñiga Vargas, en calidad de bachiller de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado(a) con DNI 44994418

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

Evaluación de la vida útil postcosecha de pera *(Packham´s triumph)* mediante recubrimiento con cera de carnauba y cera de abeja La misma que presento para optar el:

Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, agosto Del 2019

Firma

Hebert Quintín Zúñiga Vargas
DNI: 44994418

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a nuestras familias, su afecto y su apoyo incondicional para cumplir todos nuestros objetivos trazados.

Así también a nuestras amistades, que estuvieron pendientes de nosotros con su apoyo, y a todas las personas que con su motivación hicieron posible la elaboración de este documento

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento a la Universidad Privada de Tacna, por la facilidad de sus laboratorios para el desarrollo del trabajo; a nuestros profesores por su apoyo incondicional, su tiempo brindado, los conocimientos que nos transmitieron durante nuestra formación profesional y por su motivación para la culminación de esta tesis

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD II

DEDICATORIA IV

AGRADECIMIENTO V

RESUMEN XII

ABSTRACT XIII

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema 2
1.2. Formulación del problema 3
1.2.1. Problema General 3
1.2.2. Problemas Específicos 3
1.3. Justificación e importancia de la Investigación 4
1.4. Objetivos 4
1.4.1. Objetivo general 4
1.4.2. Objetivos específicos 5
1.5. Hipótesis 5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes 6
2.2. Bases teóricas 11
2.2.1. Envases en la industria de alimentos 11
2.2.2. Recubrimiento y películas comestibles 12
2.2.2.1. Materiales usados en la elaboración de películas comestibles 13
2.2.2.2. Métodos para la formación de recubrimientos 15
2.2.2.3. Técnicas para la determinación optima de películas comestible 15
2.2.3. Cera de carnauba 16
2.2.3.1. Composición de la cera de carnauba 17
2.2.3.2. Aplicación de la cera de carnauba 17
2.2.3.3. Características técnicas 17
2.2.4. Cera de abeja 18

2.2.4.1. Composición promedio de la cera de abeja 18
2.2.4.2. Aplicación de la cera de abeja 19
2.2.4.3. Características técnicas 19
2.2.5. Descripción del encerado de frutas 20
2.2.5.1. Aplicación del encerado 20
2.2.5.2. Beneficios 20
2.2.6. Post cosecha de frutas 21
2.2.6.1. Factores involucrados en el deterioro de las frutas 21
2.2.6.1.1. Factores Biológicos 22
2.2.6.1.2. Factores Ambientales 23
2.2.7. Vida útil de las frutas 23
2.2.8. Pera 24
2.2.8.1. Clasificación taxonómica 24
2.2.8.2. Variedad “Packhams Triumph” 25
2.2.8.3. Valor nutricional 25
2.3. Definición de términos 26
2.3.1. Recubrimiento o biopelículas 26
2.3.2. Anti aglutinante 26
2.3.3. Post cosecha 26
2.3.4. Vida de anaquel 27
2.3.5. Fitohormona 27
2.3.6. Emulsiones 27
2.3.7. La cera 27

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGÍCO

3.1. Tipo y diseño de la investigación 28
3.1.1. Tipo de investigación 28
3.1.2. Diseño para el recubrimiento en fruta. 28
3.2. Acciones y actividades 30
3.2.1. Acciones 30
3.2.2. Actividades 31
3.2.2.1. Descripción del proceso de acondicionamiento 31
3.2.2.2. Descripción del proceso experimental 33
3.2.3. Análisis de las propiedades físicas y funcionales. 34
3.2.4. Análisis fisicoquímico 35
3.3. Materiales y/o instrumentos 38

3.3.1. Reactivos químicos 38
3.3.2. Insumos.....38
3.3.3. Materiales de laboratorio 38
3.3.4. Equipos de Laboratorio.....39
3.4. Población y/o muestra de estudio. 39
3.5. Operacionalización de variables. 39
3.5.1. Variables Independientes. 39
3.5.2. Variables dependientes. 40
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos. 40

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Determinación de la mejor proposición de materia prima 42
4.1.1. Resultados de los tratamientos.....43
4.1.1.1. Prueba de Centrifugado.....43
4.1.1.2. Prueba de Estabilidad.....45
4.2. Análisis de los tratamientos de estudios 46
4.2.1. Resultados de los análisis 47
4.2.1.1. Acidez 47
4.2.1.2. PH 49
4.2.1.3. Solidos Solubles Totales (SST) 52
4.2.1.4. Pérdida de peso 54
4.2.1.5. Firmeza 58
4.2.1.6. Tasa de Respiración.....60
4.2.1.7. Color.....64
4.2.2. Vida Útil en relación con pH y $CO2$ 67
4.2.3. Comparación de parámetros para la Vida Útil 68

DISCUSIÓN 71
CONCLUSIONES.....75
RECOMENDACIONES.....76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 77
ANEXOS 84
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación gráfica del diseño experimental, adaptado de (Hernández et al., 2010).....29
Figura 2 Representación gráfica del diseño cuasi experimental, adaptado de Bono (2012). 29
Figura 3 Representación gráfica acondicionamiento de la pera 31
Figura 4 Representación gráfica del diseño cuasi experimental, elaboración propia. 32
Figura 5. Prueba de centrifugado expresado en porcentaje de los tratamientos T1 (0,495 %); T2 (0,16 %); T3 (0,383 %); T4 (0,295 %); T5 (1,875 %) 44
Figura 6 Prueba de estabilidad expresado en porcentaje de los tratamientos T1 (0,62 %); T2 (0,34 %); T3 (0,43 %); T4 (0,45 %); T5 (1,46 %) 46
Figura 7 Análisis de Acidez. Comportamiento del tratamiento testigo. 47
Figura 8 Análisis de Acidez. Comportamiento de la Acidez en los tratamientos. 48
Figura 9. Análisis de pH. Comportamiento del pH en el tratamiento testigo 50
Figura 10. Análisis de pH. Comportamiento del pH en los tratamientos 51
Figura 11. Análisis de Solidos Solubles Totales. Comportamiento de los Solidos Solubles Totales en el tratamiento testigo.....52
Figura 12. Análisis de Solidos Solubles Totales. Comportamiento de los Solidos Solubles Totales en los tratamientos 53
Figura 13. Análisis de Pérdida de peso expresado en porcentaje del tratamiento testigo. 55
Figura 14. Análisis de Pérdida de peso expresada en porcentaje en los tratamientos 56
Figura 15. Análisis de Firmeza. Firmeza tratamiento testigo 58
Figura 16. Análisis de Firmeza. Pérdida de agua expresada en porcentaje en los tratamientos. 59
Figura 17. Análisis de $CO2$. Comportamiento de la Tasa de Respiración del tratamiento testigo 60
Figura 18. Análisis de $CO2$. Comportamiento de la Tasa de Respiración de los tratamientos.....61
Figura 19. Evaluación del pH en pera de los tratamientos; Tratamiento testigo 67
Figura 20. Determinación del $CO2$ de los tratamientos; Tratamiento testigo (T0) y tratamiento mezcla TM (cera de abeja más cera de carnauba).....68

Figura 21. Comportamiento de la acides titulable y de firmeza de la pera variedad Packham´s triumph,.....69
Figura 22. Comportamiento del pH y Acidez durante 17 días de la pera variedad Packham´s triumph.....70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Metodologias para la determinacion de propiedades de peliculas……16
Tabla 2 Especificaciones tecnicas de la cera de carnauba……18
Tabla 3 Composicion de la cera de abeja……..19
Tabla 4 Especificaciones tecnicas de la cera de abeja……..19
Tabla 5 Clasificacion taxonomica……...24
Tabla 6 Composicion nutricional por 100 gr……25
Tabla 7 Aplicación de las metodologias proporcionadas, segun objetivos, evaluacion del diseño de mezclas y de los tratamientos aplicada a la pera para su evaluacion de vida util……...30
Tabla 8 Diseño en bloque……..……41
Tabla 9 Anova para la determinacion de efectos……41
Tabla 10 Tratamientos según el diseño de mezclas……..42
Tabla 11 Analisis de los tratamiento según sus porcentajes de composicion……43
Tabla 12 Resultado de la toma de muestra de la prueba de centrifugado……43
Tabla 13 Analisis de varianza para el analisis de centrifugado……44
Tabla 14 Resultado de la toma de muestras de la prueba de estabilidad……..45
Tabla 15 Analisis de varianza para el analisis de centrifugado……46
Tabla 16 Tratamientos del estudio al 12 % de concentracion en solucion acuosa…46
Tabla 17 Analisis de varianza de la acidez evaluada en los tratameintos……...49
Tabla 18 Analisis de variabza del pH evaluada en los tratamientos……52
Tabla 19 Analisis de varianza de solidos solubles totales evaluada en los tratamientos……..54
Tabla 20 Analisis de varianza de perdia de agua evaluada en los tratamientos……..……57
Tabla 21 Prueba multiple de rango de los tratamientos para la perdida de agua….60
Tabla 22 Analisis de varianza de firmeza evaluada en los tratamientos……62
Tabla 23 Analisis de varianza de CO2 evaluada en los tratamientos……63
Tabla 24 Prueba multiple de rangos de los tratamientos para el CO2……63
Tabla 25 Colores del tratamiento testigo por cada 5 dias……..67

Tabla 26 Colores del tratamiento con cera de abeja por cada 5 dias……..65
Tabla 27 Colores del tratamiento con cera de carnauba por cada 5 dias……..…65
Tabla 28 Colores del tratamiento mezcla (40 % cera de abeja y 60 % cera de carnauba) por cada 5 dias……..……66

RESUMEN

El estudio de la aplicación de recubrimientos sobre la pera es muy escaso, por ese motivo la investigación tuvo como objetivo “Evaluar el efecto que tiene la cera de abeja y cera de carnauba sobre la vida útil postcosecha de pera (*Packham´s triumph*)”, la evaluación se llevó acabo en la Universidad Privada de Tacna, Laboratorio de análisis de productos agroindustriales. Para ello se empleó cera de carnauba y cera abeja. Mediante experimentos previos se formuló tratamientos con cera de abeja (TCA), con cera de carnauba (TCC) y un tratamiento mezcla (TM, “cera de abeja y cera de carnauba”) donde resultó que el recubrimiento con mayor estabilidad fue mezcla de 40 % cera de abeja y 60 % cera de carnauba, para efectos de análisis se identificó los parámetros necesarios a medir, como son los sólidos solubles totales (SST), la acidez titulable, el pH, el peso, el color, el CO_2 y la Firmeza. Concluyendo que el tratamiento mezcla (TM, “cera de abeja 40 % y cera de carnauba 60 %”) tuvo mejores resultados, aumentado la vida útil en cinco y seis días adicionales, los datos obtenido a los 17 días de estudio fueron, sólidos solubles totales (11,3 °brix), la acidez titulable (0,0415 %), el pH (4,98), el peso (13,48 %), el color (café verdoso), el CO_2 (27352.59 mg. CO_2/Kg.h) y la Firmeza (2,54 N).

PALABRAS CLAVES: CO_2, Carnauba, Pera, Cera de abejas.

ABSTRACT

The study of the application of coatings on the pear is very scarce, for this reason the research aimed to "Evaluate the effect of beeswax and carnauba wax on the post-harvest life of pear (Packham's triumph)" The evaluation was carried out at the Universidad Privada de Tacna, Laboratory for the analysis of agroindustrial products. For this, carnauba wax and beeswax were used. Through previous experiments, treatments with beeswax (TCA), with carnauba wax (TCC) and a mixed treatment (TM, "beeswax and carnauba wax") were formulated, where it was found that the coating with greater fuel stability mix 40 % beeswax and 60% carnauba wax, for analysis purposes the parameters needed to measure were identified, such as total soluble solids (SST), titratable acidity, pH, weight, color, CO_2 and Firmness Concluding that the mixture treatment (TM, “beeswax 40% and carnauba wax 60%”) had better results, increased the useful life in an additional five and six days, the data obtained at 17 days of study were, strongly Total soluble (11.3 ° brix), titratable acidity (0.0415%), pH (4.98), weight (13.48%), color (greenish brown), CO_2 (27352.59 mg. CO_2 /Kg.h) and Firmness (2.54 N).

Key Words: CO_2, Carnauba, Pear, Bees

INTRODUCCION

La tesis experimental “Evaluación de la vida útil postcosecha de pera (Packham´s triumph) mediante recubrimiento con cera de carnauba y cera de abeja”, se ha desarrollado con la finalidad de demostrar que su aplicación como recubrimiento en la pera (Packham´s triumph) prolonga su vida útil.

Los datos recopilados de sólidos solubles totales (SST), la acidez titulable, el pH, el peso, el color, el CO_2 y la Firmeza. Son expresados cuantitativamente y contrastados con experimento similares de recubrimiento. Si bien es cierto la contratación previa denota la carencia de investigaciones en torno a la pera (Packham´s triumph), referente al recubrimiento la mayoría de ellas se concentra en recubrimiento a partir de almidón.

En esa dirección el documento, aportes nuevos datos nunca antes trabajados que pueden servir para futuras investigaciones. La estructura planteada esboza VIII capítulos, estableciendo que el capítulo I se plantea el problema de la investigación, el cual recoge en su parte introductoria la justificación e importancia de la investigación, así como las referencias de los objetivos e hipótesis planteadas para este. En el capítulo II se profundiza en el marco teórico, también propone revisar los estudios e investigaciones previamente existentes.

En el capítulo III se enfatiza en la tipificación de la investigación definida como experimental en una primera etapa; ya que se manipularán factores para la formulación de las emulsiones para recubrir las frutas para producir respuestas. En una segunda etapa tendrá un carácter cuasi experimental, porque una vez encontrado la mezcla óptima del re cubriente. Para la aplicación de las metodologías proporcionadas, según objetivos, evaluación del diseño de mezclas y de los tratamientos aplicado en la pera para su evaluación de vida útil.

En el capítulo IV se compara y analiza los resultados más relevantes. Comparamos la relación entre firmeza y acidez, como también la relación de pH y acidez. Se analiza el pH y CO_2 en relación a la vida útil de la pera, describe la diferencia en días del mejor tratamiento y el testigo.

Finalmente, se describen las conclusiones y recomendaciones derivadas de este estudio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La tendencia actual de la industria de alimentos va de la mano con los cambios de estilo de vida de las personas. En los últimos años las personas le han dado importancia al consumo de productos saludables, dentro de ese rango se encuentran las frutas que son mínimamente procesadas, al consumirla se es beneficioso debido a los nutrientes presentes.

El desperdicio de productos vegetales y frutas se debe a inadecuadas prácticas en el momento de la cosecha, y las derivadas del acondicionamiento y tratamientos posteriores que inciden de manera significativa sobre las características de calidad, afectando su comercialización y distribución en los mercados, según la FAO a nivel mundial son más de 1,300 millones de toneladas de alimentos que se desperdician cada año, y solo en el Perú se pierde el 15 % de 1,4 millones de toneladas que se exporta. Esto genera pérdidas anuales de $ 378 millones a consecuencias años se han venido desarrollando diferentes tecnologías postcosecha que, en conjunto con programas de buenas prácticas de manejo del producto, permiten reducir las pérdidas por ataque de fitopatógenos, alteraciones fisiológicas y daños mecánicos, entre otros, además de mantener una aceptable calidad.

Respecto a la pera, su problemática post cosecha no es diferente, existes problemas relacionados a perdida de humedad/peso, tasa de respiración, madurez fisiológica generado por el mismo fruto. Ya que son productos climatéricos tienden a madurar más rápido debido a que siguen respirando después de ser cosechados.

Se han realizado estudios sobre el uso de recubrimiento biodegradable a partir de polisacáridos, proteínas y lípidos con el propósito de determinar su efectividad como barrera en la transferencia de masa y gases. La cera de carnauba y la de abeja son lípidos simples.

Con lo cual, el uso de cera de carnauba y cera de abeja como recubriendo cuya función es formar barrera en la superficie del fruto, podría ayudar a modular el intercambio de gases, perdida de humedad, controlan el arrugamiento, reducen la senescencia, aportan brillo a la piel del fruto e incrementan el periodo de comercialización con la finalidad de alargar la vida útil del fruto, no obstante aún existen interrogantes por resolver.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el efecto que tiene la cera de carnauba y cera de abeja sobre la vida útil postcosecha de pera (*Packham´s triumph)*?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál será la mejor formulación para la mezcla de cera de carnauba y cera de abeja utilizada como recubrimiento en la pera?
- ¿En cuánto aumenta la vida útil de la pera (*Packham´s triumph*) con el uso de cera de carnauba y cera de abeja?
- ¿En cuánto aumenta la vida útil de la pera (*Packham´s triumph*) con el uso cera de abeja?
- ¿En cuánto aumenta la vida útil de la pera (*Packham´s triumph*) con el uso cera de carnauba?
- ¿Qué valores se obtendrán al evaluar la tasa respiratoria de la pera recubierta con cera de carnauba y cera de abeja en la etapa de postcosecha?
- ¿Qué valores se obtendrán al evaluar la pérdida fisiológica del peso de la pera recubierta del mejor tratamiento y la muestra testigo en la etapa de postcosecha?

- ¿Qué valores se obtendrán al evaluar el pH de la pera recubierta del mejor tratamiento y la muestra testigo en la etapa de postcosecha?

- ¿Qué cambios en el color se observa de la pera recubierta del mejor tratamiento y la muestra testigo en la etapa de postcosecha?

1.3. Justificación e importancia de la Investigación

El constante desperdicio frutícola en las exportaciones es irrevocable, generada por mal manejo de postcosecha, esto ha tocado la conciencia de varias empresas promoviendo la investigación en temas de conservación de los alimentos.

Los recubrimientos de ceras son usados en estudios para alargar la vida útil de los alimentos gracias a su capacidad fúngica y conservadora.

Así mismo las ceras de abeja y carnauba contribuyen a la obtención de alimentos sanos proveniente de las abejas como del mismo árbol de carnauba, siendo un potencial económicamente bueno lo cual contribuirá a un desarrollo sostenible alargando la vida útil de los productos.

El tema ambiental también será beneficiado, ya que la cera de abeja y de carnauba es un lípido biodegradable, son unos de los subproductos más importantes de la industria conservera, su utilización ha alcanzado un creciente interés en los últimos años puesto que su aprovechamiento evita la acumulación de residuos de degradación lenta.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto que tiene la cera de abeja y cera de carnauba sobre la vida útil postcosecha de pera (*Packham´s triumph*).

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la mejor formulación para la mezcla de cera de carnauba y cera de abeja utilizada como recubrimiento en la pera
- Evaluar la vida útil de la pera (*Packham´s triumph*) con el uso de cera de carnauba y cera de abeja
- Evaluar la vida útil de la pera (*Packham´s triumph*) con el uso cera de abeja
- Evaluar la vida útil de la pera (*Packham´s triumph*) con el uso cera de carnauba
- Evaluar la tasa respiratoria de la pera recubierta con cera de carnauba y cera de abeja en la etapa de postcosecha.
- Evaluar la pérdida fisiológica del peso de la pera recubierta del mejor tratamiento y la muestra testigo en la etapa de postcosecha.
- Evaluar el pH de la pera recubierta del mejor tratamiento y la muestra testigo en la etapa de postcosecha.
- Observar los cambios en el color de la pera recubierta del mejor tratamiento y la muestra testigo en la etapa de postcosecha.

1.5. Hipótesis

Los recubrimientos a partir de cera de abeja y cera de carnauba tienen un efecto significativo sobre el comportamiento postcosecha de la pera.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Fernando et al. (2015) investigó la evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteína de lactosuero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica de uchuva (Physalis peruviana L.), con el objetivo de incrementar la vida útil del fruto, el recubrimiento que presento menor porcentaje de pérdida de peso (12,95 %) fue el que contenía 15 % de cera de abeja y 10 % de proteína de suero dando como resultado la reducción en un 35,49% de pérdida de peso del fruto con respecto a la de la muestra testigo, con respecto al pH no presenta cambios significativos.

Debido a las pérdidas de cantidad y calidad de la producción hortofrutícola, Acosta et al. (2013) evaluó un recubrimiento comestible para la conservación postcosecha del tomate de árbol cyphomandra betacea Cav. Sendt; La mezcla se compone del 10,6 % de solución acuosa teniendo como resultado el incremento de la vida útil en un 25 % más con respecto a la muestra testigo.

Maccapa (2015) Investigó el efecto del uso de un recubrimiento biodegradable a base de aislado de proteína de suero sobre la vida útil de la chirimoya (annona cherimola), fresa (fragaria vesca) y pera (pyrus communis), donde se determinó el efecto de la aplicación de un recubrimiento biodegradable a base de aislado de proteína de suero. Se trabajó con Chirimoya, fresa y pera procedentes de Moquegua, Arequipa y Lima respectivamente. Los frutos fueron seleccionados por tamaño, forma y color uniforme; se lavaron, desinfectaron y se le aplicó un recubrimiento comestible a base de aislado de proteína de suero, glicerol y cera de abeja. Se valoraron diferentes concentraciones de Aislado de Proteína de Suero de queso (10 y 8 %), Concentración de Glicerol (6 y 4 %) y 1 % de Cera de Abeja, las cuales fueron diluidas en 100ml almacenadas a temperatura ambiente. Se determinó que en la Fresa y Chirimoya la aplicación del recubrimiento Comestible no fue optima en ninguna de sus formulaciones, las frutas con y sin recubrimientos

mostraron similares cambios en los parámetros fisicoquímicos: pH, acidez y solidos solubles. Asimismo, se determinó que en la pera la aplicación de aislado de proteína de suero – Glicerol – Cera de Abeja (10:6:1 %) como recubrimiento permitió el desarrollo de un efectivo método de conservación que prolongó la vida útil de la Pera en fresco hasta 20 días; para las peras sin recubrimiento solo duraron 14 días, incrementando la vida útil de 5 a 6 días con respecto a la prueba testigo. Se determinó que el recubrimiento comestible no afectó a los parámetros fisicoquímicos. Las peras con recubrimiento presentaron un índice de respiración de 17,8 mg CO_2/Kg/hr, para las peras sin recubrimiento fue de 45,9 mg CO_2/Kg/hr, debido a la presencia de pardeamiento enzimático y pérdida de calidad a partir del día 17 de almacenamiento. Se obtuvo también una menor pérdida de peso (4,4 %), perdida de firmeza (6,5 %) con respecto a las peras sin recubrimiento con pérdida de peso de (20,4 %) y perdida de firmeza (72,5 %) respectivamente alargando notablemente la vida útil de la pera hasta en 106 %. Así mismo el análisis sensorial para la pera fue efectuado por un panel de 20 jueces no entrenados mediante una prueba afectiva, en la que se evaluaron parámetros como olor, color, sabor, textura y la aceptación general del producto. No hubo cambios o alteraciones en las propiedades organolépticas de los frutos recubiertos, es decir, presencia de olores y sabores desagradables producto de la respiración anaerobia. Las peras con recubrimiento (T1) obtuvieron una mejor aceptación por los panelistas con una calificación aprobatoria de 90 % (excelente) mientras que las peras sin recubrimiento (T5 - Testigo) obtuvieron una calificación de 85 % (Malo).

Así mismo Rodríguez (2017) investigó el estudio de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de quitosano al yacón mínimamente procesado con la finalidad de prolongar su vida útil sensorial. Para lo cual se llevó a cabo 3 soluciones de recubrimiento a concentraciones de 0,5 %, 1,75 % y 3 % de quitosano, sumergiendo las rodajas de yacón en las soluciones preparadas durante 2 min, posteriormente se drenaron y se secaron a 14 °C durante 30 minutos, se realizaron análisis cada 3 días dando como resultado la concentración de 1,75 % la óptima dando como resultado 5 días de vida útil a diferencia de la testigo, almacenados a una temperatura de 8 °C.

Costa et al. (2012) estudio los cambios de la composición de los cítricos después del recubrimiento con la cera de carnauba en condiciones de comercialización loca (22 + 2 °C, 60 HR), l los análisis se llevaron a cabo cada 3 días hasta los 15; el ensayo se realizó utilizando un diseño completamente aleatorio, con tres repeticiones dando como resultado final un incremento de 5 días respecto a la prueba testigo.

Cáceres et al. (2003) investigó la influencia del encerado en la calidad de la mandarina procedentes de sistemas de producción integrada, con la finalidad de considerar la cera como una alternativa para controlar la pérdida de calidad, las frutas se almacenaron durante 2 semanas más 1 semana a 20 °C. Se determinaron parámetros de calidad de frutas (peso, firmeza, índice de madures, brillo, volátiles en jugo, sabor y comestibilidad). Los resultados mostraron que la concentración de 2 % de cera de carnauba y candelilla fue eficaz para el mantenimiento de la calidad como la convencional de polietileno, también demostraron un incremento de 7 días.

Así mismo Márquez et al. (2007) investigó el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa almacenadas en refrigeración, los frutos fueron seleccionados por tamaño, forma y color uniforme, se evaluaron en concentraciones de gelatina (1, 2 y 3 %) y tiempo de inmersión (1, 5 y 10 min). Los análisis de la mejor concentración fueron de 10 mg CO_2/Kg, una firmeza de 79 %, pérdida de peso del 54 % con respecto a las fresas sin recubrimiento alargando la vida útil en un 50%.

También Hernández et al. (2011) Estudio el efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate almacenado en condiciones normales, los análisis duraron 22 días se analizaron cada 2 días a la misma hora, dando como resultado al T4 como el mejor tratamiento quien obtuvo una pérdida de peso del 54 %, y una firmeza de 2.54 N hasta el día 22, el recubrimiento con un 4 % de almidón fue el más efectivo en la conservación de tomate de mesa.

Miranda et al. (2014) estudio el efecto de dos recubrimiento sobre la calidad de la papaya variedad tainung, utilizando el almidón de yuca y uno comercial, los recubrimientos fueron preparados a una concentración del 4 %,

las papayas fueron almacenadas a temperatura ambiente 22 °C y una humedad relativa del 85 % por un periodo de 9 días, los resultados obtenidos de la cera de yuca a diferencia de un recubrimiento comercial fue de un 33 % de pérdida de peso, la demás análisis fueron favorables para la cera de yuca.

Así también Ccosi y Riveros (2014) investigaron sobre la evaluación de recubrimientos comestibles a base de mucilago de chía (salvia hispánica l.) sobre la conservación post cosecha de palta (persea americana mill.) variedad has, con el objetivo de retardar la maduración y envejecimiento en paltas variedad Hass, se seleccionaron tres películas de distintas propiedades y se utilizó el diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) para evaluar su efecto como recubrimiento comestible. Los componentes de las cubiertas (polisacáridos y lípidos) contribuyeron a mejorar las propiedades de barrera con respecto al vapor de agua, siendo los frutos con el tratamiento RC-05 (0,70 % mucílago de chía-glicerol (MG) y 0,50 % mulsión de cera de abeja-ácido oleico (EC) los que presentaron menores promedios de pérdidas de peso (10,92 %), seguidos de aquellos recubiertos con el tratamiento RC-01 (1,01 % MG y 0,20 % EC) y RC-09. (1,75 % MG y 0,50 % EC). Asimismo, estos componentes restringen la acción enzimática que provoca la textura y al efecto de los cambios metabólicos que generan la producción de ácidos grasos en los frutos de palta, para la comparación múltiple de medidas de pérdida de peso, textura y contenido de aceite como efectos de los tratamientos se utilizó la Prueba de Tukey. Así mismo el tratamiento que presento menor pérdida de peso y mayor firme fue la RC-05.

Espinoza (2017) investigó sobre el Quitosano y almidón como recubrimiento biodegradable para prolongar la vida útil en palta, con el objetivo de prolongar la vida util. Se plantearon los siguientes tratamientos: quitosano 1 % (A0Q1); Quitosano 3 % (A0Q3); Almidón papa + quitosano 1 % (PQ1); Almidón papa + quitosano 3 % (PQ3); Almidón Maíz + quitosano 1 % (MQ1); Almidón Maíz + quitosano 3 % (MQ3); Almidón de papa (PQ0), Almidón de maíz (MQ0) y el testigo (A0Q0); el diseño empleado fue de Bloques Completos al Azar con 9 tratamientos y tres repeticiones, las características evaluadas fueron: contenido de azúcar, porcentaje de aceite, porcentaje de peso seco, porcentaje de humedad, pH, acidez titulable, desórdenes fisiológicos y análisis sensorial. Se evaluaron cada 5 días por un periodo de 3 semanas donde la prueba testigo llego a su etapa de

senescencia a los 15 días teniendo valor de análisis como Grados Brix 9.6, 13 % de aceite, 30,7 % de materia seca, 69,3 % de humedad, acidez titulable 0,18 y pH 7,13; se concluye que los mejores tratamiento evaluados a los 15 días presentaron de 8,01 a 8,4 de Grados Brix, 13,54 a 14,85 % de contenido de aceite, 30,2 a 32,96 % de materia seca, 67,04 a 69,8 % de humedad, 7,38 a 7,7 de pH, 0,10 a 0,16 de acidez titulable, según los panelista con respecto a la evaluación organoléptica no sintieron diferencias con los tratamiento evaluados.

García et al. (2017) estudio tiene como título “Recubrimiento a base de quitosano, almidón de yuca y aceite esencial de canela para conservar pera (Pyrus communis L. cv. “Bosc”), donde se evaluó la vida útil de la biopelícula a base de almidón de yuca y quitosano en concentraciones (de 0,5 % y 1,5 % más aceite esencial de canela 0,05 %). Las muestras fueron envasadas en bandejas de poliestireno y almacenadas a 8 °C y 80 % de humedad relativa durante 20 días. Se evaluaron variables fisicoquímicas: sólidos solubles, acidez titulable, pH, firmeza, pérdida de peso, índice de deterioro y análisis microbiológicos cada 5 días. Se determinó que el tratamiento T2, quitosano (1,5 %) + aceite esencial de canela (0,05 %), extendió la vida útil de las frutas de pera en 10 días, en comparación con las peras sin recubrimiento (control). Los tratamientos que contienen quitosano presentaron mayor reducción microbiológica durante los 20 días de almacenamiento. Estos resultados indican la eficacia de los recubrimientos comestibles de quitosano con cinamaldehído para preservar el producto en etapa de postcosecha.

Villamón et al. (2018) evaluaron el uso de diferentes recubrimientos comestibles para extender la vida útil de manzana y pera, el cual tiene como objetivo evaluar nuevos recubrimientos comestibles formulados con distintos polisacáridos, lípidos y emulsificantes en la calidad postcosecha de manzana ‘Gala’ y pera ‘Blanquilla’. En este trabajo, se evalúa el efecto de 14 recubrimientos formulados con diferentes biopolímeros (almidón de maíz, almidón de patata (PS), hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC), carboximetilcelulosa (CMC), goma arábiga (GA) y la combinación de almidón de yuca con goma gelano), lípidos (cera de abeja, ácidos grasos, mono y diglicéridos de ácidos grasos y aceite esencial de tomillo) y emulsificantes (Tween85, Span80 y lecitina) en la pérdida de peso, la firmeza y la producción

de etileno en manzana y pera durante 11 días de almacenamiento a 20 ºC. En general, los recubrimientos desarrollados tuvieron un mayor efecto reduciendo la pérdida de peso en manzana que en pera. En ambos frutos, los recubrimientos más efectivos reduciendo la pérdida de peso fueron los formulados con PS-diglicéridos y HPMC-ácido oleico. Ningún recubrimiento aplicado a manzana mejoró la firmeza de los frutos durante el periodo de almacenamiento, mientras que en pera la mayoría mantuvo la firmeza respecto al control. El efecto de los recubrimientos en la inhibición de la producción de etileno dependió del tipo de polímero. En ambos frutos, los recubrimientos de GA y CMC inhibieron la producción de etileno en mayor medida que los recubrimientos de almidón-gelano, indicando un mayor efecto sobre el metabolismo del fruto. En general, los recubrimientos a base de GA y HPMC fueron los más efectivos controlando los parámetros de calidad evaluados durante el almacenamiento.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Envases en la industria de alimentos

En la industria de los alimentos tiene de gran importancia el empaquetado, para el tema de seguridad alimentaria y vida útil del producto, el efecto que tendrán los envases sobre los alimentos dependerá de las características de acuerdo con los materiales que se usaran para elaborarlas, de ello dependerá la calidad en cuestión de textura, color, sabor, olor, etc. De los productos alimentarios (Peula, 2017).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) el objetivo de los envases es resguardar los alimentos de la luz, la humedad y otros contaminantes ambientales (FAO, 1992).

Las principales funciones son:

- Protección: los envases evitan que los alimentos sufran daños mecánicos o por parte de algún agente contaminante durante su almacenamiento y distribución.
- Conservación: el envase inhibe, evita o retrasa el cambio bioquímico, microbiológico o químico de los alimentos.
- Almacenamiento: ayuda a un almacenamiento correcto mejorando la eficacia en la distribución y producción.
- Presentación: hacen que el producto sea atractivo para el consumidor, informa las características, la composición y los beneficios.
- Responsabilidad ambiental: tanto en la elaboración de envases, como en el uso y la eliminación sea de la mejor forma posible, así como la reducción de pérdida de los alimentos en mal de la comunidad.

Tipo y modalidad de envasado de productos.

- Envases asépticos: en el cual las condiciones ambientales están controladas para evitar la contaminación microbiológica obteniéndose productos estériles como en el envase.

- Envasado con aire: envasado en condiciones no especiales, tiene contacto con la atmosfera, por lo que la vida útil del producto será limitada por el efecto del oxígeno atmosférico y el crecimiento de microorganismos aerobios que producen alteraciones.

- Envase de material plástico: comúnmente conocido por todos, utilizados por todos gracias a las cualidades que presenta.

- Envases de vidrio, películas, etc.

2.2.2. Recubrimiento y películas comestibles

El revestimiento es un manto formado sobre la superficie del alimento, mientras que la película es la capa formada previamente a su aplicación sobre el alimento. Pueden ser comestibles o no (Peula, 2017).

Los recubrimientos tienen bajo costo, minimizan la contaminación ambiental y son biodegradables, evitan la perdida de humedad y las reacciones de oxidación y enmohecimiento (Peula, 2017).

Algunos recubrimientos se aplican exitosamente, otros afectan adversamente la calidad. La modificación de su atmosfera interna puede incrementar desordenes asociados con una alta concentración de CO_2 o una baja de O_2 (Ben-Yehoshua, 1969).

Propiedades de barrera

La utilización de películas comestibles en los alimentos se debe a que tiene propiedades de barrera a gases y vapores, ya que estos aspectos ocurren en el periodo de maduración de los alimentos generando en ellos cambio de textura, oxidación perdida de aromas entre otros, y por lo tanto incidir en su calidad final (Montalvo et al., 2012).

Según Avena-Bustillos, Krochta y Saltveit (1997) las propiedades dependerán del tipo de material utilizado en la formulación para el recubrimiento. Generalmente la efectividad del recubrimiento depende de la permeabilidad al vapor de agua y a los gases. El mecanismo es crean una barrera física a los gases, reduciendo la disponibilidad de O_2 e incrementa la concentración de CO_2.

2.2.2.1. Materiales usados en la elaboración de películas comestibles

Polisacárido

Los polisacáridos son las películas más usadas en la industria de alimentos, estos son extraídos de plantas y animales marinos. Pueden ser de celulosa, pectina, almidón, alginatos, quitosano, carragenina y gomas vegetales, los polisacáridos ofrecen buena barrera a los gases, se adhieren bien a la superficie cortada de frutas

y hortalizas. Las ventajas que tiene los recubrimientos a base de polisacáridos se pueden mencionar que no son grasosas, son películas de baja calorías y sin alto riegos de desarrollo de condiciones anaerobias (Fernandez et al., 2015).

Proteínas

Las proteínas ofrecen una gran oportunidad para ser utilizados como materia prima en la elaboración de películas comestibles debido a su biodegradación y a su vez fortifican los productos envueltos por la película, entre las películas de proteínas se encuentran; la caseína, gelatina, proteína de soya, zeina, albumina de huevo, etc (Montalvo y Paou, 2012).

Lípidos

Los recubrimientos basados de lípidos se elaboran con ceras y aceites tales como: aceite parafina, cera de abeja, cera de carnauba, cera de candilla, aceite mineral.

Los recubrimientos de lípidos se utilizan principalmente por sus propiedades hidrófobas, son barreras efectivas contra la humedad, además de prevenir la perdida de agua, se han usado para retardar o reducir la respiración extendiendo así la vida útil y mejorando la apariencia mediante la generación de brillo en frutas y verduras (Kester y Fennema, 1986).

Plastificantes

Los plastificantes son de bajo peso molecular y baja volatilidad, se usan para mejorar la flexibilidad y extensibilidad de los recubrimientos, generalmente se usa el glicerol en la formulación a base de polisacáridos y proteínas (Kester y Fennema, 1986).

2.2.2.2. Métodos para la formación de recubrimientos

A lo largo de los años de has desarrollado métodos para la elaboración de películas y ceras, entre los tantos y los más usados se encuentra el método de vaciado en placa, inmersión, aspersión y extrusión. El método de vaciado en placa es el más común entre las investigaciones, el cual consiste en colocar la solución en los recipientes dentro de un área nivelada para que posteriormente se pueda secar (Aguirre y Rocio, 2011).

El proceso de secado es muy importante en la formación de películas entre los parámetros más importantes se encuentra el tiempo y la temperatura influyendo en la cristalización y las propiedades mecánicas (Aguirre y Rocio, 2011).

Con relacion al proceso de inmersion, consiste en sumergir el alimento (frutas y verduras) en el recubrimiento por un tiempo determinado, luego viene el proceso de secado. El proceso de aspersion tendra las capas mas uniformes y delgados que las obtenidas por inmersion (Aguirre y Rocio, 2011).

2.2.2.3. Técnicas para la determinación optima de películas comestible

En la tabla 1 se puede observar las metodólogas que existen para determinar las propiedades óptimas en una película o recubrimiento.

Tabla 1.

Metodologías para la determinación de propiedades de películas

Propiedades	Métodos
Determinación propiedades físicas	Espesor Color Brillo Coeficiente de sedimentación
Determinación propiedades termodinámicas	Isotermas de adsorción de vapor de agua Modelamiento de isotermas de adsorción Evaluación de las propiedades termodinámicas
Determinación propiedades funcionales	Permeabilidad al vapor de agua Solubilidad en agua Separación de fases
Determinación propiedades estructurales	Difracción de rayos x Microscopia de luz Microscopia de fuerza atómica Microscopia con focal de barrido laser
Determinación propiedades mecánicas	Nanoindentación

Nota. Adaptado de Hernández (2006).

2.2.3. Cera de carnauba

La cera de carnauba se obtiene de las hojas de la palma prunifera, la palma es endémica de Sudamérica, se desarrolla al noreste de Brasil, una de las propiedades que tiene la plata es que antes de perder agua durante la época de sequía, esta se cubre de una espesa capa de cera compuesta por esteres, alcoholes y ácidos grasos (Rodriguez, 2015).

Las hojas de trituran para que la cera se desprende, la cera también se le conoce como la reina de las ceras, reconocida por su brillo intenso, resistente al desgaste, su punto de fusión es de 82.5 – 86°C (Rodriguez, 2015).

2.2.3.1. Composición de la cera de carnauba

La cera de camauba contiene principalmente ésteres de ácidos grasos (80- 85 %), alcoholes grasos (10-16 %), ácidos (3-6 %) e hidrocarburos (1-3 %). El específico para la cera de camauba es el contenido de grasa esterificada (cerca de 20 %), hidroxilado ácidos grasos (el cerca de 6 %) y ácido cinámico (el cerca de 10 %) (Valle et al., 2017).

2.2.3.2. Aplicación de la cera de carnauba

- Se caracteriza por ser dura, quebradiza y ligeramente soluble en solventes orgánicos fríos e insoluble en agua.
- Suele emplearse como agentes de brillo, son aquellas que se aplican en la superficie externa de un alimento para otorgar una apariencia lustrosa y/o proveer una capa protectora.
- También es un ingrediente esencial en la preparación de cosméticos: lápices labiales, rímel, sombras de ojos, etc.
- También ser emplea como agente de volumen este ingrediente favorece el incremento significativo del volumen en un producto sin que su adición repercuta en gran medida en el valor calórico del alimento.
- La Cera de Carnauba es un agente anti aglutinante, lo que se refiere a toda aquella sustancia que reduce la tendencia individual de las partículas de adherirse unas a otras.

2.2.3.3. Características técnicas

En la tabla 2 se muestra las especificaciones técnicas de la cera de carnauba, las cuales dependerán de su forma de almacenamiento.

Tabla 2.

Especificaciones técnicas de la cera de carnauba

Especificación	Valor
Temperatura de fusión °C	82,5 – 86
Índice de acidez (mg KOH/g)	2 – 10
Índice de esteres (mg KOH/g)	75 – 85
Índice de saponificación (mg KOH/g)	78 – 88
Índice de yodo (g 1/100g)	7 – 14
Color	Amarilla, café, verde y gris

Nota. Especificación técnica de la cera de carnauba, fue adaptada de Valle et al. (2017).

2.2.4. Cera de abeja

Creada por la segregación de las abejas al momento de construir sus panales, esta es obtenida mediante el filtrado de los panales. Su color es amarillo o amarillo oscuro, contiene ácido palmítico y cerotico (Fernando et al., 2015).

La cera de abeja es un propóleo, se caracteriza por ser una sustancia gomosa y balsámica, se ha hecho comercial utilizándola como aditivo en la fabricación de cosméticos, industrian farmacéuticas y alimentaria (Fernando et al., 2015).

2.2.4.1. Composición promedio de la cera de abeja

La cera de abeja comprende de 284 compuestos diferentes, de los cuales 21 de ellos son los principales y corresponden al 56 %, la composición promedio de la cera de observa en la tabla 3.

Tabla 3.

Composición de la cera de abeja

Componentes	Porcentaje (%)
Hidrocarburos	14
Monoesteres	35
Diesteres	14
Triesteres	3
Hidroximonoesteres	4
Hidroxipoliesteres	8
Acido de monoesteres	1
Acido de poliésteres	2
Ácidos grasos libres	12
Materiales no identificados	7

Nota. Principales componentes de la cera de abeja, adaptado por Villegas et al. (2016).

2.2.4.2. Aplicación de la cera de abeja

La cera de abeja es comercializada en extracto y es utilizada en productos industriales, cosméticos, en la industria farmacéutica y alimentaria; en la industria se emplea en cables eléctricos para aislar el cobre de la humedad, en la industria farmacéutica y cosméticos se usan en cremas, como base grasa y como espesante, también en el campo de la depilación y en la industria de alimentos se utiliza como re cubriente de frutas (Marquez, 2015).

2.2.4.3. Características técnicas

La determinación de los principales parámetros fisicoquímicos permite caracterizarla y de esa forma detectar posibles adulteraciones. Las características técnicas se apreciarán en la tabla 4.

Tabla 4.

Especificaciones técnicas de la cera de abeja

Especificación	Valor
Temperatura de fusión °C	65
Índice de acidez (mg KOH/g)	17 - 22
Índice de esteres (mg KOH/g)	71 – 80
Índice de saponificación (mg KOH/g)	86 – 102
Índice de yodo (g 1/100g)	8 – 15
Índice de relación (ester/acidez)	3,6 – 4,3

Nota. Características técnicas de la cera de abeja adaptado por ACPA (2006).

2.2.5. Descripción del encerado de frutas

Aplicada como film en el recubrimiento de frutas por sus características que restringen las cantidades de oxígeno y salida de dióxido de carbono permitiendo una respiración lenta, retardando su maduración evitando la humedad a través de su transpiración.

2.2.5.1. Aplicación del encerado

Técnicas aplicadas en el encerado:

a) Por inmersión: El objetivo es sumergir la fruta completa en cera preparada.

b) Por aspersión: Se puede aplicar rociando con aspersiones finas.

c) Por bañado: Algunos cultivos el bañado en silos del producto a granes, podría ser el método más práctico de aplicación.

d) Por frotamiento: Se puede aplicar la cera con una esponja de baño a cada fruta individualmente.

2.2.5.2. Beneficios

- Evita la perdida de agua por senescencia o descomposición, ataque de patógenos, tiempo de almacenamiento o manipulación.

- Comercio de frutas altamente perecederos
- Preserva la integridad física y calidad del producto fresco.
- Mantiene un conjunto de atributos, características y propiedades de una fruta fresca.
- Da mejor presencia.

2.2.6. Post cosecha de frutas

La postcosecha es la etapa entre la recolección del fruto (cosecha) y el momento en que esta es consumida, existes varios métodos en la etapa de postcosecha que se enfocan en prevenir o disminuir el deterioro de las características físicas y organolépticas que se asocian a la calidad de las frutas. El manejo de postcosecha se fragmenta en dos disciplinas, la primera habla sobre la fisiología en postcosecha, que busca entender los mecanismos fisiológicos implicados en los cambios que ocurren durante la manipulación y almacenamiento de las frutas cosechadas y la segunda correspondes a las tecnologías en postcosecha, que tiene como objetivo investigar e identificar las condiciones de manipulación y almacenamiento que permiten extender la vida de anaquel y mejorar la calidad de las frutas cosechada (Arevalos et al., 2018).

2.2.6.1. Factores involucrados en el deterioro de las frutas

Para establecer parámetros que permita reducir las pérdidas de fruta en la cadena de manejo es necesario comprender los factores que interfieren en el deterioro y descomposición de las frutas. Los factores biológicos o factores intrínsecos son aquellos inherentes a los productos manejas, mientras que los factores ambientales o extrínsecos relacionados con las condiciones en las cuales se manejan los productos durante toda la etapa de postcosecha (Kader, 2007).

2.2.6.1.1. Factores Biológicos

Relacionados con el metabolismo de las frutas y como se ven alteradas sus propiedades y características. Después de ser cosechadas las frutas ocurren procesos de respiración, producción de etileno y transpiración, estos procesamientos provocan cambios en la estructura y composición de las frutas.

a) Respiración.

Proceso metabólico el cual ocasiona que las reservas orgánicas del fruto son degradas a moléculas más simples, provocando una liberación de energía. La liberación de CO_2 que ocurre en el proceso respiratorio de las frutas provoca la aceleración de la senescencia, a medida las reservas de nutrientes se agotan, la reducción en el valor nutritivo, perdida de sabor y pérdida de peso. La tasa de deterioro del producto es proporcional a la tasa respiratoria (Arevalos et al., 2018).

b) Producción de etileno.

El etileno es una sustancia natural (fitohormona) que regula los procesos fisiológicos de las plantas como el crecimiento, desarrollo y senescencia. La tasa de respiración en las frutas es constante y va aumentando en las etapas cercanas a la madurez, ocasionadas por daños físicos, aumento de temperatura e incidencia de enfermedades. Aunque no existe una correlación entre la tasa de producción de etileno y su capacidad de conservación del fruto (Ciro y Julio, 2007).

c) Transpiración.

Es un proceso físico que consiste en la evaporación de agua del tejido. La pérdida resulta en pérdidas cuantitativas expresadas en peso. La tasa de respiración es influenciada por factores morfológicos y anatómicos, estado de madurez de los productos, la temperatura, humedad relativa, daños físicos, presión atmosférica. La transpiración de los frutos se puede controlar con la aplicación de recubrimientos y

por medio del control de la humedad relativa y la circulación del aire (Ciro y Julio, 2007).

2.2.6.1.2. Factores Ambientales

Representan condiciones ambientales a las cuales son sometidos los productos durante las etapas de manejo y almacenamiento.

a) Temperatura.

La variación temperatura en cualquier alimento provoca problemas fisiológicos, en la fruta influye con el efecto de etileno, cantidades elevadas de dióxido de carbono, germinación de esporas, etc (Arevalos et al., 2018).

b) Humedad relativa.

La tasa de pérdida de agua de las frutas depende de la diferencia de presiones de vapor entre la superficie del producto y el medio ambiente, tanto la temperatura y la humedad relativa tienen influencia en la pérdida de agua (Arevalos et al., 2018).

c) Composición atmosférica

El nivel de oxígeno o dióxido de carbono (CO_2) durante el almacenamiento puede atrasar o acelerar el deterioro de productos frescos (Ciro y Julio, 2007).

2.2.7. Vida útil de las frutas

La vida útil de los alimentos es el periodo que trascurre desde la postcosecha hasta que pierde las cualidades fisicoquímicas y organolépticas.

Durante el proceso de maduración, en los frutos carnosos se generan cambios en la composición química, color, textura, tasa respiratoria y cambios químicos en los carbohidratos de la pared

celular, que al degradarse incrementan el nivel de azúcares que contribuyen a mejorar la palatabilidad del fruto (Brady et al., 2006).

Según parra et al. (1998), establece el estado para su comercialización dependerá de parámetro de pH (4.04 – 4.90).

2.2.8. Pera

El origen del peral se estableció en las estribaciones de la cordillera del causaco y del mar caspio, originario en Europa, África del norte y Asia menor. El peral pertenece a los caducifolios, constituido por 17 cromosomas, sus flores tienen pedúnculos lagos, la caliza está formado por 5 sépalos lanceolados y libres. El fruto es medianamente estrechado en la base que puede ser redondeada o atenuada en el pedúnculo. Las características morfológicas del fruto de pera son muy variables con la genética y el ambiente, con tonalidades entre verde/amarillo o rojo/café (Cabrera, 2003).

2.2.8.1. Clasificación taxonómica

Tabla 5.

Clasificación taxonómica de la pera

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliophyta
Subclase	Rosidae
Orden	Rosidae
Familia	Rosidae
Subfamilia	Amygdaloideae
Genero	Pyrus
Especie	P.communis

Nota. La clasificación corresponde a la variedad (Pyrus communis) adaptado de Tasayco (2013).

2.2.8.2. Variedad "Packhams Triumph"

La variedad Packham Triumph fue introducida en la provincia de Caraveli, y se han ido aclimatando hasta las zonas productoras de Tacna, es una variedad tardía, que produce en otoño, una de las ventajas de esta variedad es que su producción da fuera de las épocas tradicionales, por ello diversifica el riego, mayores ingresos a la familias, y sale al mercado en que la fruta presenta mejores precios (Chávez et al., 2009).

La planta es de tamaño pequeño, la floración es resistente a bajas temperaturas, es poco resistente a sequía y a las plagas por eso es muy importante la disponibilidad de agua. El fruto es considerado mediano a grande en el mercado, en algunos lugares es conocido como "pera de a libra", su piel es verde amarillenta y áspera cuando aún está madura. Cuando esta apta para su consumo, esta se vuelve amarillenta y lisa, la pulpa de color blanco y firme (Chávez et al., 2009).

Su mercado principal es Lima, Arequipa, Trujillo y Chiclayo.

2.2.8.3. Valor nutricional

La Pera (Packham´s triumph) es una de las variedades más consumidas en el Perú. Su contenido de fibras solubles, azucares, todos sus nutrientes la constituyen como un alimento balanceado y que debe ser incorporado diariamente a nuestra alimentación.

Tabla 6.

Composición nutricional por 100gr.

composición	cantidad (g)	CDR (%)
Kcalorías	49,42	2,6
Carbohidratos	10,6	3,4
Proteínas	0,43	0,9
Fibra	2,2	7,3
Grasas	0,1	0,2
minerales	cantidad (mg)	CDR (%)

Sodio	2,1	0,1
Calcio	9,6	0,8
Hierro	0,3	3,8
Magnesio	0,0	0,0
fosforo	13,0	1,9
potasio	116,0	5,8

Nota: Características nutricionales de la pera por 100 g adaptado Núñez (2012).

2.3. Definición de términos

2.3.1. Recubrimiento o biopelículas

Es un conjunto de técnicas que alarga la conservación de las frutas y hortalizas. No sólo constituyen barreras que reducen la permeabilidad e intercambio de moléculas con el ambiente, sino que además son un excelente vehículo para la incorporación de agentes antimicrobianos naturales (Sauceda, 2011) .

2.3.2. Anti aglutinante

Es una sustancia capaz de evitar la formación de aglutinamientos en las sustancias existentes en una disolución. Las partículas sólidas de una solución pueden ir aglomerándose, proporcionando unas estructuras agregadas que restan homogeneidad (Lopez, 2013).

2.3.3. Post cosecha

Es la ciencia que estudia los procesos, comportamientos o cambios que presenta la fruta u hortalizas después de ser cosechadas con el propósito de reducir los niveles de pérdida de peso de la fruta y verdura una vez cosechados. Mantener la calidad de la fruta y verdura del campo a la mesa del consumidor final (FAO, 2002).

2.3.4. Vida de anaquel

Se considera como el periodo de tiempo en el cual el alimento conserva sus propiedades esperados por el consumidor y es el momento adecuado para comercializarlo (Franco, 2017).

2.3.5. Fitohormona

Conocidas también como hormonas vegetales, son sustancias provocadas por células vegetales ubicados mayormente en las hojas de la planta y que actúan sobre otras células como mensajeros químicos (Castillo, 2004).

2.3.6. Emulsiones

Es una mezcla de dos líquidos insolubles de manera más o menos homogénea. Un líquido (la fase dispersa) es dispersado en otro (la fase continua o fase dispersante) (Lui, 2003).

2.3.7. La cera

Son esteres de los acido grasos de cadena larga, son sustancias altamente insolubles en medio acuoso y a temperatura ambiente se presentan sólidas y duras (Perez, 2017).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGÍCO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación se caracteriza por ser experimental en una primera etapa; ya que se manipularán factores para la formulación de las emulsiones para recubrir las frutas para producir respuestas, en este sentido Hernández, Fernández y Baptista (2010) afirman que este tipo de estudios:

Se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador.

En una segunda etapa tendrá un carácter cuasi experimental, porque una vez encontrado la mezcla óptima del re cubriente, se aplicará a las frutas para ver su efecto sobre algunos factores durante su vida en anaquel, en esa línea Campbell (1988) indica que:

"Podemos distinguir los cuasi experimentos de los experimentos verdaderos por la ausencia de asignación aleatoria de las unidades a los tratamientos".

3.1.2. Diseño para el recubrimiento en fruta.

El diseño de investigación se define como el plan o estrategia concebida que ayuda a obtener la información necesaria y responder a las preguntas de investigación y responder a los objetivos propuestos.

Por tanto, los diseños elegidos son el experimental en la primera parte porque se tiene el siguiente esquema según Hernández et al. (2010).

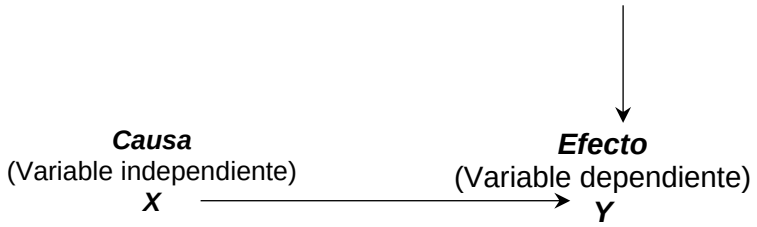


Figura 1 Representación gráfica del diseño experimental, adaptado de (Hernández et al., 2010).

Siendo las variables las siguientes:

- Elaboración del recubrimiento (x)
- Cualidades físicas(Y)

Así mismo, respecto al diseño cuasi experimental, la asignación de muestras a las distintas categorías de X no se realiza aleatoriamente y, por lo tanto, los grupos no son equivalentes en Términos de características, incluidas en los factores de perturbación de variable interviniente, según el siguiente esquema.

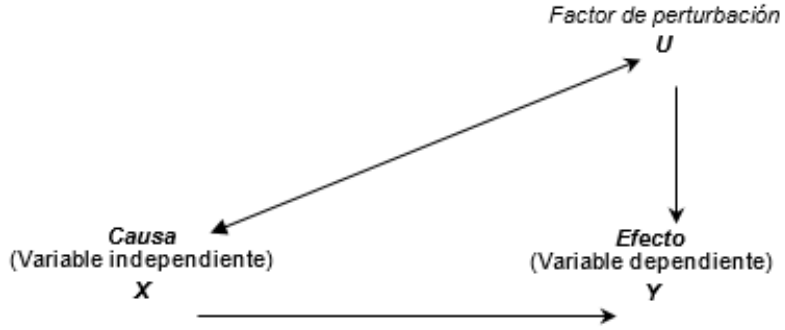


Figura 2 Representación gráfica del diseño cuasi experimental, adaptado de Bono (2012).

Siendo las variables las siguientes:

- Recubrimiento de la cera de abeja y carnauba en la fruta (x).
- Cualidades fisicoquímicas, sensoriales y tiempo de vida útil (y).

3.2. Acciones y actividades

3.2.1. Acciones

Tabla 7.

Aplicación de las metodologías proporcionadas, según objetivos, evaluación del diseño de mezclas y de los tratamientos aplicada en la pera para su evaluación de vida útil.

Objetivo	Resultado	Metodología
Evaluar las diferentes proporciones de mezcla de cera de carnauba, cera de abeja para la elaboración de recubrimiento.	Obtención de la mejor proporción de la mezcla de carnauba, cera de abeja.	a) Evaluación de la estabilidad de la emulsión según Yohana (2007). b) Evaluación por centrifugación Rodriguez (2015).
Evaluar los tratamientos, tratamiento testigo (T0), tratamiento cera de abeja CA (TCA), tratamiento cera de carnauba CC (TCC) y tratamiento mezcla TM (cera de abeja y cera de carnauba) aplicado a la pera.	Evaluar la vida útil de la muestra con/sin recubrimiento, evaluando parámetros como pH, solidos solubles totales, acidez titulable, pérdida de peso, color, análisis sensorial y CO_2.	a) Solidos Solubles Totales: Método de índice de refracción según Rosario (2006). b) Acidez Titulable: Metodología según AOAC 950.07 adaptada por Parra y Sánchez (1998). c) pH: Según A.O.A.C. 935.15 (1980) adaptado por Gilbert Rodríguez. d) Pérdida de peso: Método de contenido de humedad según Vásquez Lara y Vidal López (2011). e) Color: Según Color Companion – Analyzer & Converter. f) CO_2: Evaluación del CO_2 según Cartagena (2016). g) Firmeza: según Brezmes (1999).

Nota: aplicación de metodologías para la obtención de resultados

3.2.2. Actividades

En la figura 3. Se presenta las principales etapas para el acordonamiento de la materia prima.

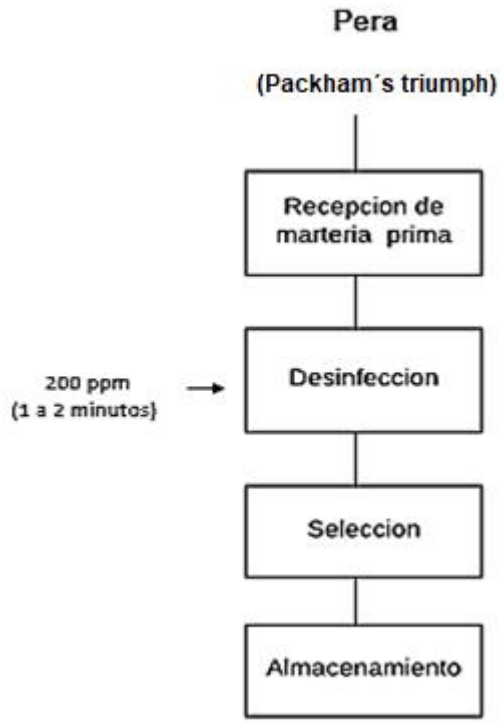


Figura 3 Representación gráfica acondicionamiento de la pera

3.2.2.1. Descripción del proceso de acondicionamiento

- La materia prima que utilizada en la investigación fue la pera variedad Packham´s triumph

- Recepción de materia prima: la pera recién cosechada con un preso de 150 a 200 g

- Desinfección: según la FDA (1998) el procedimiento óptimo para la desinfección de la fruta consiste en adicionar cloro al agua con una proporción de 50 a 200 ppm y se deja reposar entre 1 a 2 minutos.

- Selección: las peras que tuvieron algún daño físico o las que sean diferentes a las del promedio se descartan.

- Almacenamiento: la muestra sobre una mesa de cerámica a temperatura ambiente para su posterior utilización.

En la figura 4. Representa las principales etapas para la elaboración del recubrimiento donde se tiene como componente principal la cera de abeja y cera de carnauba, estos componentes se mezclan adicionando el emulsionador, obteniéndose así el producto. A su vez fueron analizadas y se dio a conocer la mejor concentración, esta se aplicó a la pera dándonos a conocer su eficiencia con respecto al tiempo.

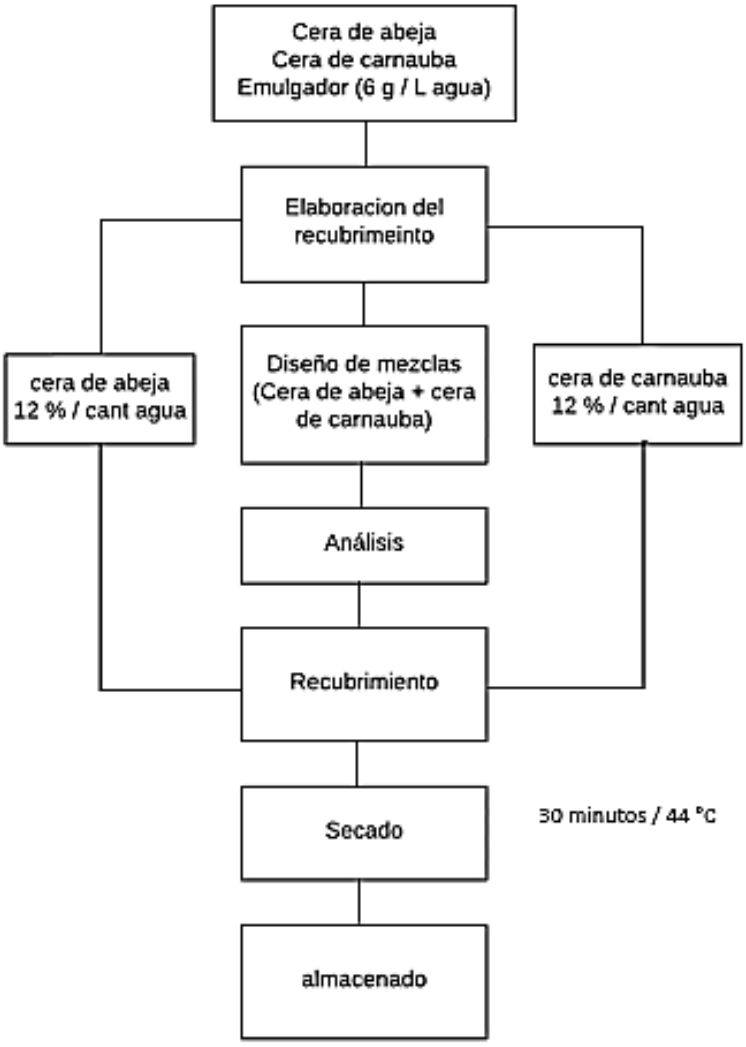


Figura 4 Representación gráfica del diseño cuasi experimental, elaboración propia.

3.2.2.2. Descripción del proceso experimental

- Elaboración del recubrimiento: se aplica tres tratamientos los cuales consisten en el siguiente: primera tratamiento al 12 % con relación a la cantidad agua con cera de abeja, el segundo tratamiento al 12 % con relación a la cantidad agua con cera de carnauba y el tercer tratamiento se utiliza un diseño de mezclas para determinare la proporción óptima.

- Para el diseño de mezclas de aplica metodologías las cuales determinaran la mejor mezcla.

- Es un vaso precipitado se agregará medio litro de agua destilado agregando los por cada tratamiento, calentando hasta que se homogenice con agitación constante, luego se agregara el emulsionador al 6 % / L agua, la mezcla se dejar reposar hasta que alcance una temperatura de 40 °C.

- Recubrimiento: se aplica el método por inmersión, sumergiendo las muestras por 5 seg.

- Secado: una vez cubierta las frutas con la mezcla, se colocan en bandejas en un secador de corriente de aire durante 30 minutos aproximadamente a una temperatura de 40 °C según Hernández (2011) las frutas se rotarán regularmente.

- Almacenamiento: las frutas se caracterizaron de acuerdo a los tratamientos y se mantuvieron a temperatura ambiente.

- Evaluación de la eficacia del recubrimiento aplicada en los frutos: mediante el programa estadístico statgraphic se podrá determinar el mejor recubrimiento sobre la fruta.

3.2.3. Análisis de las propiedades físicas y funcionales.

a) Evaluación de la estabilidad de emulsión

Toda emulsión es termodinámicamente inestable que tiende a separarse en dos fases al trascurrir un determinado tiempo.

Por lo cual el método de estabilidad es fundamental para valorar la capacidad de emulsión según Yohana (2007).

El método incluye los siguientes pasos:

- Colocar 10 ml de muestra en un tubo de ensayo, usando una pipeta
- Dejar en una estufa a 60 °C por 6 horas
- Evaluar si hubo separación de fase
- Luego de la culminación del tiempo, si hubo separación de fase se procede a medir con el vernier.

b) Prueba de centrifugación.

Esta prueba sirve para determinar la vida media de la emulsión a condiciones normales de almacenamiento según Rodríguez (2015).

El método incluye los siguientes pasos:

- Colocar 10 ml de las muestras en tubos para centrifuga correctamente identificados.
- Centrifugar a 600 rpm por 5 minutos.
- Luego de la culminación del tiempo, si hubo separación de fase se procede a medir con el vernier.
- Expresado en porcentaje

3.2.4. Análisis fisicoquímico.

a) Acidez titulable.

La determinación del cambio de acidez titulable a lo largo del tiempo se evaluará en peras recubiertas y no cubiertas, según la metodología AOAC 950.07 (1984) adaptada por Parra y Sánchez (1998).

El método incluye los siguientes pasos:

- Pesar 20 – 25 g de la muestra y se licuo para tener el zumo
- En un vaso precipitado de 100 ml, añadir 10 ml del zumo, adicionar 2 a 3 gotas de fenolftaleína como indicador.
- Colocar el pH digital dentro del vaso de precipitado y añadir hidróxido de sodio hasta conseguir neutralizar la muestra (calculando el resultado como acido málico).
- Anotar los ml de NaOH gastado durante el proceso de neutralización de la muestra
- La acidez titulable se calcula según la ecuación 1.

$$\%\ Acido = \frac{V(NAOH) x\ N(NaOH)\ xF.A\ x\ 100}{Wm} \qquad (1)$$

Donde:
V (NaOH): Volumen de NaOH, en ml
N: normalidad del NaOH
F.A: factor del ácido (0.067 ácido málico)
Wm: peso de la muestra en gramos

b) Análisis pH.

Según la metodología A.O.A.C. 935.15 (1980) adaptado por Gilbert et al. (2013).

- Pesar 10 g de la muestra en un Becker previamente pesado (la muestra debe ser picada y licuada)

- Añadir 90 ml de agua destilada, se deja reposar por unos minutos.
- Filtrar la muestra.
- Tomar la lectura con el potenciómetro PH.

c) Solidos Solubles Totales (SST)

Para la determinación de solidos solubles expresado en °Brix", de la muestra de pera, recubiertas y sin recubrir, con el fin de obtener el contenido de azucares de la muestra según Rosario (2016).

El método incluye los siguientes pasos:

- Cortar la fruta en gajos e introdúzcalo en la licuadora, el zumo obtenido depositar en un vaso precipitado de 250 ml.
- Tomar la muestra con una cuchara para depositarlo sobre el prisma del refractómetro.
- Medición ocular, juntando la sombra en el punto medio de la cruz para leer en escala numérica superior al índice de refracción, el valor leído se anota en grados brix.
- La lectura ira acompañada con la temperatura del medio donde se desarrolla el análisis.
- Conversión del índice de refracción a la medida estándar de 20°C.

d) Pérdida de peso.

Mediante la diferencia entre el peso del fruto al iniciar el período de almacenamiento y el peso del fruto al terminar este período. Los resultados fueron expresados como porcentaje de pérdida de peso (%PP) según Vásquez Lara y Vidal López (2011).

$$\%pp = \frac{(peso\ inicial) - (peso\ final)}{(peso\ final)}\ x\ 100 \qquad (2)$$

e) Método de Firmeza.

La firmeza es uno de los métodos fisicoquímicos que mejor se relación con el estado de madurez del fruto según Brezmes (1999).

El método incluye los siguientes pasos:

- Tomar la fruta que se va a evaluar y colocarlo en un sitio estable
- Utilizar el penetrómetro para medir la firmeza del fruto, el diámetro de la punta que se utilizo fue de 8 mm, área efectiva 0.5 cm2.
- Asegurarse que el penetro metro PCE-PTR 200 este marcando cero
- Posicionar en vertical el aparato, colocar la punta del penetro metro en la superficie de la fruta.
- Presionar hasta que se haya introducido parcialmente el embolo.
- Anotar este primer valor.

f) Determinación de CO_2.

Medir desacuerdo a un sistema de monitoreo y control de la tasa de respiración de postcosecha según Cartagena (2016).

Para las mediciones se utilizó el sensor K33 BLG, diseñado para medir el dióxido de carbono, temperatura y % de humedad relativa.

Para la toma de valores colocar las muestras en recipiente de vidrio hermético. Las pruebas inician con 5 minutos de bombeo, a continuación, se apaga el motor por 15 minutos y se bombea 5 minutos para finalizar. Realizar 2 tomas de datos diaria en la mañana y por la tarde. Los datos recopilados se promedian por día, en unidades de CO_2/kg.h.

g) Análisis de color.

El aplicativo “identificador de color” del programa Color Compañy – Analyzer & Converter.

Funciones Básicas:

- código de colore HTML (CSS color) (HEXa).
- código de colores RGB.

Fotografiar las muestras de pera cada 5 días, tomando 5 puntos de referencia por foto y al promediar los datos se obtiene un color referencia.

3.3. Materiales y/o instrumentos

3.3.1. Reactivos químicos

- hidróxido de sodio al 0,1 (NAOH)
- fenolftaleína
- Wax emulsifier 2106

3.3.2. Insumos

- agua destilada
- cera de abeja
- cera de carnauba

3.3.3. Materiales de laboratorio

- tubos de ensayo
- Erlenmeyer 250 ml
- Pipeta 10 ml
- Cocina no convencional de metal
- vaso precipitado de 250 ml y 100 ml
- Placas Petri

- Papal filtro
- Bureta
- Ollas estándar capacidad 1 L.

3.3.4. Equipos de Laboratorio

- Balanza eléctrica Marca Adam Equipment
- pH metro digital
- Desecador
- Termómetro digital con una precisión de 0,5 °C.
- Mesa de acero
- Desecador de vacío marca Duran 247814603
- Refractómetro ABBE
- Capsulas de porcelana Haldenwanger N°6.
- Licuadora marca PHILIPS
- Estufa eléctrica marca RAYPA con termostato regulable.
- Sensor K33 BLG (Mide 30 % CO_2)
- Penetró metro PCE-PTR 200

3.4. Población y/o muestra de estudio.

Utilizar la pera *(Packham´s triumph)* que es un muestreo por conveniencia, con un peso promedio de 100 a 150 g, se aplicara tres metodologías las cuales consisten en la utilización de cera de carnauba, cera de abeja y la mezcla de las dos ceras, adicionando el emulsionador wax emulsifier 2106 para los tres tratamientos, con el fin de utilizarlo como un recubrimiento, las cuales se analizaran todos los días.

3.5. Operacionalización de variables.

3.5.1. Variables Independientes.

Recubrimiento

- Cera de abeja
- Cera de carnauba

3.5.2. Variables dependientes.

Vida útil

- Tasa de respiración
- Perdida fisiológica de peso
- Madurez fisiológica: humedad, solidos solubles totales, acidez titulable, Firmeza, pH, color y pérdida de peso.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para la formulación de la emulsión se empleará un diseño de mezclas a razón de que los factores experimentales a ser estudiados son ingredientes o componentes de una mezcla, donde la función de la respuesta dependerá de sus componentes. Considerando un modelo cuadrático según (Ojeda, 2012):

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^{k} b_i X_i + \sum_{i<j=2}^{k} b_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{k} b_{ij} X_i X_j \quad (4)$$

Donde:

Y= Variable dependiente – resultados

Xij= porcentaje de cera de carnauba y cera de abeja

b= coeficientes cuadráticos

K= constante

Dónde:

$$x_j = \frac{X_j - L_j}{T - \sum_{j=1}^{q} L_j} \quad (5)$$

Los componentes deben sumar 1 en cada corrida experimental.

$$\boldsymbol{X1 + X2 + \cdots \ldots + Xq = 1} \quad (6)$$

Por lo tanto, el diseño se realizará con los siguientes experimentos:

Tabla 8.

Diseño de bloques

No	CA	CC	Respuesta
1	50	50	Y1
2	40	60	Y2
3	60	40	Y3
4	45	55	Y4
5	55	*45*	Y5

Nota. Diseño de bloques al azar con 5 repeticiones.

Para la evaluación de las frutas para ver su efecto sobre algunos factores durante su vida en anaquel se empleará un diseño de bloques al azar (DBA) con un modelo de efectos fijos (Garcia, 1998):

$$Yij = U.. + \tau.j + \varepsilon ij \qquad [7]$$

En donde:

Yij es la variable aleatoria que mide la respuesta del sujeto experimentado en el í-simo individuo que recibió la j-simo tratamiento; expresado en porcentaje

i= 1,.., k y j=1,.., n

μ.. Es el efecto constante que mide el nivel promedio respuesta;

τ.j El efecto del j-simo tratamiento, y;

εij. Se conocerá como Error del Experimento, Variación Residual.

Tabla 9.

ANOVA para la determinación de efectos

Fuentes Variación	Sumas Cuadrados	g.l	Cuadrados Medios	*F*
Entre Tratamientos	SCTrat.	k-1	SCTrat/ g.l (I)	*F* = I/II *o*
Dentro Trat. (Error)	SCError	k(n-1)	SCError/ g.l (II)	
Total	SCTotal	n – 1		

Nota: adaptado de Medina (2005)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Determinación de la mejor proposición de materia prima

Se aplicó el mismo diseño de mezclas utilizado en la tesis para la elaboración de un recubrimiento por Condori (2017), el cual empleo un diseño experimental completamente al azar utilizando un valor mínimo de 40 %, utilizando el programa estadístico statgraphics centurión xvii, el cual dio como resultado cinco tratamientos experimentales presentados en la tabla 10, Las corridas experimentales se realizaron por triplicado donde puede destacarse que los factores que intervienen son las proporciones de los componentes de la mezcla.

Se realizaron cinco los tratamientos, tratamiento 1 (T1) constituye de 50 % de cera de abeja y 50 % de cera de carnauba, tratamiento 2 (T2) se compone de 40 % de cera de abeja y 60 % de cera de carnauba, tratamiento 3 (T3) se compone de 60 % de cera de abeja y 40 % cera de carnauba, tratamiento 4 (T4) constituye de 45 % de cera de abeja y 55 % cera de carnauba, y el tratamiento 5 (T5) de 55 % de cera de abeja y 45 % de cera de carnauba.

Tabla 10.

Tratamientos según el diseño de mezclas

Tratamiento	Cera de abeja (%)	Cera de carnauba (%)
T1	50	50
T2	40	60
T3	60	40
T4	45	55
T5	*55*	*45*

Nota: T1 –T5, tratamientos obtenidos del diseño de mezclas de dos componentes, cera de abeja y cera de carnauba

Los análisis para el diseño de mezclas de llevaron a cabo en la Universidad Privada de Tacna, laboratorio de Análisis.

4.1.1. Resultados de los tratamientos.

En la tabla 11 se muestra un resumen de los valores hallados expresados en porcentaje, los análisis que se tomaron son: prueba de centrifugado y estabilidad de emulsión por calor, donde el tratamiento 2 al obtener mayor porcentaje de estabilidad a comparación de los demás tratamientos fue elegida para su aplicación en la pera.

Tabla 11.

Análisis de los Tratamientos según sus porcentajes de composición.

tratamiento	Cera de abeja (%)	Cera de carnauba (%)	PC (%)	PE (%)
T1	50	50	0,495	0,62
T2	40	60	0,16	0,34
T3	60	40	0,383	0,43
T4	45	55	0,295	0,45
T5	55	45	1,875	1,46

Nota: T1 –T5: tratamientos obtenidos del diseño de mezclas de dos componentes, cera de abeja y cera de carnauba, PC = prueba de centrifugado; PE: prueba de estabilidad.

4.1.1.1. Prueba de Centrifugado

En la tabla 12 se muestra los valores obtenido de la prueba de centrifugado por triplicado dando como resultados un promedio de cada valor, estos resultados serán de suma importancia para determinar cuál de los tratamientos tiene mejor estabilidad.

Tabla 12.

Resultado de la toma de muestras de la prueba de centrifugado

Pruebas	Medidas (%)			Promedio (%)
T1	0,55	0,44	0,485	0,495
T2	0,15	0,17	0,16	0,16
T3	0,307	0,46	0,413	0,3835
T4	0,17	0,42	0,263	0,295
T5	2,05	1,7	1,875	1,875

Nota: T1 –T5 tratamientos obtenidos del diseño de mezclas de dos componentes, cera de abeja y cera de carnauba; M: Medición; P: Promedio.

Se aplica un gráfico de columnas obtenidos del promedio de datos de la prueba de centrifugado.

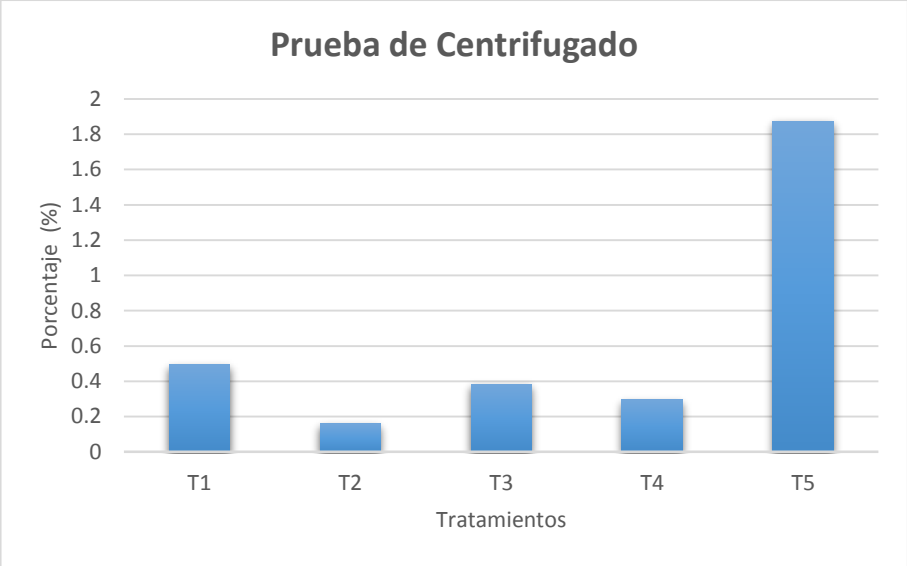


Figura 5. Prueba de centrifugado expresado en porcentaje de los tratamientos T1 (0,495 %); T2 (0,16 %); T3 (0,383 %); T4 (0,295 %); T5 (1,875 %)

Según la prueba de centrifugado muestra que el tratamiento T2 tiene mayor de estabilidad.

Para comprobar la significancia de los tratamientos sobre la prueba de centrifugado, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de la tabla 13, la cual evidencia que existe una relación estadísticamente significativa (p=0,0004) entre los tratamientos, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 13.

Análisis de varianza para el análisis de centrifugado

Fuente	S C	Gl	C M	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,92291	4	0,980726	44,40	**0,0004**
Intra grupos	0,110454	5	0,0220909		
Total (Corr.)	4,03336	9			

Nota: SC = Suma de Cuadrados; Gl= grados de libertad; CM= Cuadrado medio; Razón-F=Distribución Fisher, Valor–P= Significancia

4.1.1.2. Prueba de Estabilidad

En la tabla 14 se muestra los valores obtenido de la prueba de estabilidad por triplicado dando como resultados un promedio de cada valor, estos resultados serán de suma importancia para determinar cuál del tratamiento tiene mejor estabilidad.

Tabla 14.

Resultado de la toma de muestras de la prueba de estabilidad

Pruebas	Medición (%)			Promedio (%)
T1	0,66	0,59	0,61	0,62
T2	0,3	0,38	0,34	0,34
T3	0,41	0,46	0,42	0,43
T4	0,64	0,26	0,45	0,45
T5	1,32	1,6	1,46	1,46

Nota: T1 –T5: tratamientos obtenidos del diseño de mezclas de dos componentes, cera de abeja y cera de carnauba; M: Medición; P: Promedio

Se aplica un gráfico de columnas obtenidos del promedio de datos de *la prueba de estabilidad.*

Figura 6 Prueba de estabilidad expresado en porcentaje de los tratamientos T1 (0,62 %); T2 (0,34 %); T3 (0,43 %); T4 (0,45 %); T5 (1,46 %)

Según la prueba de estabilidad muestra que el tratamiento T2 tiene mayor de estabilidad.

Para comprobar la significancia de los tratamientos sobre la prueba de centrifugado, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de los valores, tal como se muestra en la tabla 15, evidencia que existe una relación estadísticamente significativa (p=0,0037) entre los tratamientos, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 15.

Análisis de varianza para el análisis de centrifugado

Fuente	S C	Gl	C M	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,67666	4	0,419165	17,72	0,0037
Intra grupos	0,1183	5	0,02366		
Total (Corr.)	1,79496	9			

Nota: SC = Suma de Cuadrados; Gl= grados de libertad; CM= Cuadrado medio; Razón-F=Distribución Fisher, Valor–P= Significancia

4.2. Análisis de los tratamientos de estudios

De acuerdo con la tabla 16 se muestra los cuatro tratamientos de los cuales vas a ser evaluados para determinar cuál de ellos tiene un mejor rendimiento sobre la vida útil de la pera variedad *Packham´s triumph* durante 17 días.

Tabla 16.

Tratamientos del estudio al 12% de concentración en solución acuosa

Tratamiento	Cera de abeja (%)	Cera de carnauba (%)
T0	-	-
TCA	100	-
TCC	-	100
TM	40	60

Nota: *T0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba)*

Los tratamientos fueron evaluados a temperatura ambiente con HR de 63.33, todos los tratamiento fueron evaluados con las mismas condiciones

para que exista un margen de error, para el tratamiento testigo (T0) no se utilizó ninguna clase de cera, el tratamiento TCA “cera de abeja”, el tratamiento TCC “cera de carnauba” y el tratamiento TM “ cera de abeja y cera de carnauba” los cuales fueron evaluados como un recubrimiento sobre la pera variedad Packham´s triumph, los porcentajes de cera que se utilizó por cada tratamiento se expresa en la tabla 16.

4.2.1. Resultados de los análisis

4.2.1.1. Acidez

La acidez es uno de los parámetros que miden la calidad de los alimentos, es cuantificable debido a la presencia de diversos ácidos orgánicos, principalmente: ácido cítrico, tartárico, málico, fórmico, en diferentes proporciones. (Moreno, 2017)

En la Figura 7 se observa el comportamiento de la Acidez del tratamiento testigo (T0) evaluado durante 14 días, el comportamiento de T0 tiende a disminuir.

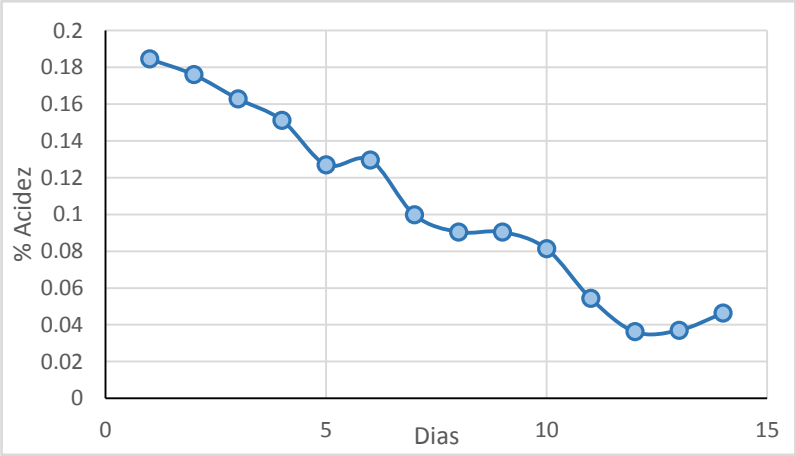


Figura 7 Análisis de Acidez. Comportamiento del tratamiento testigo (TO); Tablas de análisis (Anexo 2.1.).

En la Figura 7 se observa que el tratamiento testigo (T0) inicia con un porcentaje de acidez de 0,1845 %, posteriormente continúa en descenso hasta el día 5 (0,1266 %) para ascender mínimamente en el día 6 (0,296 %), mantenido un descenso lento hasta el día 12 (0,03618 %) siendo constante hasta el día 14 (0,03402 %) con una variación de 0.003%.

La acidez en las frutas y verduras es debido a los ácidos orgánicos e inorgánicos que pudiesen estar presentes en su composición, según Reina (2013) los ácidos más abundantes son el ácido málico y el cítrico que pueden representar cada uno hasta el 3 % del tejido/peso fresco. Respecto a la evolución de la acidez durante el almacenamiento de postcosecha de la pera, se observan unas fluctuaciones con una tendencia hacia la disminución, conservadas en condiciones ambientales 26 °C y HR 63,66.

En la figura 8 se observa el comportamiento de los cuatro tratamientos los cuales tienden a disminuir con el tiempo

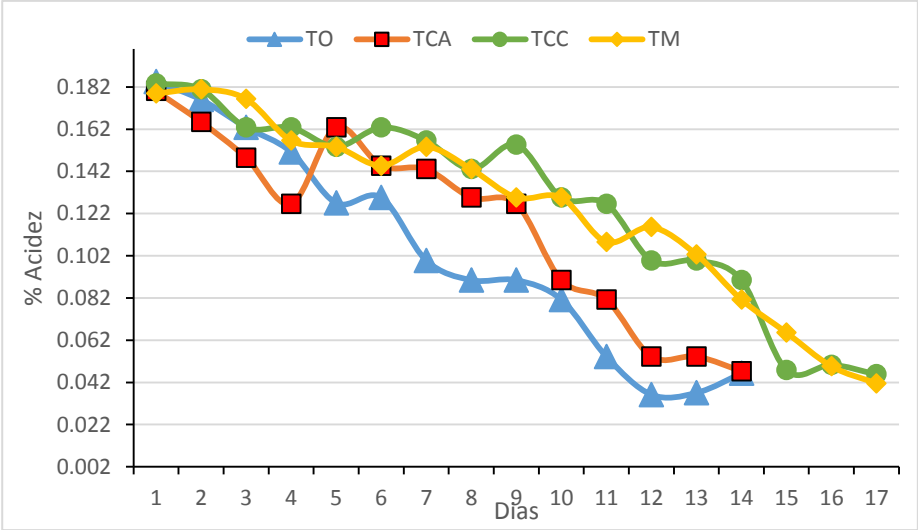


Figura 8 Análisis de Acidez. Comportamiento de la Acidez en los tratamientos T0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba), Tablas de análisis (Anexo 2.1.).

En la Figura 8 se observa el comportamiento del porcentaje de Acidez de los tratamientos, *T*0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba). El tratamiento TCA inicia con una acidez de 0,1801 %, el tratamiento TCC con 0,1836 % y el tratamiento TM 0,1789 %, Podemos observar que el primer día todo el tratamiento se asemejan en el grado de acidez, las variaciones van a depender de las características metabólicas que tiene cada muestra evaluada. A los 5 días el tratamiento TCA tiene una acidez de 0,1628 % descendiendo lentamente hasta el día 9 (0,1266 %), en los

siguientes días el porcentaje de acidez decae rápidamente hasta el día 12 (0,05427 %), manteniéndose estable el día 14 (0,04725 %). el tratamiento TCC con una acidez de 0,1536 % a los 5 días tiende a aumentar y disminuir lentamente hasta el día 12 (0,10854 %), para decaer hasta el día 17 con un acidez de 0,0458 %. el tratamiento TM a los 5 días tiene una acidez de 0,1536 % aumentando su acidez a los 9 días (0,1296 %), disminuyendo lentamente hasta los 17 días con una acidez de 0,0415 %.

Los ácidos orgánicos se encuentran circulando en los tejidos vegetales tras la recolección, y tienden a disminuir en todo el periodo de pos cosecha hasta la etapa de senescencia. La mayor parte de esta pérdida se debe a su oxidación en el metabolismo respiratorio, reacción que se traduce como un incremento de cociente de respiración (Fennema et al., 2008).

Para comprar la significancia de los tratamientos, se realizó un análisis varianza (ANOVA), donde no existe diferencia significativa (p=0,5812) entre los tratamientos, con un nivel de confianza del 95 % tal como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17.

Análisis de varianza de la acidez evaluada en los tratamientos

Fuente	S C	Gl	C M	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,00426765	3	0,00142255	0,66	**0,5812**
Intra grupos	0,125379	58	0,0021617		
Total (Corr.)	0,129646	61			

Nota: SC = Suma de Cuadrados; Gl = grados de libertad; CM = Cuadrado medio; Razón-F=Distribución Fisher, Valor–P= Significancia

4.2.1.2. PH

EL pH se obtiene de la toma de muestra de la fruta para conocer el estado en que se encuentra, ya sea ácido, básico o neutro. Las variaciones que puede presentar las frutas en su pH va a depender

del tipo fruta, el estado de madurez, condiciones agronómicas y operaciones post cosecha a las que has sido sometidas (López y Mercado, 2006).

El incremento de pH como se muestra en la figura 9 se debe a la pérdida o eliminación de la acidez debido a la respiración o conversión del ácido orgánico en azucares.

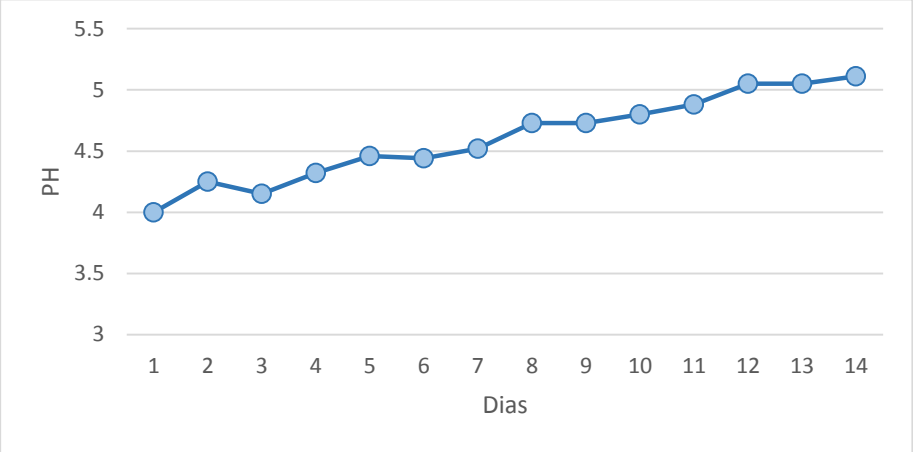


Figura 9. Análisis de pH. Comportamiento del pH en el tratamiento testigo TO, Tablas de análisis (Anexo 2.2.).

En la Figura 9 podemos observar que el tratamiento testigo inicia con un valor de 4, el segundo día asciende a 4,25 y baja a 4,15 el tercer día, y así asciende lentamente hasta el día 14 (5,11).

El pH controla diversas reacciones químicas, microbiológicas y bioquímicas que ocurren en los productos alimenticios. Según Coronado y Sánchez (1998) las peras que presentan características óptimas en cuanto a sabor, aroma y madurez, poseen un pH entre 4,04 y 4,90.

Respecto a la evolución del pH durante el almacenamiento de postcosecha de la pera, se observan unas fluctuaciones con una tendencia hacia el crecimiento, conservadas en condiciones ambientales 26 °C y HR 63,66.

En la figura 10 se observa el comportamiento de los cuatro tratamientos los cuales tienden a aumentar con el tiempo

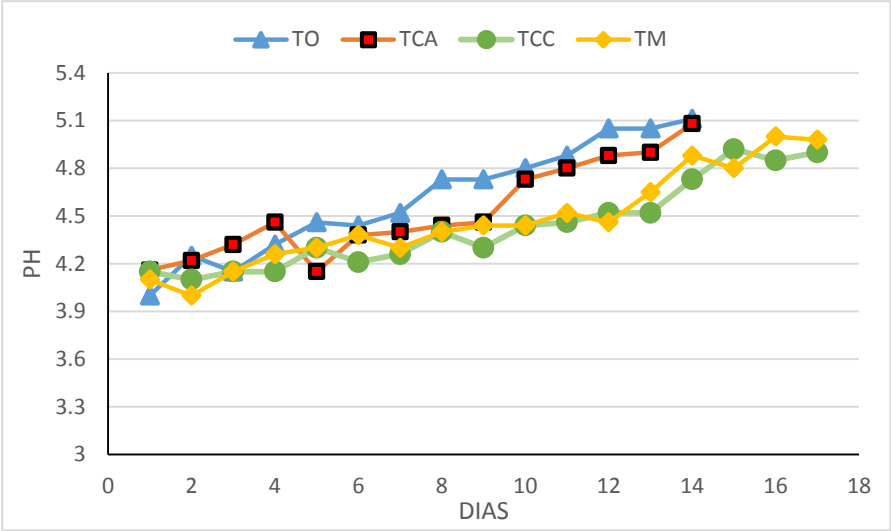


Figura 10. Análisis de pH. Comportamiento del pH en los tratamientos T0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba), Tablas de análisis (Anexo 2.2.).

En la Figura 10 se observa el comportamiento del porcentaje de pH de los tratamientos, T0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba). El tratamiento TCA inicia con un pH de 4,16, el tratamiento TCC con 4,15 y el tratamiento TM 4,1, Podemos observar que el primer día todo el tratamiento se asemejan en el pH, las variaciones van a depender de las características metabólicas que tiene cada muestra evaluada. A los 4 días el tratamiento TCA tiene un pH de 4,46 descendiendo bruscamente el día 5 (4,15), en los siguientes días el pH aumenta lentamente hasta el día 14 (5,08). El tratamiento TCC en el día 2(4,1), para luego aumentar en el día 5 (4,3), posteriormente decae en el día 6 (4,21), para finalmente aumentar en el día 17 (4,9). El tratamiento TM en el día 1 (4,1), descendiendo en el día 2 (4), para aumentar lentamente hasta el día 6 (4,38), el valor decae el día 7 (4,3), posteriormente llegar en aumento al día 17 (4,98).

Se observa el incremento en el pH de la pera debido a que los ácidos orgánicos de reserva presentes en las vacuolas de las células, para luego transformarse en azúcares que son utilizados como fuente de energía, lo que genera la disminución de la acidez y el aumento del pH (López C, 2006 citado en Hernández J, 2013).

Para comprar la significancia de los tratamientos, se realizó un análisis varianza (ANOVA), donde no existe diferencia significativa (p=0,4410) entre los tratamientos, con un nivel de confianza del 95% tal como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18.

Análisis de varianza del pH evaluada en los tratamientos

Fuente	SC	Gl	C M	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,255372	3	0,0851239	0,91	**0,4410**
Intra grupos	5,41537	58	0,0933685		
Total (Corr.)	5,67074	61			

Nota: SC = Suma de Cuadrados; Gl = grados de libertad; CM = Cuadrado medio; Razón-F=Distribución Fisher, Valor–P= Significancia

4.2.1.3. Solidos Solubles Totales (SST)

Los grados brix miden la cantidad de sólidos solubles totales presente en un jugo o pulpa expresado en porcentaje de sacarosa. Los sólidos totales se componen por los azúcares, sales y demás compuestos solubles en agua presente en los jugos de las células de una fruta. (Paredes, 2011)

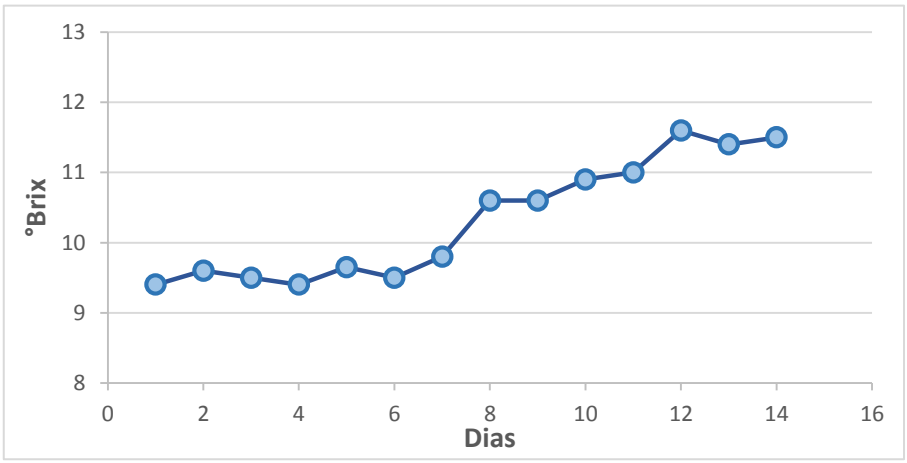


Figura 11. Análisis de Solidos Solubles Totales. Comportamiento de los Solidos Solubles Totales en el tratamiento testigo TO. Tablas de análisis (Anexo 2.3.)

En la Figura 11 podemos observar que el tratamiento testigo inicia con un valor de 9,4 °brix, el segundo día aumentó a 9,6 °brix y disminuye a (9,5 °brix) el tercer día, y así asciende lentamente hasta el día 14 (11,5 °brix).

Los grados brix van de la mano con el porcentaje de ácido málico presente en la pera, de acuerdo con la figura 12 Podemos observar cómo va disminuyendo la acidez y como va en aumento los grados brix tienden a aumentar en relación a los días transcurridos, esto se debe a la formación de ácido orgánico en azúcares como fuente de energía para la pera.

En la figura 12 *se observa el comportamiento de los Solidos Solubles Totales que va en aumento con el paso del tiempo*

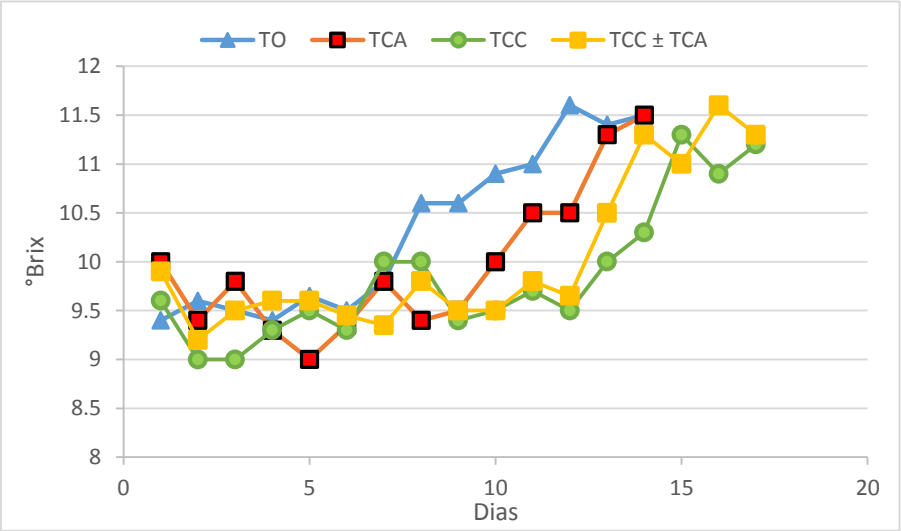


Figura 12. Análisis de Solidos Solubles Totales. Comportamiento de los Solidos Solubles Totales en los tratamientos T0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba), Tablas de análisis (Anexo 2.3.)

En la Figura 12 se observa el comportamiento de los °brix de los tratamientos *T*0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba). El tratamiento TCA inicia con 10 °brix, el tratamiento TCC con 9,6 y el tratamiento TM 9.9, Podemos observar que el primer día todo el tratamiento se asemeja en el ° brix, las variaciones van a depender de las características metabólicas que tiene cada muestra evaluada. A los 2 días el tratamiento TCA tiende a disminuir a 9,4 °brix descendiendo bruscamente el día 5 (9° brix), en los siguientes aumenta lentamente hasta el día 13 (11,3° brix), para finalmente caer el día 14 (11.5° brix). El tratamiento TCC en el día 2

(9° brix), para luego aumentar en el día 8 (10° brix), posteriormente decae en el día 9 (9,4° brix), para finalmente aumentar en el día 17 (11,2° brix). El tratamiento TM en el día 3 (9,5° brix), para luego aumentar en el día 4 (9,6° brix), y finaliza el día 17 queda con 11,3 °brix.

Para comprar la significancia de los tratamientos, se realizó un análisis varianza (ANOVA), donde no existe diferencia significativa (p=0,4034) entre los tratamientos, con un nivel de confianza del 95% tal como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19.

Análisis de varianza de Solidos Solubles Totales evaluada en los tratamientos

Fuente	SC	Gl	C M	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,77488	3	0,591627	0,99	**0,4034**
Intra grupos	34,6224	58	0,596938		
Total (Corr.)	36,3973	61			

Nota: SC = Suma de Cuadrados; Gl = grados de libertad; CM =Cuadrado medio; Razón-F=Distribución Fisher, Valor–P= Significancia

4.2.1.4. Pérdida de peso

El contenido de agua en las frutas compone del 90 al 95% del peso total y este a su vez tiene gran influencia sobre la calidad del fruto, es debido a que incluso la pérdida más pequeña de agua (< 1%) puede originar cambios fisiológicos el cual generará un impacto negativo reduciendo su vida útil (Damodaran, 2008).

Figura 13 se observa el comportamiento de la pérdida de peso de la pera que va en aumento con el paso del tiempo.

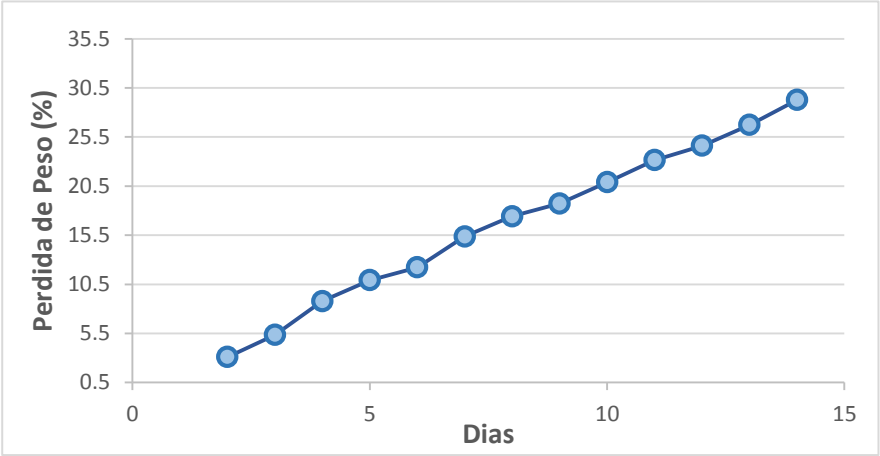


Figura 13. Análisis de Pérdida de peso expresado en porcentaje del tratamiento testigo TO, Tablas de análisis (Anexo 2.4.).

En la Figura 13 se observa el comportamiento del tratamiento testigo, este inicia con un porcentaje d perdida de agua de 3,1 % y va en aumento conforme la pera va madurando hasta el día 14 con un porcentaje de pérdida de agua de 29,261 %.

Las frutas pierden líquido por evaporación, incluso los productos que no ha sufrido ninguna lesión pierden un porcentaje de agua durante su almacenamiento y postcosecha. La fuerza que impulsa la pérdida de agua en el gradiente de concentración entre el vapor de agua en el interior de los espacios intercelulares del producto y el vapor de agua del entorno en el que se encuentra (Moreno y Flores, 2017).

Figura 14 se observa el comportamiento de la pérdida de peso que va en aumento con el paso del tiempo.

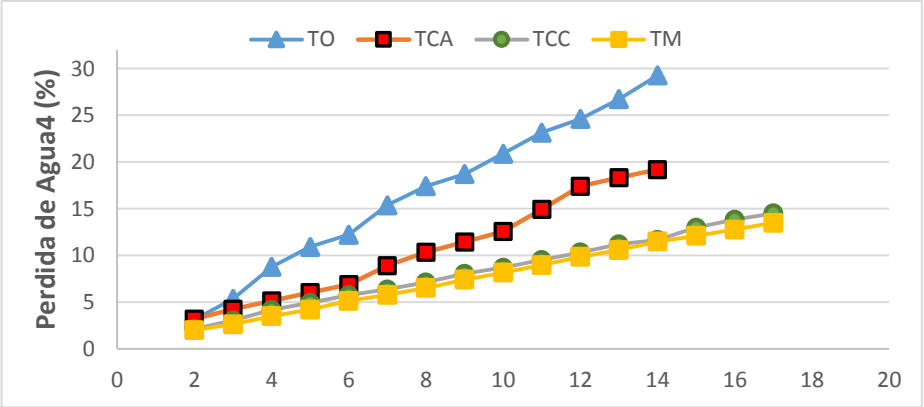


Figura 14. Análisis de Pérdida de peso expresada en porcentaje en los tratamientos T0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba), Tablas de análisis (Anexo 2.4.)

En la Figura 14 se observa el comportamiento del porcentaje de pérdida de agua de los tratamientos T0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba). El tratamiento TCA empieza con un porcentaje de pérdida de agua de 3,17 %, el cual va aumentando conforme avanza el proceso de maduración hasta llegar a un porcentaje de pérdida de agua al día 14 (19,191 %). El tratamiento TCC inició con un porcentaje de pérdida de agua de 2,13 % el cual va aumentando conforme avanza el proceso de maduración hasta llegar a un porcentaje de pérdida de agua al día 17 (14,494 %). El tratamiento TM inició con un porcentaje de pérdida de agua de 2 % el cual va aumentando conforme avanza el proceso de maduración hasta llegar a un porcentaje de pérdida de agua al día 17 (13,48 %).

El efecto neto de la transpiración es una pérdida de agua del producto cosechado, que no puede ser reemplazada. La velocidad con que se pierde esta apara será un factor determinante en la vida de postcosecha del producto. La pérdida de agua causa una disminución significativa del peso y a medida que avanza, disminuye la apariencia y elasticidad del producto perdiendo su turgencia, es decir, se vuelve blando y marchito. (Moreno y Flores, 2017)

Para comprar la significancia de los tratamientos, se realizó un análisis varianza (ANOVA), donde existe diferencia significativa (p=0,0002) entre los tratamientos, con un nivel de confianza del 95 % tal como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20.

Análisis de varianza de pérdida de agua evaluada en los tratamientos

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
TM	16	7,778	X
TCC	16	8,38156	X
TCA	13	10,6559	X
TO	13	16,6528	X

Fuente	S C	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	682,445	3	227,482	7,62	**0,0002**
Intra grupos	1612,69	54	29,8647		
Total (Corr.)	2295,14	57			

Nota: SC = Suma de Cuadrados; Gl= grados de libertad; CM=Cuadrado medio; Razón-F=Distribución Fisher, Valor–P= Significancia

En la tabla 21 se evalúa la Prueba Múltiple de Rango con la finalidad de determinar si los tratamientos son significativamente diferentes. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0 % de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Tabla 21.

Prueba Múltiple de Rangos de los tratamientos para la pérdida de agua

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
TO - TCA	*	5,99685	4,29746
TO - TCC	*	8,27121	4,09106
TO - TM	*	8,87477	4,09106
TCA - TCC		2,27436	4,09106
TCA - TM		2,87792	409106
TCC - TM		0,603563	3,87368

Nota: M= media; GM= grupo homogéneos; +/- límites

4.2.1.5. Firmeza

El método para determinar la firmeza es la más utilizada como parámetro para determinar la maduración del fruto; Se observa el comportamiento de la firmeza de la pera que va en descenso.

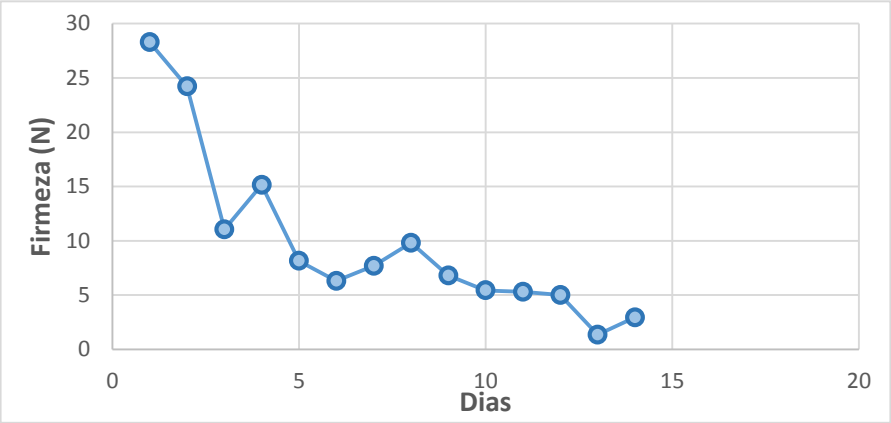


Figura 15. Análisis de Firmeza. Firmeza tratamiento testigo TO, Tablas de análisis (Anexo 2.5.)

En la Figura se observa el comportamiento del tratamiento testigo, este inicia con una firmeza de 28,3 N y van disminuyendo conforme la pera va madurando hasta el día 14 con 2,94 N/m2.

La firmeza disminuye a través del tiempo, siendo más rápido en los productos almacenados a temperaturas más elevadas, es decir, la resistencia a la penetración es mayor cuando menor sea la temperatura de almacenamiento (Parra et al., 1998).

Figura 16 Se observa el comportamiento de la Firmeza que disminuye con el paso del tiempo

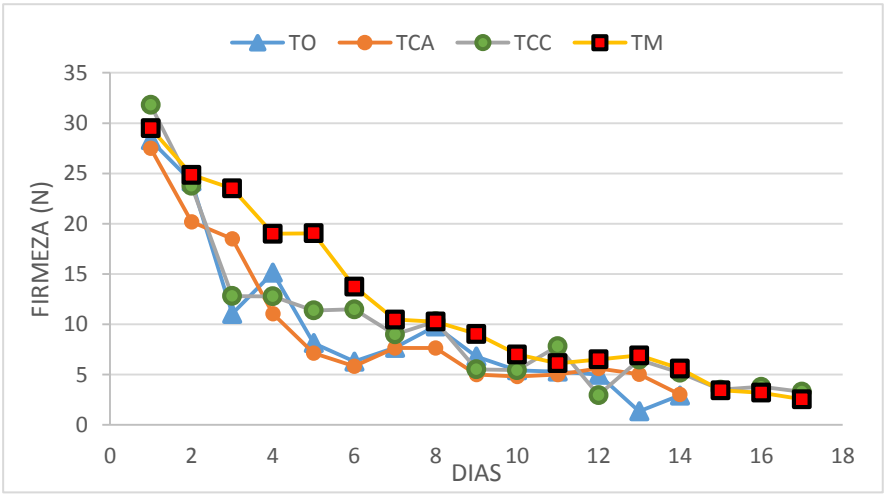


Figura 16. Análisis de Firmeza. Pérdida de agua expresada en porcentaje en los tratamientos T0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba), Tablas de análisis (Anexo 2.5.).

En la Figura 16 se observa el comportamiento de firmeza de los tratamientos *T*0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba). El tratamiento TCA empieza con una firmeza de 27,5 N/m2 el cual va disminuyendo conforme avanza el proceso de maduración hasta llegar a una firmeza el día 14 (3,04 N/m2). El tratamiento TCC empieza con una firmeza de 31,8 N el cual va disminuyendo conforme avanza el proceso de maduración hasta llegar a una firmeza el día 17 (3,3 N/m2). El tratamiento TM empieza con una firmeza de 32,8 N el cual va disminuyendo conforme avanza el proceso de maduración hasta llegar a una firmeza el día 17 (2,56 N/m2).

En la tabla 22 se compara la significancia de los tratamientos, se realizó un análisis varianza (ANOVA), donde no existe diferencia significativa (p=0,8326) entre los tratamientos, con un nivel de confianza del 95 %

Tabla 22.

Análisis de varianza de Firmeza evaluada en los tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	52,9281	3	17,6427	0,29	**0,8326**
Intra grupos	3531,81	58	60,8932		
Total (Corr.)	3584,74	61			

Nota: SC = Suma de Cuadrados; Gl= grados de libertad; CM = Cuadrado medio; Razón-F=Distribución Fisher, Valor–P = Significancia

4.2.1.6. Tasa de Respiración

La tasa de respiración representa un proceso metabólico de producción CO_2 por consumo de O_2, que permite evaluar la efectividad del recubrimiento y por ende de las formulaciones, ya que la velocidad a la que respira un producto constituye una guía para calcular cuánto puede durar su vida comercial (Wills et al., 1998).

Figura 17 tasa de respiración de la muestra testigo

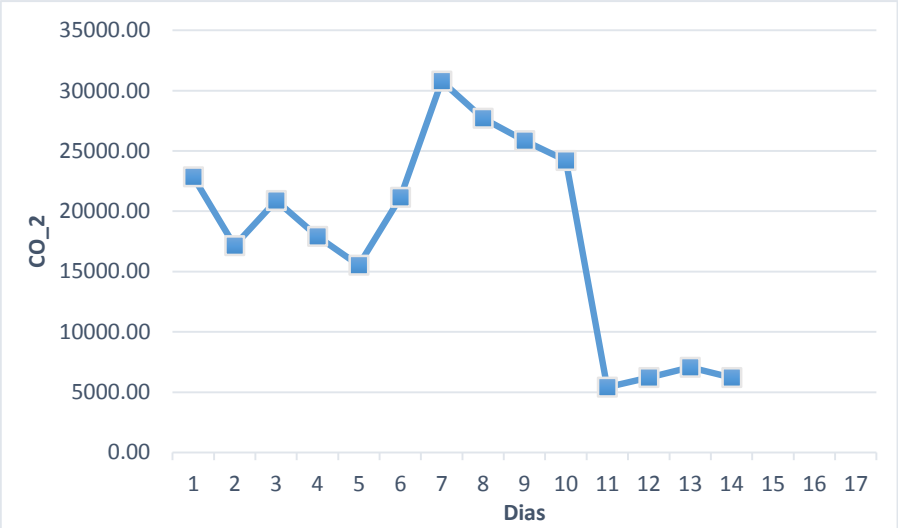


Figura 17. Análisis de CO_2. Comportamiento de la Tasa de Respiración del tratamiento testigo (TO), Tablas de análisis (Anexo 2.6.).

Observando la Figura 17 el tratamiento testigo inicia con una Tasa de Respiración 22853,16 mg. CO_2/kg.h para continuar en ascenso lento hasta el día 7 (30792,86 mg. CO_2/kg.h) para decaer mínimamente en el día 11 (5418,97 mg. CO_2/kg.h), a partir del cual empieza experimenta un nuevo ascenso hasta llegar al pico climatérico en día 13 (7064,82 mg. CO_2/kg.h).

Al envejecer los productos de origen vegetal se produce una disminución en la tasa respiratoria, algunas hortalizas como el tomate, muestran un súbito incremento en la actividad metabólica y en la tasa de respiración conforme avanza su maduración. A este fenómeno se le conoce como climaterio y está generalmente relacionado con cambios externos en la apariencia del producto, característicos de la madurez y senescencia, tales como cambios en la composición,

desarrollo de color externo y cambios en la textura y el sabor (Hernández, 2013).

Figura 18 Se observa el comportamiento de la tasa de respiración que va en aumento con el paso del tiempo

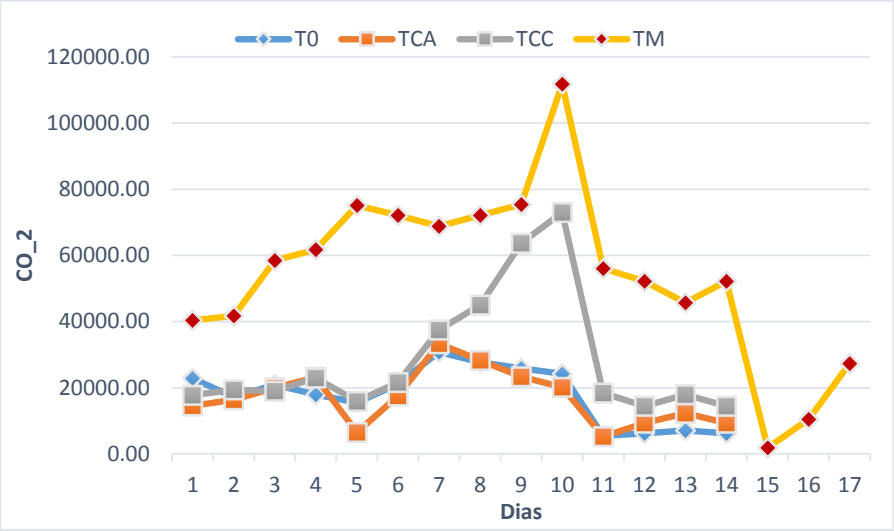


Figura 18. Análisis de CO_2. Comportamiento de la Tasa de Respiración de los tratamientos, T0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba), Tablas de análisis (Anexo 2.6.). El recubrimiento incrementa desordenes asociados con una alta concentración de CO_2 (Ben-Yehoshua, 1969).

En la Figura 18 se observar el comportamiento de la Tasa de Respiración de los tratamientos T0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba), los cuales fueron agrupados por las similitudes existentes en la composición de cera de abeja y carnauba. El tratamiento T0 inicia con una Tasa de Respiración 22853,16 mg. CO_2/kg.h para continuar en ascenso lento hasta el día 10 (30792,86 mg. CO_2/kg.h) para decaer considerablemente en el día 11 (5418,97 mg. CO_2/kg.h), a partir del cual empieza experimenta un nuevo ascenso hasta llegar al pico climatérico en día 13 (7064,82 mg. CO_2/kg.h), y decaer lentamente hasta el día 14 (6215,69 mg. CO_2/kg.h). El tratamiento TCA inicia con una Tasa de Respiración 14560,19 mg. CO_2/kg.hr, asciende mínimamente en el día 4 (23135,60 mg. CO_2/kg.h) y decae en el día 5

(6484,39 mg. CO_2/kg.h), posteriormente continúa ascendiendo hasta llegar al pico climaterio en día 7 (33295,00 mg. CO_2/kg.), para finalmente decaer hasta el día 11 (5257,50 mg. CO_2/kg.hr). El tratamiento TCC inicia con una Tasa de Respiración 17778,64 mg. CO_2/kg.hr, asciende en el día 4 (22936,72 mg. CO_2/kg.h) y decae en el día 5 (15917,80 mg. CO_2/kg.h), posteriormente continúa ascendiendo hasta llegar al pico climaterio en día 10 (72952,55 mg. CO_2/kg.h), para finalmente decaer hasta el día 14 (14479,80 mg. CO_2/kg.h). El tratamiento TCM inicia con una Tasa de Respiración 40367.67 mg. CO_2/kg.hr, continúa en ascenso hasta el día 5 (75083,68 mg. CO_2/kg.hr) y decae en el día 7 (68876,25 mg. CO_2/kg.h), posteriormente empieza experimenta un nuevo ascenso hasta llegar al pico climatérico en día 10 (111759,11 mg. CO_2/kg.h), para finalmente decaer hasta el día 15 (1865,00 mg. CO_2/kg.h). Los resultados finales de observan en el Anexo 1.8, donde se observa una clara diferencia en el color. El recubrimiento genera cambio de textura, oxidación perdida de aromas entre otros, incide en su calidad final (Montalvo et al., 2012).

La velocidad a que respira un producto constituye un índice de la actividad metabólica de sus tejidos y es una guía útil para calcular cuánto puede durar su vida comercial. Si se sigue la actividad respiratoria de una fruta o una hortaliza a través del consumo de oxígeno o del desprendimiento de dióxido de carbono a lo largo de su desarrollo, maduración fisiológica, maduración organoléptica y senescencia, se obtendrá una pauta respiratoria característica (Wills et al., 1998).

Para comparar la significancia de los tratamientos, se realizó un análisis varianza (ANOVA), donde se descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 15,1716, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95.0 % de confianza, tal como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23.

Análisis de varianza de $\mathbf{CO_2}$ evaluada en los tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,44672E10	3	4,82238E9	15,17	0,0000
Intra grupos	1,74821E10	55	3,17856E8		
Total (Corr.)	3,19492E10	58			

Nota: SC = Suma de Cuadrados; Gl= grados de libertad; CM = Cuadrado medio; Razón-F=Distribución Fisher, Valor–P = Significancia

En la tabla 24, se evalúa la Prueba Múltiple de Rango con la finalidad de determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla 24.

Prueba Múltiple de Rangos de los tratamientos para el $\mathbf{CO_2}$

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
TCA	14	17098.6	X
TO	14	17785.4	X
TCC	14	28659.4	X
TM	17	54319.4	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
TO - TCA		686.77	13504.4
TO - TCC		-10874.1	13504.4

TO - TM	*	-36534.0	12894.8
TCA - TCC		-11560.8	13504.4
TCA - TM	*	-37220.8	12894.8
TCC - TM	*	-25660.0	12894.8

*Nota, T0 = tratamiento testigo; TCA = tratamiento cera de abeja; TCC = tratamiento cera de carnauba; TM = tratamiento mezcla (cera de abeja y cera de carnauba), * = indica una diferencia significativa entre los tratamientos*

4.2.1.7. Color

Los colores aparecen con sus componentes primarias de rojo, verde y azul. Los valores de R, G, y B se encuentran a lo largo de tres ejes, lo que se refleja en datos es la intensidad de cada color. Todos los valores de R, G y B están en el intervalo [0,1]. En el caso de imágenes digitales los valores de R, G y B son números enteros y van de 0 a 255, lo cual permite generar 16 777 216 colores (Pérez, 2009).

Tabla 25.

Colores del tratamiento testigo por cada 5 días

T0				
Día	R	G	B	Color
1	149	140	44	#958c2c
5	164	163	72	#a4a348
10	183	151	70	#b79746
14	143	104	72	#8f6848

Nota: La intensidad de color toma valores de rojo (R), verde (G) y azul (B)

Se observa en la tabla 25 el cambio de color del tratamiento testigo iniciando con un color Sycamore (#958c2c), el día 5 se observa un ligero cambio Olive Green (#a4a348), el día 10 el cambio de color es notorio pasando a Tussok (#b79746), el día 14 el color sufre un cambio drástico leather (#8f6848). El color de la fruta testigo (T0) es aceptable los 5 primeros días, ligeramente aceptable hasta el día 10 y posteriormente tiende a un color no aceptable a simple vista.

Tabla 26.

Colores del tratamiento con cera de abeja por cada 5 días

TCA				
DÍA	R	G	B	COLOR
1	154	150	46	#9a962e
5	143	139	53	#8f8b35
10	193	169	90	#c1a95a
14	162	124	75	#a27c4b

Nota: La intensidad de color toma valores de rojo (R), verde (G) y azul (B)

Se observa en la tabla 26 el cambio de color del tratamiento con cera de abeja en un periodo de 14 días, iniciando con un color Sycamore (#9a962e), el día 5 se mantiene el color Sycamore #8f8b35), el día 10 el cambio de color es notorio pasando a Husk (#c1a95a), el día 14 el color sufre un cambio drástico a Driftwood (#a27c4b). El color de la fruta (TCA) es aceptable los 5 primeros días, ligeramente aceptable hasta el día 10 y posteriormente tiende a un color no aceptable a simple vista.

Tabla 27.

Colores del tratamiento con cera de carnauba por cada 5 días

TCC				
DÍA	R	G	B	COLOR
1	153	155	57	#999b39
5	158	152	60	#9e983c
10	158	140	68	#9e8c44
14	111	76	57	#6f4c39

Nota: La intensidad de color toma valores de rojo (R), verde (G) y azul (B)

Se observa en la tabla 27 el cambio de color del tratamiento con cera de carnauba en un periodo de 14 días, iniciando con un color Sycamore (#999b39), el día 5 se mantiene el color Sycamore (#9e983c), el día 10 mantiene el color con ligero cambio en la tonalidad a Sycamore (#9e8c44), el día 14 el color sufre un cambio drástico a Spice (#6f4c39). El color de la fruta (TCA) es aceptable los 5 primeros días, incluso hasta el día 10 y posteriormente tiende a un color no aceptable a simple vista.

Tabla 28.

Colores del tratamiento Mezcla (Cera de abeja y carnauba) por cada 5 días

TM				
Día	R	G	B	Color
1	154	160	160	#99a036
5	139	144	58	#8b903a
10	135	139	65	#878b41
14	136	134	48	#888630
17	94	93	40	#5e5d28

Nota: La intensidad de color toma valores de rojo (R), verde (G) y azul (B)

Se observa en la tabla 28 el cambio de color del tratamiento Mezcla (Cera de abeja y carnauba) iniciando con un color Trendy Green (#99a036), el día 5 se observa un cambio mínimo a Sycamore (#8b903a), el día 10 no hay cambio Sycamore (#878b41), el día 14 el color se mantiene Sycamore (#888630) y finalmente el día 17 se observa un ligero cambio a Costa del sol (#5e5d28). El color de las peras con recubrimiento de carnauba y cera de abeja (TM) es aceptable los 14 primeros días, ligeramente aceptable hasta el día 17 a simple vista.

4.2.2. Vida Útil en relación con pH y CO_2

a) pH.

La vida útil de la pera dependerá de los parámetros de pH (4.04 – 4.90) establecidos por (Parra et al., 1998), los cuales se mostrará en la figura 19.

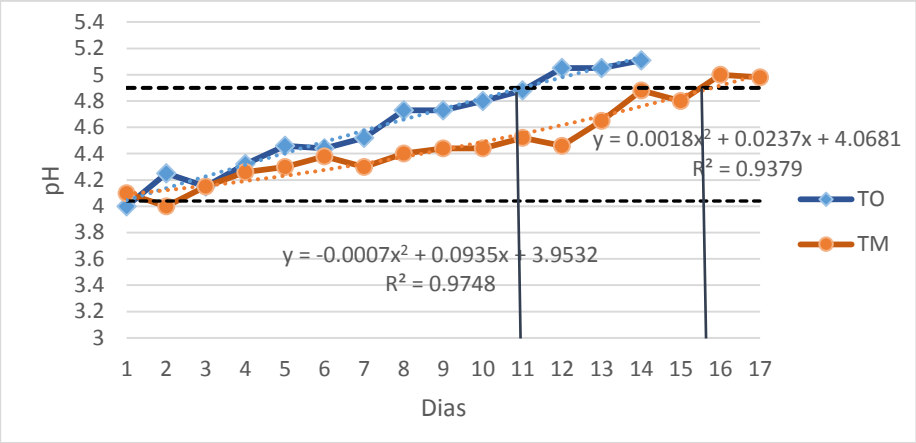


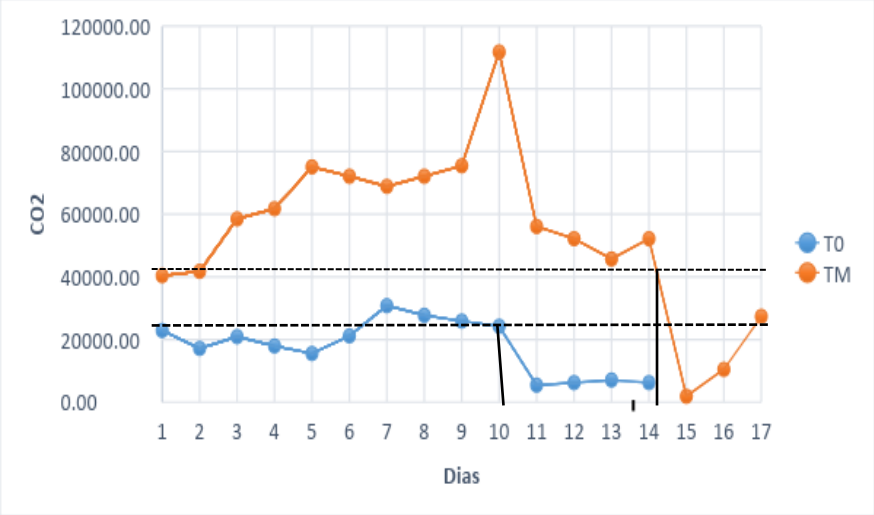
Figura 19. Evaluación del pH en pera de los tratamientos; Tratamiento testigo (T0) y tratamiento mezcla TM (cera de abeja más cera de carnauba), Tablas de análisis (Anexo 2.2.).

Se observa en la figura 19 de acuerdo con los parámetros establecidos por Parra vemos que el comportamiento del tratamiento que obtuvo mayor vida útil (TM) tiene un promedio de 15 a 16 días y el tratamiento que tiene una menor vida útil (TO) tiende a durar 11 días.

b) CO_2.

En la Figura 20 corresponde a La velocidad que respira un producto constituye un índice de la actividad metabólica de sus tejidos y es una guía útil para calcular cuánto puede durar su vida útil comercial, Orbegoso y Moreno (2017).

Figura 20. Determinación del CO_2 de los tratamientos; Tratamiento



testigo (T0) y tratamiento mezcla TM (cera de abeja más cera de carnauba). Tablas de análisis (Anexo 2.6.)

En la Figura 20 vemos el comportamiento de los tratamientos TM y TO durante su evaluación, la caída de CO_2 en los días TO (10 a 11) y TM (14 a 15) entrando a su etapa de senescencia, eso indica que es apto para su vida comercial.

4.2.3. Comparación de parámetros para la Vida Útil

a) Relación entre la firmeza y acidez

En la Figura 21 Se observa el comportamiento que tienen la firmeza y la acidez durante 17 días del mejor tratamiento TM (cera de carnauba y cera de abeja).

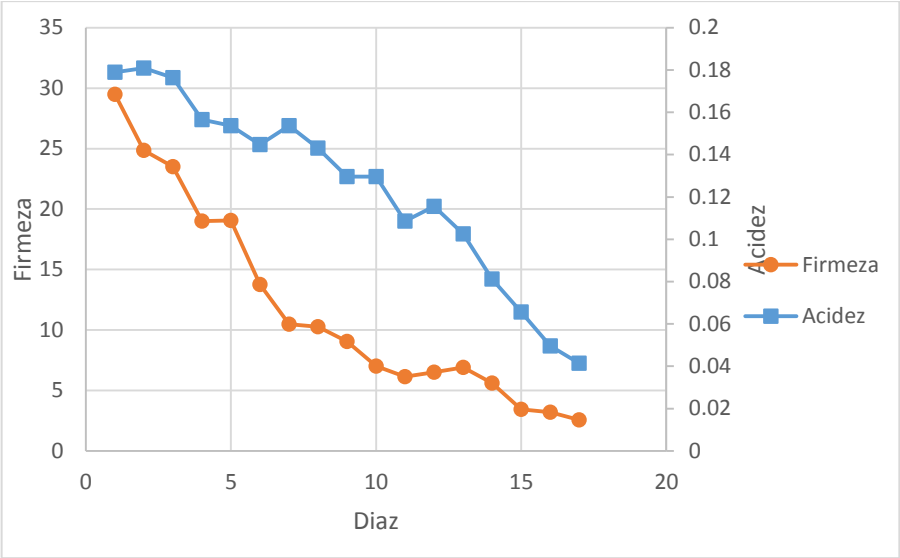


Figura 21. Comportamiento de la acides titulable y de firmeza de la pera variedad Packham´s triumph, Tablas de análisis (Anexo 2.1. y 2.5.)

El Comportamiento de la firmeza del tratamiento (TM) en el primer día fue de 29.5 N/m2 y el último día fue de 2.56 N/m2, este comportamiento de debe a que las sustancias que le proporcionan la turgencia al fruto (Pectina y Proto pectina) se transforman en ácidos péptidos solubles en agua y otras sustancias, produciendo ablandamiento en las frutas (Hernández et al., 2006).

b) Relación entre el pH y acidez

El contenido de acidez es un factor importante en la vida útil de las frutas, este está relacionado la capacidad de proliferación microbiana, valores bajos de acidez permitirá una vida más corta de las frutas (Ruiz y Rodríguez, 2014).

En la figura 22 Se observa el comportamiento que tienen la firmeza y la acidez durante 17 días del mejor tratamiento TM (cera de abeja y cera de carnauba)

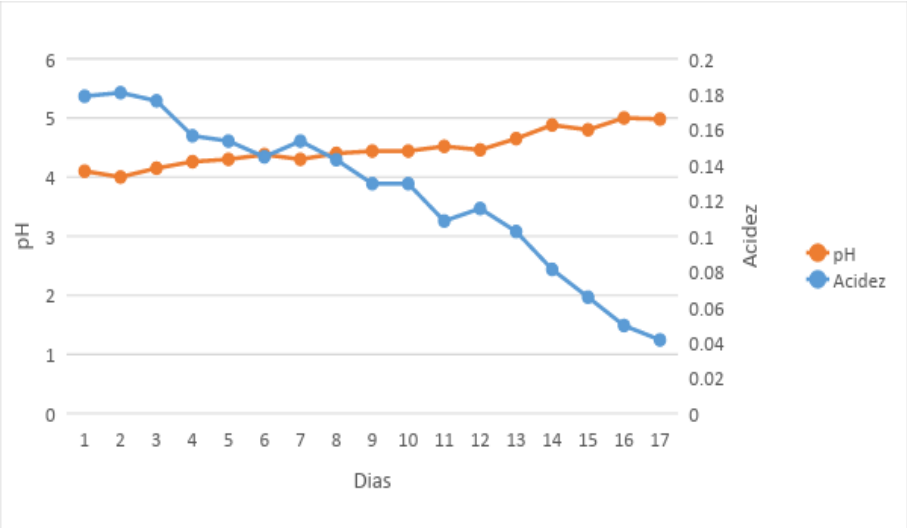


Figura 22. Comportamiento del pH y Acidez durante 17 días de la pera variedad Packham´s triumph, Tablas de análisis (Anexo 2.1. y 2.2.).

De acuerdo a la figura 22 muestra la relación de pH y la acidez, en cuanto la Acidez disminuye el pH aumenta, debido a la liberación de ácido orgánico en la respiración de las frutas y a su incremento de sólidos solubles.

DISCUSIÓN

La proporción utilizada del recubrimiento fue del 12 % en solución acuosa, este resultado se obtuvo del promedio de las investigaciones realizadas por (Fernando et al., 2015) quien evaluó un recubrimiento a base de proteína de suero y cera de abeja sobre la uchuva donde determino la mejor proporción del recubrimiento la cual fue de 12,95 %, así mismo Quintero (2012) en el estudio de la formulación de un recubrimiento comestible para frutas cítricas tiene un proporción de 12 % ya que este disminuye la pérdida de peso de las fruta, para finalizar (Acosta et al., 2013) en la elaboración y evaluación de un recubrimiento comestible para la conservación postcosecha del tomate de árbol utilizó 10,6 % de recubrimiento sobre solución acuosa.

La investigación determinó que el mejor es el tratamiento con cera de abaja y ceras de carnauba (TM) que corresponde a la mezcla compuesta por 40 % cera de abeja y 60 % cera de carnauba aumento la vida útil de la pera de 5 días de diferencia con la muestra testigo (TO), obteniendo resultados similares de Maccapa (2015) quien obtuvo un aumento de 6 días en el estudio de efecto de la aplicación de un recubrimiento biodegradable a base de aislado de proteína de suero sobre la vida útil de la chirimoya y fresa, también Villegas y Albarracín (2016) investigaron el efecto de un recubrimiento comestibles a base de hidroxipropil metilcelulosa con la inclusión de cera de abejas sobre la vida útil de la mora de castilla donde obtienen un incremento de 10 días de diferencia con la muestra testigo y el mejor tratamiento, así mismo Rodríguez (2017) obtuvo un incremento de 5 días en el estudio de efecto del quitosano como revestimiento comestible en yacón mínimamente procesado para aumentar su vida útil.

El tratamiento (TCA) cera de abeja no fue significativo, porque no hubo diferencia con el tratamiento testigo (T0), quienes tuvieron 12 días de vida útil, obteniendo valores inferiores a los de Villegas y Albarracín (2016) quienes evaluaron la aplicación de un recubrimiento comestible sobre la vida útil de la mora de castilla, mantenido las características fisiológicas intactas de la mora durante 15 días usando como recubrimiento hidroxipropil meticulosa y cera de abeja a una temperatura de 4 ^{a}C.

El tratamiento TCA (cera de abeja) no fue significativo, porque no hubo diferencia con el tratamiento testigo (T0), quienes tuvieron 11 días de vida útil según los parámetros establecido por Parra (1998).

El tratamiento TCC (cera de carnauba) aumento la vida útil de la pera por 4 días de diferencia con la muestra testigo T0, obteniéndose menores que (Costa et al., 2012) quien establece que el aumento de la fresa con cera de carnauba a 22 °C fuer de 5 días, también establece Cáceres et al. (2003) que aumentó 7 días con el uso de cera de carnauba sobre la mandarina variedad Clemenules.

El análisis de pérdida de peso el tratamiento TM (cera de abeja y cera de carnauba) fue el que tuvo menor pérdida de peso con un valor de 11,483 % hasta los 14 días y el tratamiento testigo fue de 29,261 %, evitando una pérdida de líquido del 17,778 % con respecto a la prueba testigo, así mismo (Marquez et al., 2007) determino en el estudio de la aplicación de gelatina sobre la calidad de la fresa que a los 10 días el mejor tratamiento tuvo una pérdida de peso que de 13 %, y el tratamiento testigo fue de 20 %, evitando una pérdida de líquido del 7 %, también (Hernández et al,2011) en el estudio del efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate obtuvo valores del mejor tratamiento que a los 14 días la pérdida de peso fue de 8,33 %, y el tratamiento testigo fue de 11,11 %, evitando una pérdida de líquido del 2,78% % con respecto a la prueba testigo, para finalizar (Miranda et al., 2014) estudio el efecto de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya donde obtienen resultados hasta los 9 días, donde resulta que el mejor tratamiento con almidón fue de 9,54 %, y el tratamiento testigo fue de 12,75 %, evitando así un pérdida de peso del 3,21 %. con respecto al tratamiento testigo.

El análisis de firmeza el tratamiento TM (cera de abeja y cera de carnauba) fue el que mantuvo mayor firmeza de rompimiento a los 14 día obtuvo una firmeza de 5,6 N y el tratamiento testigo fue de 2,54 N evitando una pérdida de firmeza del 54,64 %, así mismo (Miranda et al., 2014) estudio el efecto de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya durante 9 días donde el mejor tratamiento evito una pérdida del 38 % en relación al tratamiento testigo, también (Hernández et al., 2011) en el estudio del efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate obtuvo valores que a los 17 días el mejor tratamiento tuvo valor de 9,54 N evitando así una pérdida del 67,57 %, para finalizar (Estrada et al., 2015) en el estudio del efecto de recubrimiento protectores sobre la calidad del

mango en postcosecha tuvo un rendimiento de 54 % siento este menor a nuestros resultados.

En la figura 22 el comportamiento de ácido málico decrece en medida de que el fruto se desarrolla, varios autores concuerdan que es debido a que los ácidos orgánicos presentes se van transformando en otras sustancias (azúcares) en el proceso de respiración, también no indican con el pasar del tiempo estos ácidos se convierten en ácido péptidos solubles en agua, los cuales se van perdiendo en la respiración del fruto y generan pérdida de peso de la misma. Para finalizar

De los datos recopilados en la medición de CO_2, se observa mejores resultados en el tratamiento mezcla (cera de abeja y carnauba) con valores más alto de respiración, manteniéndose por encima de los demás tratamientos tanto en la disminución como en el incremento de la tasa respiratoria, este comportamiento lo explica Avena-Bustillos, Krochta y Saltveir (1997), donde indican que las propiedades del fruto dependerán del tiempo de material utilizado como recubrimiento, este mecanismo es crear una barrera física a los gases, reduciendo la disponibilidad de O2 e incrementan la concentración de CO2. Así mismo Ben-Yehoshua (1969). Según el tipo de recubrimiento aplicado en la fruta puede modificar su atmosfera interna e incrementar desordenes asociados con una alta concentración de CO2 o una baja de O2. El valor más alto registrado fue el día 10 con un valor 111759,11 mg. CO_2/Kg.h., climaterio alcanzado para todos los tratamientos y a su vez término de la vida útil con excepción del tratamiento mezcla (cera de abeja y carnauba) prolongando su vida útil por 4 días, tomando el día 14 un valor de 52165,9 mg. CO_2/Kg.h. Del mismo modo Figueroa (2013) mediante el uso de almidón de yuca como de recubrimiento en frutos de mango cv. Tommy atkins, consiguió extender el pico climatérico de estos frutos en dos días adicionales. En este punto Gonzáles (2013). Confirma patrones de respiración elevados con tendencia ascendente y presencia de picos climatéricos en el arazá. Respecto a la producción de etileno Cardozo (2012) observó que en las frutas de soursop estudiadas crecía durante la postcosecha, con picos sobresalientes en los días 4 y 6, siendo este último el más grande, con una producción de 186,9 ml. CO_2/Kg.h. Las frutas alcanzaron su producción máxima de etileno el día 8 después de la cosecha, al anotar 133,2 ml. CO_2/Kg.h.

Por la comparación de las imágenes realizadas a lo largo del experimento, en los tratamientos testigo y con cera de abeja se observa tendencia a un color amarillento, por el contrario el los tratamiento con cera de carnauba y la mezcla (cera de carnauba y de abeja) mantiene el color verde oscureciendo levemente. El mejor resultado de color verde característico de la pera se observa en el tratamiento mezcla (cera de carnauba y de abeja) por lo que podemos concluir que el recubrimiento ayuda a mantener el color durante más tiempo. En otros recubrimientos con quitosano, menciona Han et al. (2004) “El recubriente para frambuesa retrasa cambios en el color, acidez titulable y pH, además mejora la textura de la fruta”. Para Gómez (2011) los recubrimientos comestibles en mango influyen en los parámetros de calidad de la fruta incluyendo el color, la firmeza, las concentraciones de sólidos solubles, acidez total, ácido ascórbico, carotenoides totales, ácidos grasos volátiles. En el mismo sentido Falguera et al. (2011) determina que la apariencia es el atributo de mayor importancia en alimentos frescos y mínimamente procesados, con aspectos primarios considerados como tamaño y uniformidad de color, brillantez, y ausencia de defectos de contorno o aspecto de la piel.

CONCLUSIONES

1. El formulación con 40 % de cera de abeja y 60 % de cera de carnauba resulto con mayores condiciones tanto en la prueba de estabilidad y en el centrifugado, al 95 % de confianza.

2. La peras tratadas con el mejor recubrimiento (40 % cera de abeja y 60 % cera de carnauba) alargo la vida útil de la pera en cinco días promedio respecto a la que no tuvieron recubrimiento.

3. Las peras tratadas con recubrimientos de cera de abeja o cera de carnauba no mostraron efectos significativos sobre la vida útil, siendo similar a las peras sin recubrimientos.

4. La tasa respiratoria de muestras de pera con el recubrimiento compuesto de cera de abeja (40 %) y carnauba (60 %), se incrementó desde 40367,67 mg. CO_2/Kg.h hasta picos de 111759,11mg. CO_2/Kg.h, estadísticamente superior a los demás tratamientos al 95 % de confianza.

5. La pérdida fisiológica del peso registrada el día 14 para el tratamiento compuesto de cera de carnauba 60 % y cera de abeja 40 %, demuestra estadísticamente una diferencia significativa entre los demás tratamiento al 95 % de confianza.

6. El pH de la pera con recubrimiento compuesto con cera de carnauba y cera de abeja mostró valores aceptables de vida útil hasta el día 15 no obstante estadísticamente se demuestra que no existe diferencia significativa con los demás resultados, el recubrimiento no afecta los valores de pH para la pera.

7. Se observa que el color para el tratamiento compuesto con cera de carnauba 60 % y cera de abeja 40 % se mantiene verde característico y oscurece levemente al finalizar su vida útil.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer estudios de vida útil con la aplicación de la mejor formulación (60 % cera de carnauba y 40 % cera de abeja) almacenados en estado de refrigeración en la pera.

2. Evitar exponer el fruto a largos tiempos de secado con aire caliente, ya que esto acelera su deterioro.

3. Se sugiere que en estudios posteriores se realice la evaluación sensorial por medio de paneles entrenados con el fin de emitir un concepto en la aceptación de la pera.

4. En una futura investigación con recubrimiento de cera de carnauba y abeja se recomienda evaluar la tasa de respiración de etileno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre L., Roció Y. (2011). Efecto del ácido oleico sobre las propiedades de transferencia de masa de películas biodegradables de quitosano. Toluca – México.

- Andrea D., Zulma G., Leonardo F. (2005). Informe de laboratorio recepción de materia prima, análisis de control de calidad de frutas y verduras. CEDEAGRO.

- Arévalo A., Azucena P., Laínez A. (2018). Formulación y caracterización de una biopeliculas comestible elaborada a partir de almidón de Sorgo y Yuca. El Salvador.

- Aguilar M., M. A. (2013). Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate. México.

- Avena-Bustillos, R., Krochta, J. y Saltveit, E. (1997). Water vapour resistance of red delicious apples and celery sticks coated with edible caseinate-acetylated monoglyceride films. Journal of Food Science, 62, 351-354.

- Brezmes LL. (1999). Diseño de una nariz electrónica para la determinación no destructiva del grado de maduración de la fruta. Técnicas de control de calidad en fruta.

- Márquez J., Yepes D., Sánchez L., y Osorio A. (2017). Cambios fisicoquímicos del aguacate (Persea americana Mill. cv. “Hass”) en postcosecha para dos municipios de Antioquia. Colombia.

- Cabrera, L. (2003). Aplicación de métodos combinados para el control del desarrollo del pardeamiento enzimático en pera (variedad Blanquilla) mínimamente procesada. Valencia.

- Cardozo, C. J. M., Lozano, V. V., Betancur, D. P. Y., Velásquez, H. J. C., & Valenzuela, J. R. C. (2012). Caracterización Fisiológica y Físico-Química del

Fruto de la Guanábana (Annona muricata L. cv. Elita). Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 65(1), 6477-6486.

- Cartagena, R. (2016). Implementación de un sistema automatizado de monitoreo y control de la tasa respiratoria en postcosecha de frutas. Tacna - Perú.

- Castillo G. (2004). Desarrollo de métodos cromatográficos para la determinación de gibelinas y auxinas en caldos de fermentación. Ciudad de la Habana.

- Cáceres I., Martínez M., y Navarro P (2003). Influencia del encerado en la calidad de la mandarina “Clemenules” procedentes de sistemas de producción integrada. Revista Iberoamericana de tecnología postcosecha. México.

- Ciro Arias, Julio Toledo. (2007). Manual de Manejo de Postcosecha de Frutas Tropicales. FAO.

- Ccosi V., y Riveros R. evaluación de recubrimientos comestibles a base de mucílago de chía (salvia hispánica l.) sobre la conservación postcosecha de palta (persea americana mill.) variedad hass, Ayacucho - Perú.

- Costa M., Machado C., y Batista M. (2012). Aplicacation of carnauba-based wax maintains postharvest quality of ‘Ortanique’ tangor. Ciencia y tecnologia de alimentos.

- Estrada M., Padilla R., y Márquez C. (2015). Efecto de recubrimiento protectores sobre la calidad del mango (Mangifera indica L.) en poscosecha. Colombia.

- David Fernando, Liseth Yurani, Johana Carolna y Oswaldo Osorio. (2015). Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de lactosuero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica de uchuva (Physalis peruviana L.). Nariño-Colombia.
- Damoradan, S. (2008). Fennema química de los alimentos. ACRIBIA.

- FAO. (1992). Manual para el control de calidad de los alimentos. Alimentación y nutrición.

- Falguera V., Quintero. P., Jiménez A., Muñoz J. A., Ibarz A. 2011. Edible films and coatings: Structures, active function and trends in their use. Trends in Food Science and Technology 22:292-303.

- Fernández V., Bautista B., Ocampo R., y Falcón R. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación postcosecha de frutas y hortalizas. En Revistas Ciencias Tecnológicas Agropecuarias 94-105.

- Figueroa, J. A., Salcedo, J. G., y Narváez, G. J. (2013). Efecto de recubrimientos comestibles a base de almidón nativo y oxidado de yuca sobre la calidad de mango (Tommy Atkins). Temas agrarios, 18(2), 94-105.

- García C., Posligua E., Mantuano L., Basurto M., Montes G., y Delgado L. (2017). Recubrimiento comestible de quitosano, almidón de yuca y aceite esencial de canela para conservar pera (Pyrus communis L. cv. “Bosc”).

- Gonzáles, L., Aylas, B., Paima, K., y Bazán, A. (2013). Determinación de la tasa respiratoria de Eugenia stipitata Mc Vaugh (arazá) y Myrcyaria dubia HBK (camu-camu). Ciencia Amazónica (Iquitos), 3(1), 53-58.

- Gómez, E. (2011). Recubrimientos para frutas y hortalizas. V curso internacional tecnologia poscosecha y procesamiento minimo, 32.

- Guerreros E., M. U. (2017). Quitosano y almidón como recubrimiento biodegradable para prolongar la vida útil en palta (Persea americana Mill.) cultivar fuerte, Arequipa-Perú.

- Guillermo A., José B., Marcela V. (2013). Determinación física y bromatológica de la guanábana cimarrona (Annona glabra L.) del departamento de córdoba.

- Gilbert R., Elza A., Beatriz S., Soledad Q. (2013). Efecto de las metodologías de liofilización en la calidad de frutas deshidratadas. Perú.

- Han, C., Lederer, C., McDaniel, M. y Zhao, Y. (2004). Sensory evaluation of fresh strawberries (Fragaria ananassa) coated with chitosan based edible coatings. Journal of FoodScience, 70, S172-8.

- Hernández L., Catalina B., y Mosquera S. (2011) Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate. Revista de Investigación. Antioquia – Colombia.

- Hernández, N. (2013). "Caracterización fisicoquímica y microbiológica del tomate margariteño (Licopersicum esculentum var. España) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-envasado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente ". Universidad de Córdoba.

- Hernández, K. (2016). Formulación y caracterización de películas comestibles de almidón de papa nativo y modificado. México.

- Infoagro. (2010). EL CULTIVO DE LA MANZANA. Obtenido de INFOAGRO: http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/manzana.htm

- Javier Núñez. (2012). Evaluación de distintas técnicas de conservación en peras "Packham´s Triumoh" mínimamente procesadas. Santiago de Chile.

- Kader, A. (2007). Tecnología Postcosecha de Cultivo Hortofrutícolas. Centro de información e investigación en ecnologia postcosecha. California.

- Kester J., y Fennema O. (1986). Endoble films and coating: a review.

- Márquez, R. (2015). Aprovechamiento tecnológico de la cera de abeja para la obtención de productos sintéticos orgánicos, no tóxicos para el ser humano. Venezuela.

- Márquez M., Ramos L., y Pérez G. (2007). Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (fragaria vesca l.) almacenando en refrigeración. Mexico.

- Márquez J., Yepes D., Sánchez L., y Osorio A. (2017). Cambios fisicoquímicos del aguacate (Persea americana Mill. cv. “Hass”) en postcosecha para dos municipios de Antioquia.

- Maccapa, P. (2015). Efecto de la aplicación de un recubrimiento biodegradable a base de aislado de proteína de suero sobre la vida útil de la chirimoya (annona cherimola), fresa (fragaria vesca) y pera (pyrus communis). Puno – Perú.

- Medina Moral., Vicens Otero., Herrarte Sánchez. (2005). Análisis de varianza (ANOVA).

- Miranda D., Armando Alvis., y Guillermo A. (2014). Efecto de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (Carica papaya) variedad tainung.

- Montalvo C., López A., Paulo E. (2012). Películas comestibles de proteínas: características, propiedades y aplicaciones. En Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos (págs. 32-46). México.

- Moreno L., Flores L. (2017). Evaluación del efecto de un recubrimiento a base de sábila (Aloe vera) y aceite esencial de canela (Cannamomm verum) en el tiempo de vida útil del tomate (lycopersicum esculentum Mill). Roma.

- Paredes, H. (2011). Estudio de la influencia de los grados brix del chaguar mishque para la obtención de una bebida carbonatada tipo champagne. Ambato – Ecuador.

- Ojeda, F. (2012). Efecto de la inclusión de nuez común (Junglas regie L.) y transglutaminasa en la elaboración de un reestructurado de carne de alpaca (Vicugna paco L.). Lima – Perú.

- Parra C., Eugenio H., y Hernán C. (2006). Estudio de algunas propiedades físicas y fisiológicas precosecha de la pera variedad triunfo de Viena. Revista Bras Frutic, p. 55-59.

- Parra C., y Sánchez J. (1998). Características físicas y fisiológicas de la pera variedad triunfo de Viena (Pyrus communis L). Colombia.

- Pérez, M. A. A. (2009). Espacios de Color RGB, HSI y sus Generalizaciones a n-Dimensiones (Doctoral dissertation, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica). Mexico.

- Pierdrahita Gallo y Villegas Llano. (2016). Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible en la conservación de las características sensoriales y tiempo de almacenamiento de la mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.) sin espinas postcosecha.

- Quintero, R. (2012). Formulación de un recubrimiento comestible para frutas cítricas, estudio de su impacto mediante aproximación metabólica y evaluación de la calidad postcosecha. Colombia.

- Rodríguez, C. (2015). Efecto del tipo de recubrimiento y el tiempo de almacenamiento en la calidad de la carambola (Averrhoa carambola L.) almacenada en refrigeración. Ayacucho.

- Rodríguez, R. (2017). Efecto del quitosano como revestimiento comestible en Yacon (Smallanthus sonchifollus) mínimamente procesado para aumentar su vida útil. Cajamarca.

- Rosario, V. (2006). Caracterización fisicoquímica del membrillo Japonés (Chaenomeles sp. Lindl.). Universidad de Murcia.

- Ruiz D., Rodríguez S. (2014). Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria.

- López, C. (2006). Características fisicoquímicas y microbiológicas del tomate margariteño (Licopersicum esculentum var. España) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-envasado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente. España.

- Tasayco, C. (7 de 5 de 2013). La Pera Beneficios, Importancia y Origen. Obtenido de Blog Pera: http://elizaysufrutolapera.blogspot.com/2013/05/la-taxonomia.html

- Villamón D., Sapper M., Giné-Bordonaba J., Chiralt A., Palou L., Teixidó N., y Pérez-Gago M. B. (2018). Selección de recubrimientos comestibles para extender la vida útil de manzana y pera, (pg. 130-132).

- Wills, R., Macglasson, B., Graham, D., y Joyce, D. (1998). Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Zaragoza: Acribia, S.A.

- Vladimir V., Myrian S., y Katherine E. (2018). Estudio de la cera carnauba como compatibilizante en mezclas poli (ácido láctico) almidón de achira (Canna edulis). Revista Politécnica.

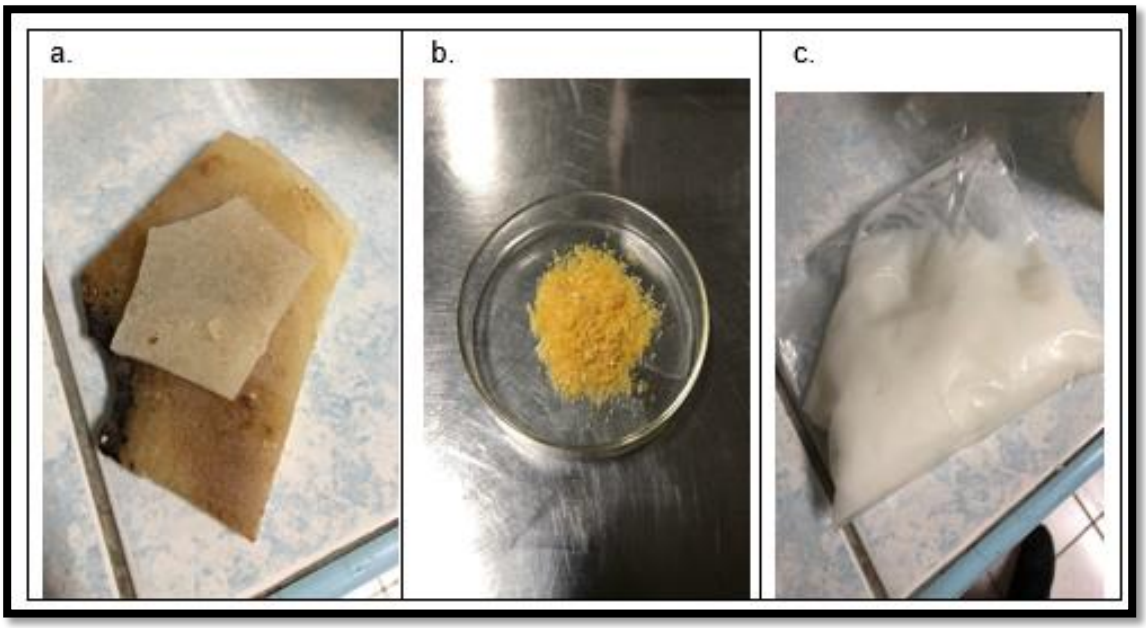
- Waldir Chavez y Atilio Arata. (2009). El cultivo del peral en la provincia de caravelí. Caraveli.

- Vasquez L., y Vidal L. (2010). Caracterización y alternativa de uso de una película biodegradable de quitosano a partir de la extracción de quitina de langostino. Pimentel – Peru.

- Yohana Ramos, Adan Casal y Beatriz Spengler. (2007). Estudio de la obtención de emulsificantes catiónicos a partir del aceite de coco. Toluca – Mexico.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías

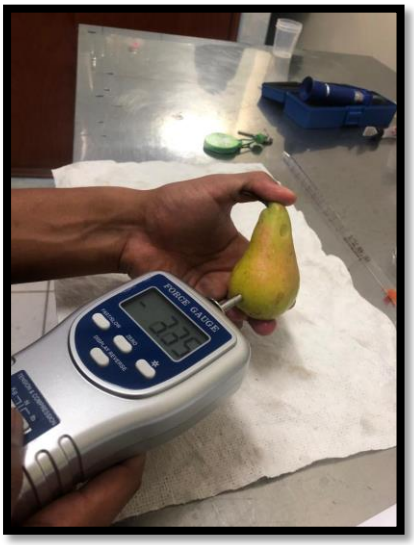


Anexo 1.1. Materia prima para la elaboración de recubrimiento, la numero a = cera de abeja; b = cera de carnauba; y c = emulsionador*.*

Anexo 1.2. Materia prima, preselección de la pera variedad "Packham´s triumph"

Anexo 1.3. Análisis pH.

Anexo 1.4. Análisis de Acidez.



Anexo 1.5. Análisis de Firmeza.

Anexo 1.6. Analisis de SST

Anexo 1.7. Análisis de CO_2, Se analizaron cuatro tratamientos dos veces diarias, utilizando una pequeña bomba durante 5 minutos al iniciar y finalizar el experimento.

Anexo 1.8. Tratamiento testigo, tratamiento cera de carnauba, tratamiento cera de abeja, en etapa de senescencia

Anexo 1.9. tratamiento mezcla en su pico más alto en el análisis de CO2

Anexo 2. Tablas de análisis

Anexo 2.1. Análisis de Acidez de los tratamientos

	TRATAMIENTO %			
DIAS	TO	TCA	TCC	TM
1	0.1845	0.1801	0.1836	0.1789
2	0.176	0.1654	0.1809	0.1809
3	0.1629	0.1485	0.16281	0.17631
4	0.1512	0.12663	0.16281	0.1566
5	0.127	0.16281	0.15363	0.15363
6	0.1296	0.14472	0.16281	0.14472
7	0.0998	0.1431	0.1566	0.15363
8	0.09045	0.1296	0.1431	0.1431
9	0.09045	0.12663	0.15471	0.1296
10	0.08127	0.09045	0.1296	0.1296
11	0.05427	0.08127	0.12663	0.10854
12	0.03618	0.05427	0.0998	0.1156
13	0.037	0.05427	0.0998	0.1026
14	0.0463	0.04725	0.09045	0.08127
15			0.0478	0.0656
16			0.0503	0.0496
17			0.0458	0.0415

Anexo 2.2. Análisis de pH de los tratamientos

TRATAMIENTO			
TO	TCA	TCC	TM
4	4.16	4.15	4.1
4.25	4.22	4.1	4
4.15	4.32	4.15	4.15
4.32	4.46	4.15	4.26
4.46	4.15	4.3	4.3
4.44	4.38	4.21	4.38
4.52	4.4	4.26	4.3
4.73	4.44	4.4	4.4
4.73	4.46	4.3	4.44
4.8	4.73	4.44	4.44
4.88	4.8	4.46	4.52
5.05	4.88	4.52	4.46
5.05	4.9	4.52	4.65
5.11	5.08	4.73	4.88
		4.92	4.8
		4.85	5
		4.9	4.98

Anexo 2.3. Análisis de sst de los tratamientos

	TRATAMIENTO °BRIX			
DIAS	TO	TCA	TCC	TM
1	9.4	10	9.6	9.9
2	9.6	9.4	9	9.2
3	9.5	9.8	9	9.5
4	9.4	9.3	9.3	9.6
5	9.65	9	9.5	9.6
6	9.5	9.35	9.3	9.45
7	9.8	9.8	10	9.35
8	10.6	9.4	10	9.8
9	10.6	9.5	9.4	9.5
10	10.9	10	9.5	9.5
11	11	10.5	9.7	9.8
12	11.6	10.5	9.5	9.65
13	11.4	11.3	10	10.5
14	11.5	11.5	10.3	11.3
15			11.3	11
16			10.9	11.6
17			11.2	11.3

Anexo 2.4. Análisis de Pérdida de peso de los tratamientos

	TRATAMIENTO			
DIAS	TO	TCA	TCC	TM
1	-	-	-	-
2	3.1	3.17	2.13	2
3	5.35	4.235	3.028	2.613
4	8.775	5.133	4.158	3.488
5	10.915	6.007	4.908	4.202
6	12.215	6.872	5.738	5.129
7	15.365	8.902	6.359	5.774
8	17.415	10.352	7.102	6.51
9	18.716	11.425	8.034	7.402
10	20.896	12.575	8.686	8.154
11	23.146	14.935	9.509	8.955
12	24.601	17.415	10.3225	9.827
13	26.731	18.315	11.1945	10.563
14	29.261	19.191	11.65	11.483
15	-	-	12.97	12.098
16	-	-	13.822	12.77
17	-	-	14.494	13.48

Anexo 2.5. Análisis de Firmeza de los tratamientos

	TRATAMIENTO			
DIAS	TO	TCA	TCC	TM
1	28.3	27.5	31.8	32.8
2	24.21	20.2	23.75	24.85
3	11.052	18.5	12.806	23.5
4	15.14	11.07	12.778	19
5	8.14	7.137	11.375	19.05
6	6.3	5.84	11.5	13.75
7	7.68	7.65	9	10.47
8	9.81	7.637	10.3	10.26
9	6.8	5.01	5.53	9.05
10	5.425	4.82	5.45	7.01
11	5.3	3.52	7.83	6.13
12	5	5.606	2.96	6.51
13	1.3525	5.05	6.48	6.91
14	2.94	3.04	5.2	5.6
15	-	-	3.5	3.44
16	-	-	3.8	3.2
17	-	-	3.3	2.56

Anexo 2.6. Análisis de CO_2 de los tratamientos

	TRATAMIENTO			
DIAS	T0	TCA	TCC	TM
1	22853.16	14560.19	17778.64	40367.67
2	17141.82	16407.82	19387.82	41752.69
3	20892.41	19945.00	19013.97	58471.61
4	17926.23	23135.60	22936.72	61744.53
5	15527.97	6484.39	15917.80	75083.68
6	21149.45	17570.70	21656.51	72089.82
7	30792.86	33295.00	37493.64	68876.25
8	27713.57	28300.75	44992.37	72089.82
9	25866.00	23306.50	63739.19	75453.33
10	24216.54	20180.18	72952.55	111759.11
11	5418.97	5257.50	18434.74	56055.00
12	6215.69	9312.07	14479.80	52165.90
13	7064.82	12312.63	17968.40	45687.00
14	6215.69	9312.07	14479.80	52165.90
15				1865.00
16				10450.20
17				27352.59

Anexo 2.7 Color de los tratamientos

Tratamiento testigo

DÍA 1	R	G	B	COLOR
punto 1	167	160	49	
punto 2	138	129	44	
punto 3	170	159	46	
punto 4	123	117	51	
punto 5	145	137	32	
Promedio	149	140	44	#958c2c
DÍA 5	R	G	B	COLOR
punto 1	182	178	85	
punto 2	157	161	66	
punto 3	177	170	78	
punto 4	141	145	57	
punto 5	163	159	73	
Promedio	164	163	72	#a4a348
DÍA 10	R	G	B	COLOR
punto 1	183	153	65	
punto 2	201	163	81	
punto 3	160	135	57	
punto 4	153	120	41	
punto 5	217	186	106	
Promedio	183	151	70	#b79746
DÍA 14	R	G	B	COLOR
punto 1	199	155	107	
punto 2	83	55	39	
punto 3	118	76	49	
punto 4	136	92	71	
punto 5	181	143	93	
Promedio	143	104	72	#8f6848

Tratamiento testigo promedios por día

		T0		
DÍA	R	G	B	COLOR
1	149	140	44	#958c2c
5	164	163	72	#a4a348
10	183	151	70	#b79746
14	143	104	72	#8f6848

Tratamiento con cera de abeja

DÍA 1	R	G	B	COLOR
punto 1	151	150	49	
punto 2	159	155	41	
punto 3	147	145	39	
punto 4	160	153	48	
punto 5	154	149	52	
Promedio	154	150	46	#9a962e
DÍA 2	R	G	B	COLOR
punto 1	158	151	60	
punto 2	144	142	56	
punto 3	112	110	37	
punto 4	155	153	61	
punto 5	148	141	49	
Promedio	143	139	53	#8f8b35
DÍA 3	R	G	B	COLOR
punto 1	219	204	128	
punto 2	170	143	66	
punto 3	225	198	113	
punto 4	139	113	44	
punto 5	212	185	97	
Promedio	193	169	90	#c1a95a
DÍA 4	R	G	B	COLOR
punto 1	113	74	55	
punto 2	161	120	67	
punto 3	163	123	88	
punto 4	234	206	118	
punto 5	137	99	47	
Promedio	162	124	75	#a27c4b

Tratamiento con cera de abeja promedios por día

	TCA			
DÍA	R	G	B	COLOR
1	154	150	46	#9a962e
5	143	139	53	#8f8b35
10	193	169	90	#c1a95a
14	162	124	75	#a27c4b

Tratamiento con cera de carnauba

DÍA 1	R	G	B	COLOR
punto 1	156	161	54	
punto 2	139	139	39	
punto 3	150	152	64	
punto 4	165	169	73	
punto 5	153	153	56	
Promedio	153	155	57	#999b39
DÍA 5	R	G	B	COLOR
punto 1	182	168	71	
punto 2	191	179	79	
punto 3	155	147	56	
punto 4	143	145	51	
punto 5	117	122	42	
Promedio	158	152	60	#9e983c
DÍA 10	R	G	B	COLOR
punto 1	106	98	36	
punto 2	176	152	84	
punto 3	134	131	73	
punto 4	174	151	75	
punto 5	198	168	71	
Promedio	158	140	68	#9e8c44
DÍA 14	R	G	B	COLOR
punto 1	103	74	67	
punto 2	171	133	108	
punto 3	101	58	38	
punto 4	94	59	37	
punto 5	85	54	37	
Promedio	111	76	57	#6f4c39

Tratamiento con cera de carnauba promedios por día

	TCC			
DÍA	R	G	B	COLOR
1	153	155	57	#999b39
5	158	152	60	#9e983c
10	158	140	68	#9e8c44
14	111	76	57	#6f4c39

Tratamiento con cera de abeja y cera de carnauba

DÍA 1	R	G	B	COLOR
punto 1	125	130	19	
punto 2	163	180	59	
punto 3	184	187	88	
punto 4	140	142	51	
punto 5	157	163	54	
Promedio	154	160	54	#99a036

DÍA 5	R	G	B	COLOR
punto 1	121	122	45	
punto 2	143	153	44	
punto 3	162	165	81	
punto 4	101	103	36	
punto 5	170	178	86	
Promedio	139	144	58	#8b903a

DÍA 10	R	G	B	COLOR
punto 1	129	130	54	
punto 2	159	168	87	
punto 3	145	158	80	
punto 4	119	117	50	
punto 5	121	121	54	
Promedio	135	139	65	#878b41

DÍA 14	R	G	B	COLOR
punto 1	138	136	52	
punto 2	132	133	49	
punto 3	152	152	55	
punto 4	117	105	35	
punto 5	140	144	50	
Promedio	136	134	48	#888630

DÍA 17	R	G	B	COLOR
punto 1	108	107	48	
punto 2	89	90	35	
punto 3	111	110	50	
punto 4	64	64	24	
punto 5	99	95	41	
Promedio	94	93	40	#5e5d28

Tratamiento con cera de abeja y cera de carnauba promedios por día

	TM			
DÍA	R	G	B	COLOR
1	154	160	54	#99a036
5	139	144	58	#8b903a
10	135	139	65	#878b41
14	136	134	48	#888630
17	94	93	40	#5e5d28

Anexo 3. Ficha técnica

Anexo 3.1. Emulsionador 2106

Clariant

Exactly your chemistry.

Product Data Sheet - Waxes | Business Unit Additives

Wax Emulsifier 2106

Edition 29.06.2011

Mixture of alkyl- and arylethoxylates

Product-No.:	105193	CAS-No.:		Version:	3

Product Description

Wax emulsifier containing alkyl phenol ethoxylate, HLB value approx. 13,6 (hydrophilic/lipophilic balance)

Delivery specifications and (*) general properties

Characteristics	Unit	Target value	Test method
Appearance		white, wax like	QM-AA-634
Drop point	[°C]	52 - 62	ISO 2176
Iodine colour value		max. 1	DIN 6162
pH-value		6,0 - 8,0	EN 1262, 1% aqueous solution
Cloud point	[°C]	54,1 - 54,6	EN 1890-8.4

Delivery form

Blocks

Packaging

Plastic bucket 25 kg
Pallet 400 kg (16 containers)

Main applications

Non-ionic emulsifier for waxes with acid numbers up to 40 (e.g. Licowax KPS Licowax KSS and Licowax KSL). Additives of wetting and flow control agents are generally not necessary.

Storage

For best shelf life store this product in a dry area at normal ambient temperatures.
Minimum shelf life is 2 years from the date of shipping when properly stored.

Status under food legislation

BfR recommendation XIV
FDA: 21 CFR § 178.3400
In fully compliance with all applicable parts of following regulations: CONEG, EN 71-3, Directive 2002/95/EC (RoHS), Directive 2000/53/EC (end-of life vehicles), Directive 94/62/EC (on packaging and packaging waste)

Hazards

Ecological and toxicological properties

Labelling in accordance with GefStoffV/EC. Hazard warning labelling compulsary with: symbol dangerous for the environment (N) R50/53 S24/25 S45 S61 For further information please refer to the material safety data sheet.	Acute oral toxicity LD50: 4000 mg/kg (mouse) Not irritating to skin (rabbit) Slightly irritant effect to eye (rabbit), does not require labelling

For all specifications, deliveries and services following DISCLAIMER applies: Disclaimer

Clariant Web Site:	http://www.clariant.com	Contact Us
Business Unit Additives Web Site:	http://additives.clariant.com	

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	: Evaluación de la vida útil postcosecha de pera (*Packham´s triumph*) mediante recubrimiento con cera de carnauba y cera de abeja.					
PROBLEMA	**OBJETIVOS**	**HIPÓTESIS**	**VARIABLES**	**INDICADOR**	**ÍNDICES**	**METODOLOGÍA**
Problema general ¿Cuál es el efecto que tiene la cera de carnauba y cera de abeja sobre la vida útil postcosecha de pera (*Packham´s triumph)*?	**Objetivo general** Evaluar el efecto que tiene la cera de abeja y cera de carnauba sobre la vida útil postcosecha de pera (Packham´s triumph).	**Hipótesis general** Los recubrimientos a partir de cera de abeja y cera de carnauba tienen un efecto significativo sobre el comportamiento pos cosecha de la pera.	**Variable independiente** Aplicación del recubrimiento	**Indicador para variable independiente** Tipo de recubrimiento	Cera de abeja y Cera de carnauba	**Nivel de investigación :** Cuasi experimental **Tipo de investigación :** Aplicada
Problemas específicos ¿Cuál será la mejor formulación para la mezcla de cera de	**Objetivos específicos** Evaluar la mejor formulación para la mezcla de cera de		**Variable dependiente** • Comportamiento post cosecha	**Indicador para variable dependiente .**		**Diseño de investigación** • Cuasi experimental **Metodologías para cumplir objetivos**

carnauba y cera de abeja utilizada como recubrimiento en la pera? ¿En cuánto aumenta la vida útil de la pera (*Packham´s triumph)* con el uso cera de carnauba y cera de abeja? ¿En cuánto aumenta la vida útil de la pera (*Packham´s triumph)* con el uso cera de abeja? ¿En cuánto aumenta la vida útil de la pera (*Packham´s triumph)* con el uso cera de carnauba?	carnauba y cera de abeja utilizada como recubrimiento en la pera Evaluar la vida útil de la pera (*Packham´s triumph*) con el uso de cera de carnauba y cera de abeja Evaluar la vida útil de la pera (*Packham´s triumph*) con el uso cera de abeja Evaluar la vida útil de la pera (*Packham´s triumph*) con el uso cera de carnauba			Tasa respiratoria Perdida de humedad /peso Madurez fisiológica	Dióxido de carbono (CO_2) en ppm Porcentaje de humedad/peso perdido Color del fruto* Firmeza del fruto Solidos solubles pH Acidez titulable	Según Cartagena (2016). Según Cartagena (2016). Según Companion – Analyzer & Converter. Según Brezmes (1999). Según Rosario (2006). A.O.A.C. 935.15 (1980) AOAC 950.07 (1988)

¿Qué valores se obtendrán al evaluar la tasa respiratoria de la pera recubierta con cera de carnauba y cera de abeja en la etapa de postcosecha?	Evaluar la tasa respiratoria de la pera recubierta con cera de carnauba y cera de abeja en la etapa de postcosecha.					
¿Qué valores se obtendrán al evaluar la pérdida fisiológica del peso de la pera recubierta del mejor tratamiento y la muestra testigo en la etapa de postcosecha?	Evaluar la pérdida fisiológica del peso de la pera recubierta del mejor tratamiento y la muestra testigo en la etapa de postcosecha.					
¿Qué valores se obtendrán al evaluar el pH de la pera	Evaluar el pH de la pera recubierta del mejor tratamiento y la					

recubierta del mejor tratamiento y la muestra testigo en la etapa de postcosecha? ¿Qué cambios en el color se observa de la pera recubierta del mejor tratamiento y la muestra testigo en la etapa de postcosecha?	muestra testigo en la etapa de postcosecha Observar los cambios en el color de la pera recubierta del mejor tratamiento y la muestra testigo en| la etapa de postcosecha.					