



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

**EFFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A
BASE DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus
undatus*) Y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus
sinensis*) PARA EL MANEJO POSTCOSECHA DE LA
PAPAYA (*Carica papaya*)
TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de

INGENIERA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

AUTOR
MERO TOMALÁ MADELEN ALEXANDRA

TUTOR
ING. GAIBOR VALLEJO LADY, MSc.

MILAGRO – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. GAIBOR VALLEJO LADY MARÍA, MsC.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) Y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PARA EL MANEJO POSTCOSECHA DE LA PAPAYA (*Carica papaya*)”**, realizado por la estudiante **MERO TOMALÁ MADELEN ALEXANDRA**; con cédula de identidad N° **0928893486** de la carrera **INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Milagro, 24 de Junio del 2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) Y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PARA EL MANEJO POSTCOSECHA DE LA PAPAYA (*Carica papaya*)”**, realizado por la estudiante **MERO TOMALÁ MADELEN ALEXANDRA**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

PhD. Freddy Gavilánez Luna
PRESIDENTE

PhD. Gustavo Martínez Valenzuela
EXAMINADOR PRINCIPAL

PhD. Joaquín Morán Bajaña
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Lady Gaibor Vallejo
EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 24 de Junio del 2021

Dedicatoria

Dedico a mi mamá por haberme brindado su apoyo incondicional y en todo momento impulsarme a seguir adelante con mis estudios pese a todos los obstáculos que se han presentado y por haberme forjado en la mujer que soy en la actualidad.

Gracias mamita

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado salud y entendimiento durante estos 5 años de estudio, a mi mamá y esposo por su apoyo incondicional.

Agradezco también a mi director de Tesis Ing. Lady Gaibor Vallejo por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos científicos y por haber tenido mucha paciencia para guiarme en el desarrollo de mi tesis.

Por último, agradezco a los docentes de la Universidad Agraria del Ecuador por haber impartido todos sus conocimientos durante el transcurso de estos 5 años de estudio.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **MERO TOMALÁ MADELEN ALEXANDRA**, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre **“EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) Y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PARA EL MANEJO POSTCOSECHA DE LA PAPAYA (*Carica papaya*)”** para optar el título de **INGENIERA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 24 de Junio del 2021

MERO TOMALÁ MADELEN ALEXANDRA
C.I. 0928893486

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	10
Índice de figuras.....	11
Resumen	12
Abstract.....	13
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación	17
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.5 Objetivo general	18
1.6 Objetivos específicos.....	19
2. Marco teórico.....	20
2.1 Estado del arte.....	20
2.2 Bases teóricas	23
2.2.1 Papaya.....	23

2.2.1.1 Características generales.....	23
2.2.1.2 Composición química.....	24
2.2.1.3 Producción de papaya en Ecuador.....	25
2.2.2 Pitahaya.	28
2.2.2.1 Características generales.....	28
2.2.2.2 Composición química.....	29
2.2.2.3 Producción de pitahaya en el Ecuador.	29
2.2.3 Manejo postcosecha.....	32
2.2.4 Recubrimientos comestibles	33
2.2.5 Aceites esenciales	35
Propiedades aceite esencial de naranja	36
2.3 Marco legal.....	36
3. Materiales y métodos	39
3.1 Enfoque de la investigación	39
3.1.1 Tipo de investigación.....	39
3.1.2 Diseño de investigación	39
3.2 Metodología	39
3.2.1 Variables	39
3.2.1.1. Variables independientes	39
3.2.1.2. Variables dependientes	39
3.2.2 Tratamientos.....	40
3.2.3 Diseño experimental	40
3.2.4 Recolección de datos	41
3.2.4.1. Recursos.....	41
3.2.4.2. Métodos y técnicas	42

3.2.5 Análisis estadístico.....	49
4. Resultados.....	51
4.1 Caracterización de los parámetros físico-químico (porcentaje de metoxilo y grado de esterificación) en la caracterización de pectina aislada y el aceite esencial de naranja.	51
4.2 Determinación de los parámetros fisicoquímicos (pérdida de peso, acidez, pH, grados brix) de la papaya en refrigeración de 0 a 15 días de almacenamiento	51
4.3 Análisis del tiempo de vida útil del tratamiento de mayor aceptación sensorial, basado en criterios microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras)	55
5. Discusión	56
6. Conclusiones.....	59
7. Recomendaciones.....	60
8. Bibliografía.....	61
9. ANEXOS	66
9.1 Anexo 1. Tratamiento de las cáscaras.....	66
9.2 Anexo 2. Obtención de la pectina	67
9.3 Anexo 3. Análisis Fisicoquímicos.....	68
9.4 Anexo 4. Análisis Microbiológicos	69
9.5 Anexo 5. Análisis estadísticos	70
9.6 Anexo 6. Análisis de varianza de variable pérdida de peso.....	74
9.7 Anexo 7. Análisis de varianza de variable de Ph.....	74
9.8 Anexo 8. Análisis de varianza de variable de acidez.....	75
9.9 Anexo 9. Análisis de varianza de variable grados Brix.....	76

Índice de tablas

Tabla 1. Concentraciones de pectina extraída de la cáscara de pitahaya	40
Tabla 2. Concentración del aceite esencial de la cáscara de naranja.....	40
Tabla 3. Tratamientos a evaluarse.....	40
Tabla 4. Modelo de análisis de varianza a emplear en la valoración estadística de las variables de respuesta.....	50
Tabla 5.Resultados de porcentaje de metoxilo y grado de esterificación.....	51
Tabla 6.Resultados de Análisis físico-químicos.	54
Tabla 7.Análisis microbiológicos.	55

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo para obtención de aceite esencial de naranja	42
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del recubrimiento	44
Figura 3. Diagrama de flujo para la aplicación del recubrimiento comestible a base de cáscaras de pitahaya roja y naranja	46
Figura 4. Pérdida de peso en las muestras de papaya	52
Figura 5. Variación de pH durante la refrigeración	52
Figura 6. Variación de acidez durante la conservación de la papaya	53
Figura 7. Variación de sólidos totales disueltos de la papaya en refrigeración	53
Figura 8. Gráficos de variables fisicoquímicas	77
Figura 9. Gráfica de pérdida de peso	77
Figura 10. Gráfica de pH para factor B	78
Figura 11. Gráfica de pH en rango de días	78
Figura 12. Gráfica de acidez de factor b: concentración de aceite de naranja	79
Figura 13. Gráfica de acidez para rango de días	79
Figura 14. Gráfica de grados brix para factor b	80
Figura 15. Gráfica de sólidos totales disueltos para rango de días	80

Resumen

Las pérdidas postcosecha, pueden alcanzar hasta el 50% de la producción, convirtiéndose en unos de los principales y más graves problemas de este sector; muchas empresas ecuatorianas pierden competitividad internacional, por la falta de conocimiento de cómo poder cumplir con las exigencias y normativas de los mercados demandantes de frutas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base cáscara de pitahaya roja y aceite esencial de naranja para el manejo postcosecha de la papaya. Para lo cual se ha utilizado una Distribución Completamente al Azar (DCA), en donde se ha realizado cinco repeticiones por cada uno de los tratamientos o combinaciones factoriales. Esto permitió tener un primer experimento de 30 unidades experimentales, conformadas por 16 g de la muestra con el recubrimiento. La muestra de pectina extraída de la cáscara de pitahaya obtuvo 4,31% de metoxilo, mientras el grado de esterificación que se obtuvo fue de 70.2%, lo cual indica que no hay un deterioro importante en la pectina. Las formulaciones aplicadas que tuvieron menor pérdida de peso fueron 4% de pectina (T5) y 4% de pectina más 2% de aceite de naranja (T6) mostrando una pérdida de aproximadamente 5% de su peso al tercer día hasta llegar a valores cercanos del 30% al día 15. En el análisis del tiempo de vida útil se evidenció ausencia (<10 ufc/g) de Aerobios mesófilos, mohos y levaduras a los 5, 10 y 15 días de almacenamiento en frío (4 °C), por lo cual su vida útil se estima que es de al menos 15 días.

Palabras claves: aceite esencial de naranja, esterificación, metoxilo, pitahaya, recubrimiento.

Abstract

Postharvest losses can reach up to 50% of production, becoming one of the main and most serious problems in this sector; many Ecuadorian companies lose international competitiveness, due to the lack of knowledge of how to comply with the demands and regulations of the demanding fruit markets. The objective of this research was to evaluate the effect of an edible coating based on red pitahaya peel and orange essential oil for postharvest handling of papaya. For which a Completely Random Distribution (DCA) has been used, where five repetitions have been carried out for each of the treatments or factorial combinations. This allowed to have a first experiment of 30 experimental units, made up of 15 g of the sample with the coating. The pectin sample extracted from the pitahaya peel obtained 4.31% of methoxyl, said result being less than 7%, while the degree of esterification, which was obtained, was 70.2%, which indicates that there is no significant deterioration in pectin. The applied formulations that had less weight loss were 4% pectin (T5) and 4% pectin plus 2% orange oil (T6) showing a loss of approximately 5% of their weight on the third day until reaching close to the 30% at day 15. In the analysis of the useful life time, an absence of absence (<10 cfu / g) of mesophilic aerobes, molds and yeasts was evidenced at 5, 10 and 15 days of cold storage, therefore their life useful is estimated to be at least 15 days.

Keywords: orange essential oil, esterification, methoxy, dragon fruit, coating.



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL ABSTRACT

Yo, **Lcdo. RAMÍREZ SÁNCHEZ IVÁN ARTURO**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de ENGLISH TEACHER, **CERTIFICO** que he procedido a la **REVISIÓN DEL ABSTRACT** del presente trabajo de titulación: **EFFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE CÁSCARA DE PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) Y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PARA EL MANEJO POSTCOSECHA DE LA PAPAYA (*Carica papaya*)**, realizado por la estudiante **MERO TOMALÁ MADELEN ALEXANDRA**; con cédula de identidad **Nº0928893486** de la carrera **INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL** Unidad Académica Milagro, el mismo que cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Lcdo. RAMÍREZ SÁNCHEZ IVÁN ARTURO
Email institucional: iramirez@uagraria.edu.ec

Milagro, 15 de junio del 2021

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

A nivel mundial las pérdidas postcosecha en las frutas varían mucho desde un 10% hasta un 80%, tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo, evidenciándose que estas pérdidas se producen a lo largo de la cadena productiva, desde el momento de la recolección hasta el consumo (FAO, 2005).

El Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones (PROECUADOR, 2014) indica que la producción de frutas no tradicionales en el país ha crecido significativamente, destacándose el mango, piña y papaya por su interés en el mercado exportador, el mismo que se ve afectado por su limitado período de conservación debido a su naturaleza altamente perecedera, la susceptibilidad a daños por frío, y el deterioro de la calidad postcosecha durante transporte y almacenamiento.

Las pérdidas postcosecha pueden alcanzar hasta el 50% de la producción, convirtiéndose en unos de los principales y más graves problemas de este sector. Muchas empresas ecuatorianas pierden competitividad internacional, por la falta de conocimiento de cómo poder cumplir con las exigencias y normativas de los mercados demandantes de frutas, por lo que es necesario implementar metodologías eficientes que busquen mejorar los procesos que forman parte del sector frutícola (Chacha, 2016).

Actualmente el negocio de la papaya en Estados Unidos mueve alrededor de USD 320 millones al año, con la importación de fruta desde naciones como México y Guatemala. Ecuador exporta las variedades hawaiana y maradol a países de la Unión Europea, Reino Unido y del continente suramericano como Perú y Colombia, de acuerdo con estadísticas de Agrocalidad. Entre enero y

mayo del 2018 el país ha exportado 98 toneladas de la fruta a sus principales destinos. A partir del 2018 abre el mercado hacia Estados Unidos luego de casi dos décadas de trámites técnicos y legales (El Comercio, 2018).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La papaya al ser una fruta tropical climatérica tiene una vida postcosecha corta, lo que implica pérdida de peso, rápido ablandamiento de la pulpa y crecimiento microbiano, tomando en cuenta que, una vez cosechado el fruto, bajo condiciones ambientales normales completa su madurez en aproximadamente una semana. Su conservación se hace bastante difícil, por tanto, es de suma importancia tener un conocimiento acertado del manejo postcosecha de esta fruta (Franco, 2015).

El uso de tratamientos con fungicidas para controlar el ataque de microorganismos durante la postcosecha se ha visto restringido por los residuos que dejan en el producto y que pueden afectar la salud del consumidor.

Se deben buscar alternativas para la conservación de la calidad de frutas, disminuir la tasa de respiración y producción de etileno utilizando recubrimientos comestibles que permitan extender el tiempo de conservación para mejorar la textura, estabilidad y calidad durante el almacenamiento.

En el Ecuador se cultivan dos tipos de pitahayas de la cual solo se consume la pulpa, las cáscaras quedan como un desecho que se puede reutilizar dándole un valor agregado.

1.2.2 Formulación del problema

¿El uso de un recubrimiento comestible a partir de la cáscara de pitahaya y aceite esencial de naranja puede ser aplicado para alargar la vida útil de la papaya?

1.3 Justificación de la investigación

La industria alimenticia es una de las más importantes a nivel internacional, donde los productos generados son para el consumo humano. Este tipo de actividades en todos sus niveles generan residuos, los cuales se busca sean aprovechados, reutilizados o revalorizados. Una parte de la industria alimenticia son las materias primas tales como las frutas, donde un grupo importante está conformado por los cítricos. El procesamiento de estos puede generar residuos de hasta un 15% w/w con respecto a la entrada al proceso, por lo que su aprovechamiento resulta importante. Una alternativa es revalorizar y utilizar los residuos de cáscara de naranja para obtener productos de valor agregado.

Estudios presentados por Ismail, Ramly, Hani y Meon (2012) y por su parte Rahmati, Abdullah, Momeny y Kang (2014) indican que se podría obtener pectina a partir de la cáscara de pitahaya. A nivel industrial, la fuente de obtención de la pectina se encuentra limitada a las cáscaras de frutos cítricos conteniendo cerca del 25% de pectina y del bagazo de manzana rindiendo alrededor del 15 a 18% de pectina, en esta investigación se sugiere la utilización de una fruta exótica como lo es la pitahaya, para la obtención de pectina como alternativa rentable al creciente desarrollo industrial, lo cual hace necesario evaluar la cantidad y calidad de pectina presente en estos frutos (Albán y Alencastri, 2015).

La utilización de recubrimientos comestibles puede considerarse como una alternativa rentable para la postcosecha, beneficiando al sector frutícola. Según Ospina y Cartagena (2008), actúan como barreras frente a la contaminación microbiana e inhiben efectos desfavorables en la fruta entera o mínimamente procesada, puesto que son aplicados directamente sobre la superficie.

Brasil, Gomes, Puerta, Castell, y Moreira (2012), indican que ayudan a prevenir el daño físico, mejorar el aspecto y reducir la flora microbiana, entre otros, logrando un mayor tiempo de conservación, sin efectos nocivos para la salud humana. Generalmente estos recubrimientos constan de un biopolímero que forma la película, además llevan un ingrediente funcional (sabores, antioxidantes, antimicrobianos); los aceites esenciales se usan como antimicrobianos naturales, dado que tienen menos efectos secundarios o toxicidad, y mejor biodegradabilidad en comparación con los conservantes químicos.

Estos resultados serán aprovechados por los comercializadores de la fruta (papaya) debido a que este recubrimiento se lo realizó con el fin de alargar la vida útil de la fruta.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** La investigación se ejecutará en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Agraria del Ecuador (Ciudad Universitaria Dr. Jacobo Bucarám Ortíz).
- **Tiempo:** El desarrollo de esa investigación se llevó a cabo durante los meses de abril a febrero de 2021
- **Población:** El producto fue destinado para el consumo del público en general.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base cáscara de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) y aceite esencial de naranja para el manejo postcosecha de la papaya (*Carica papaya*)

1.6 Objetivos específicos

- Caracterizar la pectina aislada y el aceite esencial de naranja mediante parámetro físico-químicos (porcentaje de metoxilo y grado de esterificación).
- Determinar las características fisicoquímicas (pérdida de peso, acidez, pH, grados Brix) de la papaya en refrigeración a 3, 6, 9,12 y 15 días de almacenamiento
- Analizar el tiempo de vida útil del tratamiento mejor evaluado, basado en criterios microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras)

1.7 Hipótesis

Al menos una de las formulaciones del recubrimiento comestible a base de cáscara de pitahaya y aceite esencial de naranja permitirá alargar la vida útil de la papaya.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Bello, Loaiza, Pajón, Restrepo y González (2012) compararon el efecto de dos recubrimientos; cera comercial (control) y cera comercial conteniendo un extracto etanólico de propóleos (5% p/v), sobre la vida en poscosecha de frutos de papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiana) almacenados a temperatura ambiente (28 ± 2 °C) y humedad relativa entre 65% y 70%. El efecto de los recubrimientos se determinó mediante el índice de deterioro de los frutos y el recuento microbiano (mesófilos aerobios, mohos y levaduras). Adicionalmente, se evaluaron durante 12 días las propiedades fisicoquímicas de los frutos (cambio de color, textura, pH, acidez total titulable, pérdida de peso y sólidos solubles). Los resultados mostraron que las papayas tratadas con el recubrimiento formulado con el extracto de propóleos, presentó un menor deterioro en cuanto a su apariencia y mayor inhibición del crecimiento de microorganismos durante los primeros 6 días de evaluación en comparación con los frutos control; además, no se observaron diferencias, producto de los recubrimientos, en relación a las características fisicoquímicas de los frutos.

Petit, et al., (2010) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de aplicaciones de ceras comestibles sobre la calidad en frutos de papaya almacenados a temperatura ambiente por 12 días. Los tratamientos fueron: testigo (T1), cera 1 (T2) y cera 2 (T3). Los frutos fueron obtenidos de un huerto comercial ubicado en Carora, estado Lara, Venezuela. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y el muestreo realizado fue aleatorio. Diariamente se midió la pérdida de peso, apariencia general y daños externos y cada tres días el pH, sólidos solubles totales y acidez titulable. Los tratamientos

con aplicaciones de cera comestible, demostraron no causar daños aparentes a los frutos ni a sus características fisicoquímicas. El comportamiento de los parámetros de calidad presentó una tendencia normal esperada en la maduración de los frutos con incrementos en el pH y los sólidos solubles totales, así como una disminución en la acidez titulable. Los frutos presentaron una buena apariencia externa hasta los 9 días de almacenamiento, a los 12 días todos los frutos fueron afectados por daños patológicos.

Miranda, Alvis y Patermina (2014) compararon el efecto de la aplicación de recubrimientos, a base de almidón de yuca y uno comercial, en la conservación de la papaya (*Carica papaya*) variedad Tainung. El recubrimiento de almidón de yuca fue preparado a una concentración de 4% p/v; la concentración de la cera comercial se preparó diluyendo una parte de cera con una parte de agua a temperatura ambiente. Las papayas se almacenaron acostadas (pedúnculo paralelo a la superficie), a temperatura ambiente ($22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa del 85%, por un periodo de 9 días. En el estudio del efecto del encerado en las papayas, solo hubo significancia estadística ($P < 0.05$) sobre las variables: pH y firmeza; asimismo, la interacción entre los factores encerado y tiempo fue altamente significativo en las variables: pH, °Brix y firmeza. Además, en el efecto del tiempo sobre todas las variables observadas (pH, °Brix, acidez (%), pérdida de masa y firmeza) existió diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$). Finalmente, se concluyó que en ambos recubrimientos y el control no se presentaron diferencias significativas en la acidez, sólidos solubles y pérdida de masa; sin embargo, estos fueron diferentes al control en el comportamiento de la firmeza y textura.

Corrales y Umaña (2015) evaluaron el efecto de ceras, como complemento a la inmersión hidrotérmica, sobre variables de calidad postcosecha de papaya. Las frutas se cosecharon, empacaron y fueron lavadas, desinfectadas e inmersas en agua a 49°C por 20 minutos (TH) para posteriormente aplicar los tratamientos: 1) cera de abejas y aceite de palma 5%; 2) cera de mezcla ácidos grasos 4,7%; 3) quitosano 0,1%; 4) solo TH; 5) testigo (sin inmersión hidrotérmica ni cera). La papaya fue almacenada 15 días a 12°C y posteriormente a 20°C. Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las frutas que recibieron el TH complementado con cera de abejas y palma al 5%, que tuvieron menor tasa respiratoria (12,27 ml CO₂/kgh a 8 días de salida del almacenamiento en frío), en comparación con las que solo recibieron el TH (16,72 ml CO₂/kgh), o las papayas testigo (17,01 ml CO₂/kgh). El menor porcentaje de pérdida de peso acumulado se registró con el TH más cera de abejas y palma. Las variables de color no fueron afectadas, excepto por el tratamiento 2, cera de mezcla de ácidos grasos, que indujo un retraso en el desarrollo del color ($p \leq 0,05$). No se observaron cambios en firmeza interna o externa ni en grados brix. El TH permitió una disminución en la incidencia de pudriciones, severidad de antracnosis y prolongación de la vida útil. El uso de ceras como complemento al TH puede contribuir a mantener algunos de los parámetros que inciden en la calidad de la papaya.

Chacha (2016) evaluó el efecto de tres tipos de recubrimientos comestibles frente a un testigo en la conservación postcosecha de la papaya, con tres repeticiones cada uno, distribuidos bajo un diseño completamente al azar, los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza y la separación de medias según Tukey ($P < 0,05$). Estableciendo que las variables pérdida de peso y

contenido de sólidos solubles no presentan diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo existen diferencias numéricas, el tratamiento de gelatina mostró menor pérdida de peso (12,00%) y un contenido de sólidos solubles de (8,48°brix), en el parámetro textura los tratamientos con recubrimiento no mostraron diferencias significativas entre ellos, no obstante numéricamente el de gelatina presentó mayor firmeza (92,85N), menor pH (5,81) y mayor acidez (0,17%) se registró con el recubrimiento de gel de sábila. El menor índice de madurez se logró con los recubrimientos de gelatina (59,00) y gel de sábila (54,62). La mayor eficacia en la ralentización del crecimiento tanto para aerobios mesófilos (7,97x10⁵ y 9,13x10⁵ UFC/cc) como para mohos y levaduras (7,03x10⁵ y 8,67x10⁵ UFC/cc) se obtuvo con los recubrimientos de gelatina y gel de sábila, respectivamente. Los resultados obtenidos demuestran la eficacia que presentan los recubrimientos comestibles en la prolongación de vida útil de la papaya manteniendo las características organolépticas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Papaya.

2.2.1.1 Características generales.

La papaya es una planta tropical, tiene un solo tronco sin ramas y forma una copa redondeada, su altura esta entre 1,8 a 5,5 metros; de pocas hojas largas y con una forma similar a un péndulo, color verde claro y con nervaduras. (Franco, 2015).

La papaya es el fruto de un árbol conocido como papayo. Su nombre científico es *Carica papaya* L. y pertenece a la familia de las caricáceas, es un árbol de tallo suave y no-ramificado, ampliamente cultivada en las regiones tropicales y

subtropicales de todo el mundo tanto por sus frutos comestibles y por su alto contenido de cisteína proteinasas. (Looze, *et al.* 2009).

García, (2010), indica que la familia caricácea solamente incluye cuatro géneros, tres de los cuales son de América tropical (*Carica*, *Jacoratia* y *Jarilla*) y uno de África ecuatorial (*Cylicomorpha*). El género *Carica* agrupa unas 21 especies de plantas, dentro de las cuales *Carica papaya* es la más importante por su utilización en la alimentación humana.

En general, los frutos son de formas esféricas y redondeadas o cilíndricas y alargadas y el peso oscila entre 300 gramos y 5 kilogramos. El fruto está compuesto por la cáscara, la pulpa y las semillas. La cáscara representa alrededor del 12% del fruto, su color varía de verde a amarillo-rojizo durante la maduración, es delgada y rica en látex, que contiene la enzima papaína. La pulpa representa el 79,5% del fruto, es suave y de color naranja a rojizo cuando la fruta está madura. Las semillas representan alrededor del 8,5% del fruto y se encuentran en la cavidad central de la fruta (De la Cruz, Gutiérrez, y García, 2003).

Estos frutos reciben diversos nombres de acuerdo al país productor: mamón, papaya, lechosa, melón de árbol, fruta bomba, mamao, pawpaw, entre otros (Parra, 2012).

2.2.1.2 Composición química.

La papaya es un fruto climatérico, por lo tanto, continúa el proceso de maduración una vez cosechada y sufre cambios físico – químicos que permiten que sea agradable para el consumidor (Gómez, Lajoño, y Cordenunsi, 2002). Durante la maduración, el contenido de azúcares aumenta, debido a la degradación de los polisacáridos presentes en la pared celular, tales como el

almidón. El almidón que se acumula en la papaya es poco, por lo tanto, es insuficiente para satisfacer la demanda de carbono requerida para la producción de sacarosa necesaria para mantener el proceso de respiración. Se ha observado en la papaya una reducción en el contenido de galactosa, en las cadenas de polisacáridos, aunque no se encuentra galactosa libre, por lo que se considera la fuente de carbón para producir la sacarosa consumida durante la respiración. Lo anterior sólo ocurre en el caso de los frutos cosechados, puesto que la energía para mantener el metabolismo de un fruto que está en la planta proviene de la fotosíntesis (Gómez *et al.*, 2002). En la papaya madura el azúcar predominante es la sacarosa (48,3%), seguido por la glucosa (29,0%) y la fructosa (21%), en general el aumento del contenido de azúcares y la reducción en el contenido de humedad, producen un sabor más dulce, además como el contenido de ácidos es bajo respecto al azúcar predomina el sabor dulce (De la Cruz, Gutiérrez, y García, 2003). La acidez aumenta durante la maduración, luego se reduce en la papaya sobremadura, porque los ácidos se consumen en la respiración, una vez que se gastan los azúcares (Bron, Jacomino, y Pinheiro, 2006). La papaya tiene principalmente ácido cítrico y málico, así como ácido ascórbico y α -cetoglutárico en pequeñas cantidades en la etapa de sobre maduración; estos cuatro ácidos representan el 85 % del total de ácidos presentes en la papaya. El contenido de lípidos de la papaya durante la maduración presenta cambios que no son significativos, sin embargo, el incremento en las cantidades relativas de ácidos grasos

2.2.1.3 Producción de papaya en Ecuador.

El cultivo de papaya se localiza en zonas tropicales y sub tropicales del Ecuador, con una superficie cultivada estimada de 2942 hectáreas. Con mayor

superficie en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsachilas, Los Ríos, Guayas, Santa Elena y, en menor superficie, las provincias de Manabí, El Oro, Sucumbíos, Orellana y Pastaza (Corpei, 2008).

2.2.1.3.1 Variedades.

La producción de esta fruta en el país se da durante todo el año, el clima cálido es el más adecuado para cultivar la fruta con las mejores características en relación con su tamaño, color y sabor (Proecuador, 2015).

Las variedades producidas en el Ecuador son hawaiana, tainung y maradol, siendo la primera la más demandada a nivel internacional.

Hawaiana

Presenta forma de pera, su peso puede oscilar entre 400 y 800 gramos. Se puede decir que es la más dulce de todas las variedades producidas en Ecuador y es usada comúnmente en la preparación de jugos. En la parte céntrica de la fruta se acumulan semillas que generalmente son redondas de color negro y cuya longitud es 5 milímetros aproximadamente, las mismas que están protegidas de un material transparente y gelatinoso (Arriaga, 2017).

Tainung

Su pulpa es de color rojo y su fuerte aroma que cautiva a los consumidores es una de las principales características de esta fruta; el peso promedio es de 1.1 kilo. Se puede deducir que la fruta se encuentra madura cuando el fruto empieza a aparentar un color amarillo pintón en más de un 40% de la superficie y se hace suave al tacto. Esta variedad toma seis meses para la floración y cinco meses más para la cosecha (Arriaga, 2017).

Maradol

Se parece a la pera con una distinción en relación con la variedad hawaiana; el fruto de esta variedad es más alargado. Su peso oscila entre los 1.5 y 2 kilos. Su mayor desarrollo se logra en los climas cálidos y sus niveles de producción son mucho mejores en regiones ubicadas a menos de 800 metros de altura sobre el nivel del mar. Así como la variedad Tainung, toma seis meses para la floración y cinco meses más para la cosecha (Arriaga, 2017).

Las variedades de papaya hawaiana, tainung 1 y la maradol son ofertadas en mercados y supermercados del país. La papaya que forma parte de la cultura alimenticia local es demandada fresca, para su consumo en jugos, postres, para su proceso en la industria de alimentos y otros. Asimismo, la fruta encontró un nicho en el mercado externo. Las ventas del producto agrupadas en dos subpartidas del Banco Central del Ecuador (BCE) llegaron a USD 5,7 millones en el 2011. Los principales destinos de la fruta ecuatoriana ese año fueron Europa, Canadá, EE.UU. e incluso Colombia y Perú. Estos cultivos se clasifican como permanentes, según el Ministerio de Agricultura, Acuacultura, Ganadería y Pesca (Magap). En el III Censo Nacional Agropecuario del año 2000 se destaca que la papaya se siembra de forma independiente o asociada. En ese año, la superficie plantada llegaba a las 3917 hectáreas (ha) (El Comercio, 2013).

2.2.1.2.2 Principales importadores.

Los principales mercados importadores de papaya en el mundo se caracterizan por tener un proveedor dominante. Así, Estados Unidos importa la gran mayoría de la producción mexicana; Europa se provee de papaya brasileña principalmente y en el mercado japonés es evidente la mayoritaria participación de la papaya hawaiana. En el Medio Oriente, los proveedores más representativos son

Australia, India, Hawaii, Malasia. Los precios varían según el segmento de mercado objetivo para la fruta de cada país y la temporada del año; así, el mayor nivel de precio se registra para la papaya hawaiana durante los últimos cuatro meses del año (CORPEI, 2008). De la información se desprende la mayor importancia de los países mediterráneos europeos: Italia con 110 000 ha y 1.64 millones de toneladas, España con 77 700 hectáreas y 869 000 toneladas, Francia con 36 900 hectáreas y 447 000 toneladas, Grecia con 37 000 hectáreas, Portugal con producción de 96 000 toneladas. Por lo que toca a Norteamérica, la mayor superficie y producción corresponde a E.U.A. con un volumen de 1.35 millones de toneladas; muchas de las cuales corresponden a California (Enríquez, 2007).

2.2.2 Pitahaya.

2.2.2.1 Características generales.

La “pitahaya” es una fruta exótica del hemisferio occidental, y las plantas de donde provienen alcanzan tamaños de hasta 2 metros de altura, con un tronco y ramas aproximadamente de 35 cm de diámetro. “Pitahaya” procede de las Antillas Mayores del idioma taíno, su significado es “fruta escamosa”, tiene sus inicios a partir del siglo XIII tiempo de la conquista española, en dicha época fue explorada por la cultura Azteca, mismos que le otorgaron el nombre de “pitaya”. Este cacto tiene hábitos hemiepífitos, es decir que puede nacer, desarrollarse y vivir en el suelo y/o en las copas de los árboles; en su forma más sencilla se presenta como una planta conformada por varios tallos largos y gruesos conocidos como pencas, de superficie verde y tejido interno carnosos y mucilaginosos (baboso) de color verde esmeralda. Cada tallo posee 3 bordes longitudinales, sobre los cuales se forman botoncillos con unas espinas cortas pero muy agudas (Huachi, *et al.*,

2015). Para su producción se requiere suelos francos arcillosos o franco arenosos y se adapta a un clima de 25 °C a 40 °C (Sabino, 2010).

Según Díaz (2006), existen muchas variedades de esta familia de cactus, pero las que mayor demandan son las amarillas (pulpa blanca) y rojas (pulpa roja y blanca). En América se la conoce como pitaya o pitahaya, y en Vietnam es conocida como la fruta del dragón; además es utilizada para fines industriales y se le atribuye propiedades nutricionales, siendo recomendada para problemas estomacales y personas con diabetes.

2.2.2.2 Composición química.

En cuanto a las propiedades de la pitahaya, se puede mencionar que tiene altas concentraciones de Vitamina C, además contiene vitaminas B₁, B₂ y B₃, calcio, hierro, fósforo, también posee proteína vegetal, fibra soluble, fenoles (tienen acción antioxidante), captina, caroteno, licopeno y un alto contenido en agua. Estas características presentes en la pitahaya amarilla hacen que sea preferida por su acción antitumoral, antioxidante y fortalecedora del sistema inmunológico, por cada 100 gramos de fruta contiene aproximadamente 55 gramos de pulpa, sus semillas son comestibles y contienen ácidos grasos beneficiosos (Albán y Alencastri, 2015).

2.2.2.3 Producción de pitahaya en el Ecuador.

El Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, Pro-Ecuador (2016) señala que entre los principales productores mundialmente de esta fruta exótica son Colombia, Ecuador e Israel.

Según la Revista El Agro (2013), en el Ecuador hay de dos variedades la amarilla y la roja, aunque esta última no se producen grandes cantidades por lo cual se ve limitado su exportación generando así una demanda insatisfecha. Se

conoce que existen aproximadamente 130 comuneros que ya producen las dos variedades, ya que esta fruta se ha ido extendiendo productivamente desde hace varios años, convirtiéndose en una nueva alternativa de producción rentable y una puerta abierta más para la exportación; las provincias que producen son Guayas, Santa Elena, Cotopaxi y Bolívar con una producción anual de 25 mil kg/ha. Sin duda unos de los cultivos no con tantas complicaciones en su manejo, es resistente a las sequias y plagas.

2.2.2.3.1 Exportaciones.

Desde 2005 la pitahaya ha entrado al mercado mundial con gran aceptación. Actualmente, esta fruta es uno de los productos exóticos con mayor participación dentro de las exportaciones no tradicionales del Ecuador. En 2019, Estados Unidos importó 3267,83 Toneladas métricas (Tm) de la fruta convirtiéndose en el principal importador de pitahaya en apenas tres años y superando a Hong Kong quien era, hasta el 2018, el principal comprador de esta fruta (Lucero, 2020).

A partir de 2002 se creó la Asociación de Productores de Pitahaya del Ecuador (APPE) y para el 2005 se realizaron las primeras exportaciones de pitahaya al mercado externo. Sin embargo, desde 2015, cuando la pitahaya paloreña es incluida en la canasta de productos de Ecuador para el mundo, se identifica el marcado crecimiento de exportaciones para los 28 países que importan dicha fruta. Para 2019 las exportaciones de pitahaya superaron los \$ 35,3 millones de dólares, con tendencia positiva (Lucero, 2020).

Asia, Estados Unidos y Europa son los principales consumidores de esta exótica fruta, con 42%, 50,6% y 4,1% de importaciones, respectivamente; mientras que en la región son Perú, Colombia y Chile. Los productores sienten que este mercado puede expandirse aún más ya que al ser una fruta exótica se

espera que ingrese con mayor fuerza a China y Rusia. El MAGAP, actualmente MAG, junto con la APPE y otras multinacionales siguen en busca de una mayor expansión (Lucero, 2020).

2.2.2.3.2 Variedades.

Las variedades más comunes de la fruta son la roja y la amarilla, su tamaño varía dependiendo del país de origen y del tipo y pueden pesar entre 150 a 600 g. Dependiendo del desarrollo de las brácteas, color y tamaño del fruto, espesor de la cáscara, características de los tallos y su forma, sobresalen las variedades denominadas (López y Guido, 2002).

Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

Su fruto tiene cáscara de color amarillo con espinas, la pulpa es suave y traslúcida. Este tipo de pitahaya está en su punto de madurez cuando el color de la piel se convierte de verde a amarillo (López y Guido, 2002).

Pitahaya Roja (*Hylocereus undatus*)

Este fruto tiene piel roja con brácteas, posee carne blanca con textura firme, la fruta está madura cuando las brácteas se tornan amarillas (Montesinos y col, 2015).

Pitahaya Roja (*Hylocereus monacanthus*)

Fruto con piel roja, su pulpa también es roja y con textura firme. Se sabe que la fruta está madura, cuando sus brácteas se vuelven amarillas.

En todos los casos la pulpa es muy aromática y se pueden apreciar numerosas semillas negras, aproximadamente el 60% de la fruta es semilla. La variedad roja es de mayor tamaño que la amarilla. Su sabor es exquisito, dulce, muy fino y delicado. Las especies tradicionalmente conocidas como pitahaya roja son cultivadas principalmente en América Central e Israel, mientras que la pitahaya

amarilla, su producción se encuentra distribuida en Bolivia, Perú, Venezuela, Colombia y Ecuador (Montesinos, et al., 2015).

2.2.3 Manejo postcosecha.

La fruta madura contiene alrededor de 85 % de agua, 10% a 13 % de azúcares, 0.6 % de proteínas, es rico en vitamina A y contiene cantidades adecuadas de vitaminas B₁, B₂ y C. La papaya es una fruta climatérica lo que quiere decir que la maduración continúa después de cosechado, produciendo cantidades significativas de etileno, conjuntamente con la presencia de un alto ritmo respiratorio. La fruta no madura cuando se cosecha muy inmadura. Después de la cosecha, la fruta es muy susceptible a los daños físicos y al deterioro en general por lo que su manejo tiene que ser muy cuidadoso (FAO, 2007).

Redondo (2018) menciona que las principales alteraciones postcosecha en frutas de hueso son relativas a pérdidas de calidad visual, a alteraciones fisiológicas de la pulpa, alteraciones microbiológicas o a una descomposición avanzada, que hacen que el producto sea no comercializable. Entre estas alteraciones postcosecha se encuentran:

Daños mecánicos

Daños por frío

Pérdida de agua del fruto

Podredumbres

Senescencia

Operación de cosecha

La papaya se cosecha manualmente, siendo suficiente una ligera torsión para que se desprenda de la planta; sin embargo, esto puede ocasionar desgarramiento y heridas en el punto de desprendimiento de la fruta, por lo que

se recomienda utilizar una cuchilla curva para cortar el pedúnculo del fruto. El pedúnculo se deja inicialmente largo, pero después es necesario recortarlo dejando unos 5-10 mm de longitud. La cuchilla de cosecha se debe desinfectar frecuentemente para evitar la diseminación de enfermedades. La fruta cosechada debe ser colocada de manera cuidadosa en una caja de madera o plástico acolchada para su traslado al centro de empaque (FAO, 2007).

2.2.4 Recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles, son una capa delgada que se forma directamente sobre la superficie de los alimentos como una envoltura protectora (Del Valle et al., 2005). Estos se elaboran a partir de una gran variedad de proteínas, polisacáridos y lípidos, ya sea como componentes únicos o combinados. El mecanismo por el cual conservan la calidad de frutas y vegetales es debido a que constituyen una barrera semipermeable a los gases y al vapor de agua que retrasa su deterioro (Krochta y Mulder, 1997), controlan la respiración y la senescencia de forma similar a las atmósferas modificadas, mejoran las propiedades sensoriales, ayudan a mantener la integridad estructural del producto que envuelven, a retener compuestos volátiles y también pueden actuar como vehículo de aditivos alimentarios (Tanada y Grosso, 2005). Por su naturaleza hidrofóbica los recubrimientos a base de lípidos son muy eficientes para reducir la deshidratación de los productos, sin embargo, su falta de cohesividad e integridad estructural hace que presenten malas propiedades mecánicas formando recubrimientos quebradizos, razón que lleva a la utilización de aditivos, como plastificantes, que tienen como objetivo mejorar la flexibilidad de los recubrimientos, haciéndolos menos frágiles; emulsificantes, que favorecen la dispersión del lípido en la matriz hidrocoloide y forman una capa continua en la

superficie del mismo, y tensoactivos, que mejoran la capacidad del recubrimiento para impregnar al alimento (Cisneros y Krochta, 2002).

En general, los recubrimientos comestibles están compuestos de ceras naturales, polisacáridos y proteínas, formando un envase ideal desde el punto de vista medioambiental, puesto que son biodegradables y pueden ser consumidos con el producto.

Proteínas: colágeno, gelatina, zeína, gluten de trigo, proteínas de la leche.

Polisacáridos: almidón, alginato, carragenanos, pectina, quitosano.

Lípidos: ceras, acilgliceroles, ácidos grasos.

Mezclas: componentes lipídicos e hidrocoloides.

Los lípidos son los recubrimientos que mejores resultados han dado en postcosecha. Mediante su utilización se reducen la respiración, deshidratación y mejora el brillo de los frutos. Los recubrimientos formados por solo lípidos son muy frágiles y friables, por lo que se han de aplicar en combinación con una matriz de soporte no lipídica. Carnauba, cera de abeja, parafina, salvado de arroz y candelilla se han aconsejado en combinación con otros lípidos o polisacáridos, pero en la actualidad solo se utiliza la carnauba. Los recubrimientos comestibles que se están ensayando en postcosecha son formulaciones mixtas de compuestos lipídicos e hidrocoloides. Los lípidos aportan la barrera al vapor de agua y los hidrocoloides la permeabilidad selectiva al CO₂ y O₂. Entre los nuevos productos naturales ensayados como recubrimientos comestibles aplicados a cítricos y frutas de hueso, destacan la goma de garrofin, la oleína (mezcla de ácido oleico y otros ácidos grasos), la cera de abejas y numerosos derivados de la celulosa (Elika, sf.).

2.2.5 Aceites esenciales

Las esencias o aceites esenciales son una mezcla compleja de sustancias aromáticas responsable de las fragancias de las flores. Poseen numerosas acciones farmacológicas, por lo que constituyen la base de la aromaterapia, pero además son ampliamente utilizados en perfumería y cosmética, en la industria farmacéutica y en la industria de la alimentación, licorería y confitería. Los aceites esenciales, en general, constituyen del 0,1% al 1% del peso seco de la planta. Son líquidos con escasa solubilidad en agua, solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos. Cuando están frescos, a temperatura ambiente, son incoloros, ya que al oxidarse se resinifican y toman un color amarillento oscuro (lo que se previene depositándolos en recipientes de vidrio de color topacio, totalmente llenos y cerrados perfectamente). La mayoría de los aceites son menos densos que el agua (salvo excepciones como los aceites esenciales de canela, sazafrán y clavo) y con un alto índice de refracción (López, 2004).

De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como naturales, artificiales y sintéticas. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas. Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecida con linalool, o la esencia de anís enriquecida con anetol. Los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química. Estos son más económicos y por lo tanto son mucho más

utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, etc.) (Martínez, 2001)

Propiedades aceite esencial de naranja

Su función es la de calmar los nervios; los dolores de cabeza originados, justamente, por este estado; las situaciones de intranquilidad que se traslucen en insomnio, etc. Sus beneficios son tan amplios ya que, al ser un calmante nervioso, inciden, indirectamente, en las afecciones que los nervios provocan. Además de las nombradas más arriba, trabajan también sobre los espasmos digestivos, las palpitaciones. Es antidepresivo, relajante muscular y ansiolítico (Ecured, 2011).

El aceite esencial de naranja se extrae de la cáscara de las naranjas y, al igual que todos los aceites esenciales, se utiliza para aromatizar ambientes. En aromaterapia se usa el aceite esencial de naranja para crear una sensación de optimismo y felicidad (Ecured, 2011).

Como gran parte de los aceites esenciales, estos tienen propiedades antisépticas, la cual se manifiesta frente a un gran número de bacterias patógenas e incluye ciertas cepas antibiorresistentes. Algunos aceites son también activos frente a hongos inferiores responsables de micosis e incluso frente a levaduras (*Candida*). Compuestos como el citral, geraniol, linalol o timol muestran un poder antiséptico muy superior al del fenol (López, 2004).

2.3 Marco legal

Ecuador Plan Nacional toda una vida 2017 – 2021

El Buen Vivir o Sumak Kawsay, es una idea movilizadora que ofrece alternativas a los problemas contemporáneos de la humanidad. El Buen Vivir construye sociedades solidarias, corresponsables y recíprocas que viven en armonía con la naturaleza, a partir de un cambio en las relaciones de poder. El Sumak Kawsay fortalece la cohesión social, los valores comunitarios y la participación activa de individuos y colectividades en las decisiones relevantes

para la construcción de su propio destino y felicidad. Se fundamenta en la equidad con respeto a la diversidad, cuya realización plena no puede exceder los límites de los ecosistemas que la han originado.

Objetivo 5: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria.

5.2 Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación.

5.3 Fomentar el desarrollo industrial nacional mejorando los encadenamientos productivos con participación de todos los actores de la economía.

5.4 Incrementar la productividad y generación de valor agregado creando incentivos diferenciados al sector productivo, para satisfacer la demanda interna, y diversificar la oferta exportable de manera estratégica.

5.6 Promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades (Plan Nacional de Desarrollo, 2017, p.80).

Objetivo 6: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural.

6.1 Fomentar el trabajo y el empleo digno con énfasis en zonas rurales, potenciando las capacidades productivas, combatiendo la precarización y fortaleciendo el apoyo focalizado del Estado e impulsando el emprendimiento.

6.3 Impulsar la producción de alimentos suficientes y saludables, así como la existencia y acceso a mercados y sistemas productivos alternativos, que permitan satisfacer la demanda nacional con respeto a las formas de producción local y con pertinencia cultural (Plan Nacional de Desarrollo, 2017, p.84).

Políticas y lineamientos estratégicos

Diversificar y generar mayor valor agregado en la producción nacional.

Promover la intensidad tecnológica en la producción primaria, de bienes intermedios y finales.

Impulsar la producción y la productividad de forma sostenible y sustentable, fomentar la inclusión y redistribuir los factores y recursos de la producción en el sector agropecuario, acuícola y pesquero.

Fortalecer la economía popular y solidaria y las micro, pequeñas y medianas empresas en la estructura productiva (SENPLADES, 2015, p.359).

Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria

Título I

Principios generales

Artículo 1. Finalidad. - Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.

El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental. El Estado a través de los niveles de gobierno nacional y subnacionales implementará las políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria en función del Sistema Nacional de Competencias establecidas en la Constitución de la República y la Ley (Asamblea Nacional del Ecuador, 2011, p.1).

En la Unión Europea los materiales utilizados en la formulación de recubrimientos comestibles se regulan por la directiva 95/2/CE de 20 de Febrero de 1995 relativa a aditivos alimentarios distintos de los edulcorantes. La última revisión legislativa es la Directiva 06/52/CE de 5 de Julio de 2006.

LEGISLACIÓN APLICABLE A LOS AGENTES DE RECUBRIMIENTO • Real Decreto 142/2002 por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización

Reglamento (CE) 1333/2008 sobre aditivos alimentarios

Reglamento (CE) 257/2010 por el que se establece un programa de reevaluación de aditivos alimentarios autorizados

Directiva 2010/69/2010 de la Comisión relativa a aditivos alimentarios distintos de los colorantes y edulcorantes.

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se utilizó fue de tipo experimental con un nivel de conocimiento exploratorio, debido a que se evaluó un recubrimiento elaborado a partir de desechos de pitahaya y naranja aplicado en la conservación de la papaya, la cual, es una fruta tropical climatérica y por ende tiene una vida postcosecha corta.

3.1.2 Diseño de investigación

La investigación es experimental, se estudiaron dos factores, el primero es un polímero extraído de la cáscara de la pitahaya roja y el segundo fue el aceite esencial de cáscara de naranja, los cuales se combinarán y formarán un recubrimiento que fue aplicado en papayas con el fin de alargar la vida útil.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variables independientes

Polímero de cáscara de pitahaya

Aceite esencial de naranja

3.2.1.2. Variables dependientes

Características fisicoquímicas (peso, grados Brix, pH, acidez) a 3, 6, 9, 12 y 15 días de almacenamiento

Parámetros microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras) a los 5, 10 y 15 días para determinar vida útil del producto

3.2.2 Tratamientos

Para desarrollar esta investigación se ha extraído datos o porcentajes de otras investigaciones, se ha realizado evaluación de dos factores de estudio. Uno de ellos correspondió a la concentración del polímero extraído de la cáscara de pitahaya; y el otro, estuvo representada por la concentración de aceite de cáscara de naranja. Estos factores y sus correspondientes niveles se indican a continuación en las tablas 1 y 2:

Tabla 1. Concentraciones de pectina extraída de la cáscara de pitahaya

FACTOR A: Concentración del polímero	
a1:	0 %
a2:	2 %
a3:	4 %

Las diluciones se hicieron en ácido acético al 1%
Mero, 2021

Tabla 2. Concentración del aceite esencial de la cáscara de naranja

FACTOR B: aceite esencial de naranja	
b1:	0 %
b2:	2 %

Mero, 2021

La combinación de los niveles de estos factores permitió tener un total de seis tratamientos, definidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Tratamientos a evaluarse

No	Combinaciones	
1	a1b1	0 % pectina pitahaya + 0 % aceite naranja
2	a1b2	0 % pectina pitahaya + 2 % aceite naranja
3	a2b1	2 % pectina pitahaya + 0 % aceite naranja
4	a2b2	2 % pectina pitahaya + 2 % aceite naranja
5	a3b1	4 % pectina pitahaya + 0 % aceite naranja
6	a3b2	4 % pectina pitahaya + 2 % aceite naranja

Mero, 2021

3.2.3 Diseño experimental

En correspondencia con los objetivos propuestos para este experimento, se ha utilizado una Distribución Completamente al Azar (DCA), en donde se ha

realizado cinco repeticiones por cada uno de los tratamientos o combinaciones factoriales. Esto permitió tener un primer experimento de 30 unidades experimentales, representadas por 16 g de la muestra con el recubrimiento.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Recursos bibliográficos

Libros

Sitios web

Tesis

Revistas científicas

Artículos científicos

Recursos institucionales

Laboratorio de Biotecnología de la Ciudad Universitaria Dr. Jacobo Bucarám
Ortiz de la Universidad Agraria del Ecuador

Recursos materiales

Los materiales a utilizar en el trabajo experimental se describen a continuación:

Materia prima e insumos

Papaya (*Carica papaya*)

Cáscara de pitahaya roja

Aceite esencial de naranja

Agua purificada

Materiales de proceso

Vasos de precipitación marca Boeco 250 mL - 500 mL

Jarra de plástico 1L

Bandejas de aluminio

Cedazo plástico

Mortero y pilón

Equipos de proceso

Balanza digital marca sartorius (0.1 g)

Termómetro digital marca snediy (-40 a 280 °C)

pH-metro Marca: Embryant rango 0 - 14

Refractómetro Marca: Milwaukee 0 – 85% Brix

Agitador térmico marca Thermo 0_350 °C

3.2.4.2. Métodos y técnicas

En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo para obtención de aceite esencial de naranja.



Figura 1. Diagrama de flujo para obtención de aceite esencial de naranja

Mero, 2021

Descripción del proceso de obtención del aceite esencial

Recepción de la naranja

Se recibió la fruta y verificó que esté sin daños y con ausencia de moho o plaga.

Lavado y despulpado

Se procedió a lavar en una solución de hipoclorito de sodio al 2 % y se extrajo toda la pulpa. Las cáscaras son separadas para continuar con el proceso.

Destilación por arrastre de vapor

Se colocaron los pedazos de cáscara de aproximadamente 4 cm², se lleva a ebullición y se condensan directamente los vapores.

Decantación

La mezcla obtenida se sometió a decantación para separar el aceite obtenido del agua. Finalmente, se lo guardó en un envase color ámbar.

Preparación del recubrimiento con el polímero obtenido de la pitahaya

En la Figura 2 se presenta el proceso de recubrimiento con el polímero obtenido de la pitahaya.

Lavado y despulpado

Para obtener solamente las cáscaras, las muestras obtenidas se lavaron con agua destilada y se separa la pulpa de cada uno de los frutos.

Tratamiento de las cáscaras

Las cáscaras obtenidas se cortaron en trozos pequeños y se pesa 250 g en un recipiente de vidrio y se dejó en una estufa a 50 °C durante 28 h. El material seco se molió utilizando un molino manual y el producto obtenido se tamizó en una de malla 1,125 µm. El material así tamizado y homogenizado se guardó en un frasco de vidrio y se almacenó para su posterior tratamiento. (9.1 Anexo 1)

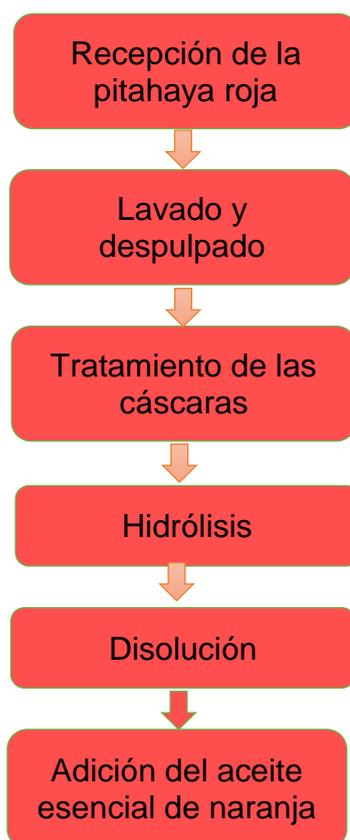


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del recubrimiento
Mero, 2021

Hidrólisis ácida

En un balón de 100 ml se adicionaron 50 ml de solución de ácido clorhídrico 0,003 N (pH 2,6) y 2 g de las muestras tamizadas de cada una de las especies utilizadas por separado.

Se colocó bajo reflujo durante 45 min utilizando una placa calefactora con agitación magnética a 600 rpm constante.

Se enfrió a temperatura ambiente y se centrifugó por 20 minutos y la muestra centrifugada se separa a 700 rpm.

Al sobrenadante se le adicionó 30 ml de etanol al 96%, obteniendo un precipitado gelatinoso.

El gel una vez separado se colocó en una caja Petri, la cual se dejó en una estufa a 50 °C por 10 horas, hasta obtener un peso constante.

El residuo una vez seco se trituró en un mortero y corresponde a la pectina extraída. (9.2 Anexo 2)

Descripción de operaciones del proceso

En la Figura 3 se presenta el diagrama de flujo para la aplicación del recubrimiento comestible a base de cáscaras de pitahaya roja y naranja

Recepción de materia prima:

El estudio se realizó aplicando el recubrimiento en papayas (*Carica papaya*), las cuales fueron adquiridos en el mercado local de la ciudad de Milagro.

Selección y clasificación:

Se seleccionaron las que no presentaron daños físicos como golpes, magulladuras, pliegues o arrugas, cicatrices y rajaduras. La clasificación se realizó de acuerdo con el tamaño y el índice de madurez con el fin de dar condiciones similares en el procesamiento.

Lavado:

El lavado se realizó con agua potable por inmersión en un depósito y frotamiento manual, de manera que se puedan eliminar sustancias y partículas extrañas.

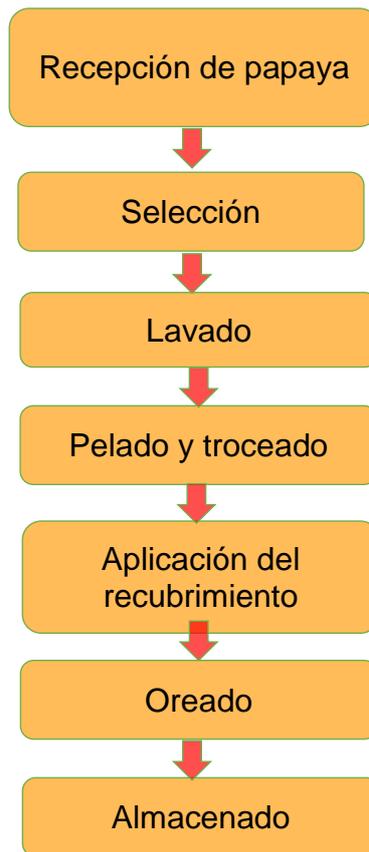


Figura 3. Diagrama de flujo para la aplicación del recubrimiento comestible a base de cáscaras de pitahaya roja y naranja
Mero, 2021

Desinfectado:

Luego los frutos fueron sumergidos en una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm de cloro, por un tiempo de 5 minutos, a fin de reducir la posible carga microbiana.

Pelado y troceado:

Posteriormente se pelaron las papayas y se las troceó en pedazos de aproximadamente 5 cm por 5 cm.

Recubrimiento de frutos:

Se realizó por inmersión de los frutos en el recubrimiento a base de pectina de pitahaya y aceite esencial de naranja, tomando en consideración los tratamientos establecidos.

Oreado:

Se deja escurrir el exceso de recubrimiento en mallas plásticas por 5 minutos.

Almacenamiento:

Las papayas recubiertas con la película comestible a base del polímero de pitahaya y aceite esencial de naranja se almacenaron en refrigeración a $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$

Variables evaluadas:**Determinación del Contenido de Metoxilo.**

Para la determinación del contenido de metoxilo, a la solución empleada para la determinación del peso equivalente se hizo:

- Agregar 25ml de hidróxido de sodio a 0.1N, agitar perfectamente.
- Tapar el Erlenmeyer y dejar en reposo por 30 minutos a la temperatura ambiente.
- Agregar luego 25ml de la disolución de ácido clorhídrico 0.25N o la cantidad equivalente de ácido para neutralizar la soda adicionada.
- Agitar perfectamente y titular con solución de hidróxido de sodio 0.1N, tomando como punto final de la titulación pH 7.5 o color rojizo permanente por 20 segundos.

Se usó la siguiente formula:

$$\% \text{metoxilo} = \frac{\text{meq. de NaOH} \cdot \text{PM del metoxilo} \cdot 100}{\text{Peso de la muestra en mg}}$$

Determinación del Grado de Esterificación

El porcentaje de esterificación se calculó dividiendo los miliequivalentes del hidróxido de sodio gastados en la determinación del contenido de metoxilo por la suma de los miliequivalentes de hidróxido de sodio gastados en la determinación de la acidez libre y los gastados en la determinación del contenido de metoxilo y multiplicando este valor por 100.

$$\% \text{ esterificación} = \frac{\text{meq.de NaOH (cont. de metoxilo)}}{\text{meq.de NaOH (acidez libre) + meq.de NaOH(cont.metoxilo)}} * 100$$

Peso

Se determinó por lectura en una balanza digital, con una precisión de 0.001g. Se realizó la pesada inicial de los frutos y el pesado final de los frutos luego de las aplicaciones de los tratamientos con el recubrimiento, desde el día cero hasta el día 15.

pH

Este parámetro se determinó con el potenciómetro. La medida se realiza tomando una muestra de papaya, la cual es triturada y exprimida para obtener el zumo del fruto del cual se analizó de forma directa, introduciendo el potenciómetro en el zumo de papaya.

Acidez titulable

Esta medida se realizó según lo descrito en la norma AOAC 942.15. Se toma una muestra de papaya, se tritura y exprime, luego se toma una muestra de 4ml del zumo y se diluyó en 36 ml de agua destilada, luego se procedió a adicionar 3 gotas de fenolftaleína e NaOH al 0.1N; se realizó la titulación hasta llegar a un pH de 8.0 ± 0.2 . Al finalizar se tomó el gasto de NaOH.

Sólidos solubles

Se determina a partir del extracto de la papaya por tratamiento, midiendo los grados °Brix, en un Refractómetro digital. (9.3 Anexo 3)

Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos

La norma INEN 1529-5:2006 establece el método para cuantificar la carga de microorganismos aerobios mesófilos en una muestra de alimento destinado al consumo humano o animal.

Este método se basó en la certeza de que un microorganismo vital presente en una muestra de alimento, al ser inoculado en un medio nutritivo sólido se reproducirá formando una colonia individual visible. Para que el conteo de las colonias sea posible se hacen diluciones decimales de la suspensión inicial de la muestra y se inocula el medio nutritivo de cultivo. Se incuba el inóculo a 30 °C por 72 horas y luego se cuenta el número de colonias formadas. El conteo sirve para calcular la cantidad de microorganismos por gramo o por centímetro cúbico de alimento.

Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables

La norma NTE INEN 1529-10 describe el método para cuantificar el número de unidades propagadoras de mohos y levaduras en un gramo ó centímetro cúbico de muestra. Este método se basó en el cultivo entre 22 °C y 25 °C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales. (9.4 Anexo 4)

3.2.5 Análisis estadístico

Para la valoración estadística de los datos se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), cuyo modelo considero tanto al diseño como al arreglo factorial. Este

modelo es el que se detalla en la Tabla 4. Para la comparación de medias, en el caso de detectar diferencias significativas, en alguna o en todas las variables de respuesta, el test estadístico que se utilizó fue el de Duncan. Estas herramientas estadísticas se aplicaron al 5% de probabilidad de error tipo I (alfa).

Tabla 4. Modelo de análisis de varianza a emplear en la valoración estadística de las variables de respuesta

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total ($abr - 1$)	17
Factor A ($a - 1$)	2
Factor B ($b - 1$)	1
Interacción AB ($(a - 1)(b - 1)$)	2
Error experimental ($(ab - 1)(r - 1)$)	12

Mero, 2021

4. Resultados

4.1 Caracterización de los parámetros físico-químico (porcentaje de metoxilo y grado de esterificación) en la caracterización de pectina aislada y el aceite esencial de naranja.

La pectina obtenida a partir de la cáscara de pitahaya fue caracterizada mediante el porcentaje de metoxilo y grado de esterificación. (Tabla 5).

Se pudo evidenciar que la muestra obtuvo 4,31% de metoxilo y el grado de esterificación, que se obtuvo fue de 70.2%, lo que indica que se encontró dentro de los parámetros establecidos siendo su valor de bajo grado de esterificación.

Tabla 5. Resultados de porcentaje de metoxilo y grado de esterificación.

Muestra	Porcentaje de metoxilo (% MET)	Grado de esterificación(%EST)	Método
Pectina de la cáscara de pitahaya	4,31	70,2	Carbonell, Costell y Durán, 1990:1-9

Mero, 2021

4.2 Determinación de los parámetros fisicoquímicos (pérdida de peso, acidez, pH, grados brix) de la papaya en refrigeración de 0 a 15 días de almacenamiento

Se aplicó la pectina en distintas concentraciones en combinación con aceite esencial de naranja como recubrimiento en papaya conservada en refrigeración, para la evaluación de sus parámetros fisicoquímicos.

En la Figura 4 se puede apreciar la pérdida de peso de la papaya con las distintas formulaciones aplicadas, siendo los tratamientos con 4% de pectina (T5) y 4% de pectina más 2% de aceite de naranja (T6) los que presentaron mayor protección ante la pérdida de peso en la papaya conservada en refrigeración.

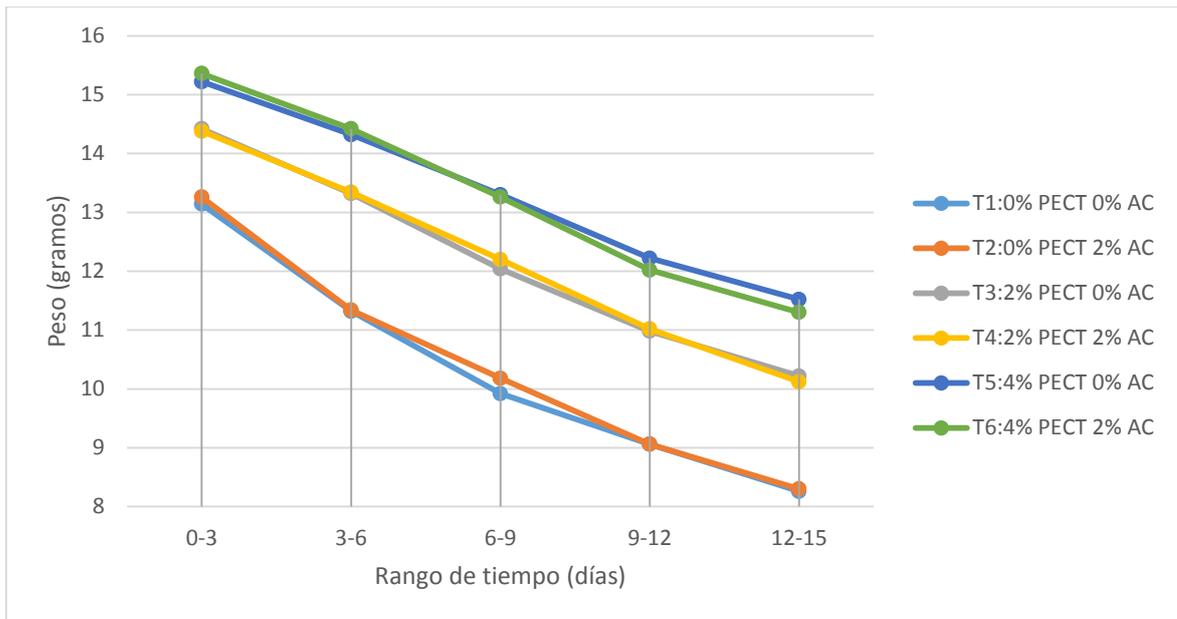


Figura 4. Pérdida de peso en las muestras de papaya Mero, 2021

En la Figura 5 se muestra el análisis de pH en rangos de días se pudo apreciar que a mayor cantidad de pectina disminuye ligeramente el pH de la fruta.

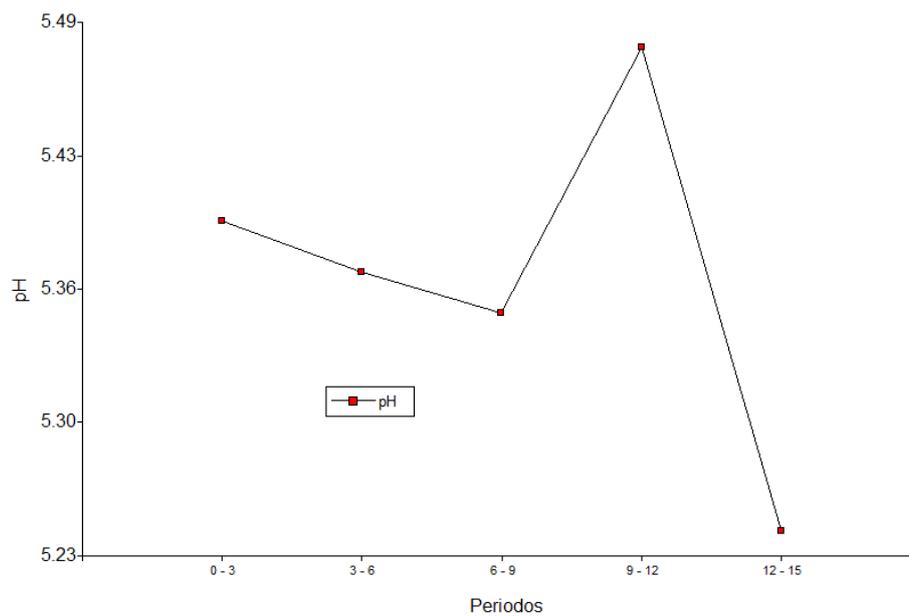


Figura 5. Variación de pH durante la refrigeración Mero, 2021

En la Figura 6 se detalla el análisis de acidez en donde se pudo apreciar que se mantiene con valores cercanos a 1% representada como ácido ascórbico.

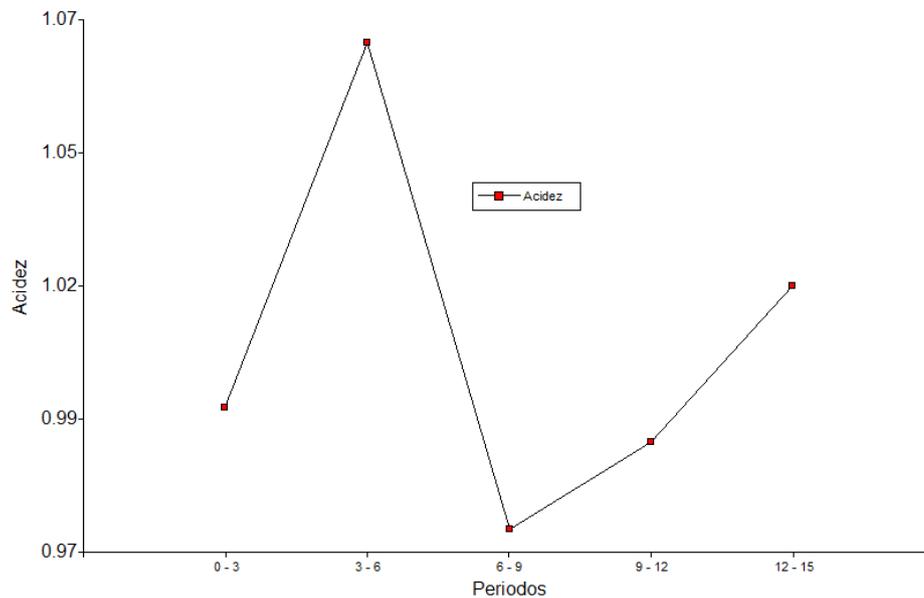


Figura 6. Variación de acidez durante la conservación de la papaya
Mero, 2021

En la Figura 7 se muestra el análisis de sólidos totales solubles quienes no muestran mucha variabilidad, sus resultados fluctúan entre 16,21 hasta 17,53 °Brix.

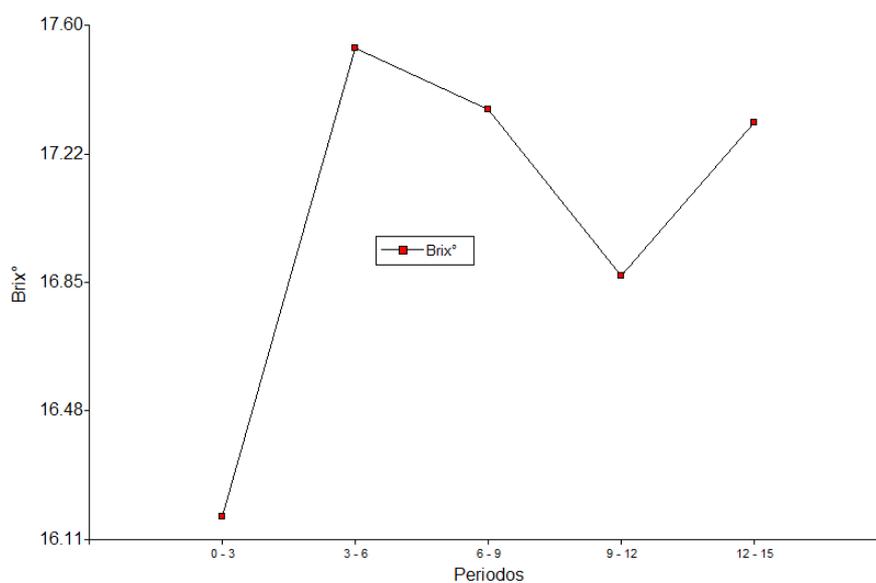


Figura 7. Variación de sólidos totales disueltos de la papaya en refrigeración
Mero,2021

Del análisis estadístico efectuado a los tratamientos se evidenció que el factor A (porcentaje de pectina) ejerce un efecto significativo entre las muestras, demostrando que los tratamientos con 4% de pectina obtuvieron resultados satisfactorios ante la pérdida de peso. Caso contrario sucede con el factor B (porcentaje de aceite esencial de naranja) quien no mostró efecto significativo sobre los resultados de las variables evaluadas, es decir es indistinto la adición de aceite en la película (9.5 Anexo 5).

En la Tabla 6, se muestra los resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados (pH, acidez y grados brix). En el análisis de pH, acidez y grados Brix se apreció que a mayor cantidad de pectina disminuye ligeramente el pH de la fruta, la acidez se mantiene con valores cercanos a 1% expresada como ácido ascórbico. Los sólidos totales solubles no muestran mucha variabilidad, sus resultados fluctúan entre 16,21 hasta 17,53 °Brix (9.6 Anexo 6).

Tabla 6. Resultados de Análisis físico-químicos.

N°	Factor A	Factor B	pH	Acidez	°Brix
T ₁	a1: 0 % pectina	b1: 0 % aceite	6.02^a	1.08a	16.98b
T ₂	a1: 0 % pectina	b2: 2 % aceite	6.02^a	1.03ab	17.53 ^a
T ₃	a2: 2 % pectina	b1: 0 % aceite	5.25b	0.97b	16.98b
T ₄	a2: 2 % pectina	b2: 2 % aceite	4.98c	1.00b	16.21c
T ₅	a3: 4 % pectina	b1: 0 % aceite	4.97c	1.01ab	16.91b
T ₆	a3: 4 % pectina	b2: 2 % aceite	4.98c	0.97b	17.69^a
	C.V	34,05%	5.61%	14.39%	3.71%

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Mero, 2021

4.3 Análisis del tiempo de vida útil del tratamiento de mayor aceptación sensorial, basado en criterios microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras)

En base a los resultados microbiológicos encontrados en la muestra mejor evaluada (Tabla 7) se pudo evidenciar ausencia (<10 ufc/g) de Aerobios mesófilos, mohos y levaduras a los 5, 10 y 15 días de almacenamiento en frío (4 °C), por lo cual su vida útil se estima que es de al menos 15 días.

Tabla 7. Análisis microbiológicos.

Parámetros	5 días	10 días	15 días	Unidad
Aerobios mesófilos	<10	<10	<10	UFC/g
Moho y levaduras	<10	<10	<10	UFC/g

Mero, 2021

5. Discusión

Se evidenció que la muestra de pectina extraída de la cáscara de pitahaya obtuvo 4,31% de metoxilo y el grado de esterificación, que se obtuvo fue de 70.2%. El porcentaje de metoxilo en la presente investigación es menor debido a la variación de la fruta con el encontrado por Adosso et al. (2005) quienes caracterizaron la pectina obtenida de la cáscara de maracuyá con diferente estado de madurez hallando porcentajes de metoxilo de 10,54% (maracuyá color verde-blanco), 10,32% (maracuyá color verde-amarillo) y 10,09% (maracuyá color amarillo), estos valores permiten señalar que el porcentaje de metoxilo disminuye tanto con la maduración de la fruta como por el efecto de quien extrae, debido a la ruptura de los ésteres metílicos. Por otra parte, Ferreira, Peralta y Rodríguez (1995) obtuvieron y caracterizaron la pectina a partir de desechos industriales del mango, reportando valores muy cercanos a los que se presentan en esta investigación con los desechos de la pitahaya, los porcentajes varían entre 3,38% hasta 6,31% de metoxilo, dichos resultados presentan valores menores al 7% en su totalidad y en consecuencia pueden considerarse como de bajo metoxilo, incluyendo la pectina patrón, se observa una clara relación entre las condiciones de extracción y el contenido de metoxilo.

En cuanto al grado de esterificación, fue de 70,2%, el cual coincide con los valores reportados por Adosso et al. (2005) en la cáscara de maracuyá, estos porcentajes fueron de 72,05% en la maracuyá verde- blanco, 70,58% en el verde-amarillo y 69,75% en el maracuyá amarillo, lo cual indica que no hay un deterioro importante en la pectina, debido que es leve la pérdida de los metoxilos que tenía esterificados anteriormente. Por otra parte, Baltazar et al. (2013) caracterizó la pectina extraída del limón, donde los valores del grado de esterificación obtenidos

variaron de 80% a 53,8%; sin embargo, en todos los casos los valores obtenidos superaron el 50%, por lo que las muestras de pectina cruda obtenidas fueron de alto grado de esterificación.

Del análisis estadístico efectuado a los tratamientos se puede evidenciar que el factor A (porcentaje de pectina) ejerce un efecto significativo entre las muestras, caso contrario sucede con el factor B (porcentaje de aceite esencial de naranja) quien no muestra efecto significativo sobre los resultados de las variables evaluadas. Las formulaciones aplicadas que tuvieron menor pérdida de peso fueron 4% de pectina (T5) y 4% de pectina más 2% de aceite de naranja (T6) mostrando una pérdida de aproximadamente 5% de su peso al tercer día hasta llegar a cerca del 30% al día 15. Similares valores presentaron Jimenes (2017) en un recubrimiento comestible a base de *Aloe vera* el cual se aplicó en papaya, se determinó que el tratamiento T5 (70% de *Aloe vera* y 4°C temperatura de almacenamiento) es el que presentó menor porcentaje de peso perdido (4,83%), por lo que se comprueba que tanto el porcentaje de *Aloe vera* y la temperatura de almacenamiento influyen en el porcentaje de peso perdido debido a que el recubrimiento disminuye la pérdida de agua.

Realizado el análisis de varianza del porcentaje de peso perdido se determinó diferencia altamente significativa para tratamientos, para el factor A (Porcentaje de *Aloe vera*), factor B (Temperatura de almacenamiento) y para la interacción A x B. Además, presentó un coeficiente de variación de 3,58% considerado aceptable para el tipo de investigación realizada. En la presente investigación se apreció la influencia significativa del factor A (porcentaje de pectina), el factor B (porcentaje de aceite esencial de naranja no tuvo efecto significativo sobre la pérdida de peso).

En el análisis del tiempo de vida útil se evidenció ausencia (<10 ufc/g) de Aerobios mesófilos, mohos y levaduras a los 5, 10 y 15 días de almacenamiento en frío, por lo cual su vida útil se estima que es de al menos 15 días. Estos resultados son mejores a los encontrados por Jimenes (2017), en el cual se usó como recubrimiento el *Aloe vera* en la papaya, donde se evidenció el crecimiento microbiano de mohos en Papaya, al transcurso de los días se verifica que su crecimiento es directamente proporcional, es decir que mientras pasen los días el crecimiento de mohos aumentará. Al día 10 el producto cumple con los requisitos necesarios de contenido de mohos que es 10^3 UFC/g.

Por otro lado, el crecimiento microbiano de levaduras en Papaya, al transcurso de los días se verifica que su crecimiento es directamente proporcional, es decir que mientras pasen los días el crecimiento de levaduras aumentará. Al día 10 los tratamientos T3 y T6 cumplen con los requisitos necesarios de contenido de levaduras que es 102 UFC/g, mientras que el tratamiento T1 excedió el límite necesario de contenido de levaduras en productos de consumo humano. Estos resultados también concuerdan con los reportados por Martínez-Romero et al. (2015), quienes aplicaron *Aloe vera* como recubrimiento en cereza y uva. Los períodos de conservación fueron de 16 y 21 días, respectivamente, tanto en cerezas como en uvas tratadas con *Aloe vera* se logró reducir 17 veces la contaminación microbiana generada por mohos y levaduras, además se redujo la tasa de respiración, se retrasaron las pérdidas de peso y el incremento en el índice de maduración.

6. Conclusiones

La muestra de pectina extraída de la cáscara de pitahaya obtuvo 4,31% de metoxilo, dicho resultado por ser menor a 7% puede considerarse como de bajo metoxilo. El grado de esterificación, que se obtuvo fue de 70.2%, lo cual indica que no hay un deterioro importante en la pectina, debido que es leve la pérdida de los metoxilos que tenía esterificados anteriormente.

Del análisis estadístico efectuado a los tratamientos se puede evidenciar que el factor A (porcentaje de pectina) ejerce un efecto significativo entre las muestras, caso contrario sucede con el factor B (porcentaje de aceite esencial de naranja) quien no muestra efecto significativo sobre los resultados de las variables evaluadas. Las formulaciones aplicadas que tuvieron menor pérdida de peso fueron 4% de pectina (T5) y 4% de pectina más 2% de aceite de naranja (T6) mostrando una pérdida de aproximadamente 5% de su peso al tercer día hasta llegar a cerca del 30% al día 15.

En el análisis de pH, acidez y grados Brix se pudo estimar que a mayor cantidad de pectina disminuye ligeramente el pH de la fruta, la acidez se mantiene con valores cercanos a 1% expresada como ácido ascórbico. Los sólidos totales solubles no muestran alta variabilidad, sus resultados fluctúan entre 16,21 hasta 17,53 °Brix.

En el análisis del tiempo de vida útil se evidenció ausencia (<10 ufc/g) de aerobios mesófilos, mohos y levaduras a los 5, 10 y 15 días de almacenamiento en frío, por lo cual su vida útil se estima que es de al menos 15 días.

7. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos en la investigación se recomienda:

Utilizar el recubrimiento a base de pectina los en la presente investigación para conservación postcosecha de la papaya, puesto que mantienen las características físico químicas y microbiológicas por un mayor tiempo.

Evaluar la influencia del recubrimiento en distintos estados de madurez de la fruta

Indagar diferentes temperaturas de almacenamiento y su influencia sobre la conservación del producto

8. Bibliografía

- Albán, S. y Alencastri, A. (2015). Plan de exportación de pulpa de pitahaya al mercado de Berlín en Alemania a través de un Comercio Justo. Guayaquil. Universidad Politécnica Salesiana.
- Arriaga, L. (2017). La producción y exportación de las principales frutas no tradicionales y su importancia en las exportaciones totales del Ecuador, periodo 2012-2016 Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas.
- Bello, E., Loaiza, M., Pajón, C., Restrepo, D., y González, J. (2012). Empleo de un recubrimiento formulado con propóleos para el manejo poscosecha de frutos de papaya (*Carica papaya L. cv. Hawaiana*). Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín, 65(1), p.6497-6506.
- Bron, I., Jacomino, A., y Pinheiro, A. L. (2006). Influence of ripening stage on physical and chemical attributes of 'golden' papaya fruit treated with 1-methylcyclopropene. *Bragantia*, 65, p. 553-558.
- Chacha, C. (2016). Utilización de tres tipos de recubrimientos comestibles en la conservación postcosecha de *Carica papaya L.* (PAPAYA). Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Cisneros, Z. y Krochta, L. (2002). Internal modified atmospheres of coated fresh fruits and vegetables: understanding relative humidity effects. *Journal of Food Science*. 67(8) p.2792 - 2797.
- CORPEI (2008). Tu negocio al mundo. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://www.corpei.org/servicios/consultoria-1>
- De la Cruz, M., Gutiérrez, G., y García, H. (2003). Papaya: post-harvest operations. Instituto Tecnológico de Veracruz: AGSI/FAO,1-70

- Del Valle, V., Hernández Muños, P., Guarda, A. y Galotto, M. (2005). Development of a cactusmucilage edible coating (*Opuntia Picus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry*. (9)p.751 - 756.
- Díaz J. (2006). Biología y manejo pescoceada de la pitahaya roja y amarilla, *Revista de la Universidad Nacional Agraria*, 5 (6), pp. 44-49.
- Ecured (2011). Aceite esencial de naranja. Recuperado de https://www.ecured.cu/Aceite_esencial_de_Naranja
- El Comercio (2013). La papaya nacional tiene su espacio en el extranjero. *Revista Líderes*. Recuperado de <https://www.revistalideres.ec/lideres/papaya-nacional-espacio-extranjero.html>.
- El Comercio (2018). Agrocalidad certificó primera exportación de papaya ecuatoriana a Estados Unidos. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/actualidad/agrocalidad-certificado-exportacion-papaya-estadosunidos.html>.
- Elika, (sf). Agentes de recubrimiento comestibles. Recuperado de http://www.elika.net/datos/articulos/Archivo652/berezia_agentes%20de%20recubrimiento.pdf
- Enriquez (2007). Uso de hospedantes diferenciales para la identificación de Cepas del Virus de la mancha anillada de la lechosa (PRSV). *Fitopatología* 21. México DF, México. pp. 67-70.
- FAO (2007). Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales. (Papaya, piña, plátano, cítricos). Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf>
- Franco, A. (2015). Prácticas de precosecha y cosecha que influyen en la poscosecha. Bogotá. pp. 3-19.

- García, M. (2010). Guía técnica del cultivo de la papaya. El Salvador. pp.5-36.
- Gómez, M., Lajoño, F., y Cordenunsi, B. (2002). Evolution of soluble sugars during ripening of papaya fruit and its relation to sweet taste. *Journal of Food Science*, 67(1), p. 442- 447
- Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M. F., Coronel, D., Verdugo, K., y Coba Santamaría, P. (2015). La Granja. *Revista de Ciencias de la Vida* , 10.
- Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones proecuador. (2014). Análisis sectorial papaya 2014. Quito-Ecuador. pp.3-16.
- Jimenes, A. (2017). Recubrimiento comestible a base de aloe vera (aloe barbadensis miller) para papaya (carica papaya) y guayaba (psidium guajava) como alimentos de IV gama.
- Krochta, J. y Mulder, C. 1997. Edible and biodegradable polymer films: changes and opportunities. *Food Technol.* 51:61 - 72.
- Looze, Y., Boussard, P., Huet, J., Vandebussche, G., Raussens, V., y Wintjens, R. (2009). Purification and characterization of a wound-inducible thaumatin-like protein from the latex of *Carica papaya*. *Phytochemistry*, 70(8), pp. 970-978. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.phytochem.2009.05.005>
- López, D. y Guido M. (2002). Guía Tecnológica 6, Cultivo de la Pitahaya. Nicaragua: Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria.
- López, L. (2004). Los aceites esenciales. *Rev. Offarm* 23 (7) 88-91 pp. Recuperado de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-los-aceites-esenciales-13064296>
- Lucero, K., (2020). Pitahaya: la fruta exótica más exportada del Ecuador. *Revista Gestión*. En línea. Recuperado de <https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/pitahaya-la-fruta-exotica-mas-exportada-del-ecuador>

- Martínez, A. (2001). Aceites esenciales. Facultad Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. Medellín. Recuperado de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61782290/aceites_escencialesUDEA20200114-91358-1achn3k.pdf?1579016164=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3duniversidad_de_antioquia
- Martinez, D., Guillén, F., Valverde, J., Serrano, M., Pedro, Z., Gloria, B., y otros. (2015). Aloe vera gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas.
- Miranda, A., Alvis, A., y Paternina, G. (2014). Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (*Carica papaya*) variedad tainung. *Temas agrarios*, 19(1), 7-18.
- Montesinos C., Rodriguez L., Ortiz P., Fonseca F., Ruíz H., y Guevara H. (2015). Pitahaya (*Hylocereus* spp.) Un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. *Cultivos Tropiacles - Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, pp. 68
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2005). Pérdidas en la manipulación después de la cosecha. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j5778s.html>.
- Ospina, S. y Cartagena, J. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), p.112-123.
- Páez, G., Marín, M., Mármol, Z., y Ferrer, J. (2005). Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 22(3), p. 241-251.
- Petit, D., Terán, Y., Rojas, B., Salinas, R., García-Robles, J., y Báez-Sañudo, R. (2010). Efecto de las ceras comestibles sobre la calidad en frutos de

papaya. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 11(1), p. 37-42.

Pro Ecuador, (2016) Perfil de pitahaya. En línea. Recuperado de http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2016/05/proec_as2016_pitahaya.pdf .

Pro Ecuador. (2016) Perfil de frutas no tradicionales. En línea. Recuperado de <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/04/perfil-frutas-no-tradicionales.pdf>.

Pro Ecuador. (2015). Análisis sectorial. Papaya 2016. Recuperado de https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2015/07/proec_as2015_papaya1.pdf

Revista el Agro (2013). Pitahaya roja alternativa de producción de frutas. El Agro. En línea. Disponible en: www.revistaelagro.com/2013/04/24/pitahaya-roja-una-alternativa-para-produccion-de-frutas-tropicales.

Sabinos J. (2010). Relación con prácticas de manejo con la floración de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integra. Maestría. En línea. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/9674>. Consultado (25.12.2017).

Tanada, S. y Grosso, C. 2005. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria anassa* quality) Postharvest Biology and Technology. 36 p.199 - 208.

9. ANEXOS



(a)

(b)

(c)

9.1 Anexo 1. Tratamiento de las cáscaras (a) Lavado y despulpado (b) Deshidratación de las cáscaras (c) Molienda del material seco
Mero 2021



(a)

(b)

(c)

9.2 Anexo 2. Obtención de la pectina (a) Se procedió a calentar las muestras por 45 min. (b) Se dejó el precipitado gelatinoso en una estufa a 50 °C por 10 horas (c) Se procedió a triturar en el mortero.
Mero 2021



(a)

(b)

(c)

9.3 Anexo 3. Análisis Físicoquímicos (a) Determinación de pH (b) Medición de acidez titulable (c) Determinación de sólidos solubles
Mero 2021



9.3 Anexo 4. Análisis Microbiológicos Siembra en placas petrifilm
Mero 2021

9.5 Anexo 5. Análisis estadísticos. Datos de Análisis de la varianza.

Factor A	Factor B	Periodos	Pérdida de peso (g)	pH	Acidez	°Brix
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	2.9	5.72	1.2	17.2
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	2.8	5.4	1.1	17.5
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	1.7	5.22	0.9	15.62
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	1.6	5.27	0.8	15.8
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	0.7	5.32	0.8	15.46
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	0.6	5.33	0.8	16.12
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	1.9	5.78	1.2	17.88
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	1.9	5.88	1.1	18.12
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	1.0	5.12	1.1	17.67
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	0.6	5.02	0.9	16.43
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	1.0	5.01	1.2	17.65
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	0.9	5.13	1	18.2
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.4	6.02	1.1	17.74
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	1.0	5.93	1	18.11
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.2	5.05	1.1	17.5
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	1.6	5.02	1	15.7
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.0	4.92	1.1	17.6
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	1.7	4.95	0.9	18.11
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	0.7	6.12	1	16.34
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.1	6.08	0.9	17.1
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	0.9	6.21	1.1	17.4
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.2	4.87	1	15.4
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	1.0	4.64	1.1	17.3
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	0.9	4.98	1.2	18.13
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.6	6.24	1.1	16.27
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.8	6.12	1	17.15
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.8	4.93	1.1	17.3
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	1.1	4.72	1.2	18.3
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.7	4.89	1	17.2
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.9	4.72	1.2	18.1
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	2.6	5.83	1.3	17.18
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	2.7	5.57	1	17.45
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	1.6	5.31	1	15.5
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	1.4	5.34	1	15.7
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	0.8	5.24	0.8	15.3
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	0.7	5.28	0.8	16.1
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	2.0	5.91	1.2	17.75
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	2.1	5.94	1.2	18.1
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	1.0	5.21	0.9	17.57

a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	1.4	5.15	1.1	16.39
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	0.5	5.05	1.1	17.59
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	1.3	4.92	1	18.19
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.4	6.08	1	17.69
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	1.0	6.12	1.1	18.1
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.0	4.93	0.8	17.58
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	0.9	4.98	0.9	15.64
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.2	4.89	0.9	17.57
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	0.8	5.02	0.8	18.1
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	0.8	6.08	0.9	16.3
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.2	6.1	1	17.09
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	1.3	6.18	0.8	17.38
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.2	4.93	1.1	15.37
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	1.1	4.72	1.2	17.24
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.2	4.9	1.1	18.1
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.9	6.34	1	16.25
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.7	6.87	0.8	17.1
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.5	4.64	1.2	17.25
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.9	4.62	1	18.23
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.7	4.95	1.2	17.19
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.6	4.63	1	18.09
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	3.1	5.8	1.2	17.15
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	2.6	5.68	1.2	17.3
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	1.5	5.28	1.2	15.3
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	1.7	5.2	0.8	15.73
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	0.7	5.32	0.9	15.37
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	0.8	5.24	0.9	16.08
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	1.6	5.85	1	17.69
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	2.0	5.93	1.2	18.01
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	1.3	5.22	1.1	17.5
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	1.2	5.21	1.2	16.3
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	1.2	4.98	1.1	17.47
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	0.9	5.2	1.2	18.17
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.6	6.04	0.8	17.57
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	1.4	6.04	0.9	18.07
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.2	5.12	1	17.46
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	1.0	4.9	1.1	15.56
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.0	4.95	0.8	17.45
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	0.8	4.9	1.1	18.05
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	0.8	6.15	0.8	16.28
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.2	6.05	0.8	17.06
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	1.2	6.02	1.2	17.34
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.3	4.88	1.2	15.29
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	1.0	4.88	0.8	17.21

a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.3	4.87	1	18.07
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.7	6.41	1.2	16.2
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.5	6.39	1.1	17.08
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.8	4.72	1	17.22
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.9	4.64	1.1	18.17
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.6	4.64	1.1	17.16
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.6	4.69	0.9	18.06
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	2.7	5.67	1.3	17.19
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	2.8	5.79	0.9	17.23
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	1.7	5.25	0.8	15.22
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	1.8	5.18	0.9	15.68
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	0.9	5.34	1	15.29
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	0.4	5.34	0.8	16.06
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	1.8	5.96	1.3	17.58
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	1.9	6.02	1	18.04
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	0.8	5.08	0.8	17.48
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	1.3	5.3	1	16.29
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	0.8	5.01	1	17.3
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	0.8	5.15	0.9	18.15
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.3	5.94	1.2	17.46
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	1.3	6.1	0.8	18.04
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.7	5.06	0.9	17.39
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	0.5	5.04	1	15.42
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.3	5.02	0.9	17.37
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	1.3	5.12	0.8	18.04
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	1.1	6.21	1.1	16.25
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	0.9	5.98	1	17.04
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	0.9	6.15	0.5	17.26
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.2	4.82	0.8	15.22
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	1.0	4.76	1.1	17.15
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.4	4.89	0.9	18.05
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	1.1	6.28	1	16.15
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	1.0	6.49	1.2	17.04
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.8	4.63	0.8	17.15
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.7	4.59	1	18.14
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.7	4.62	0.9	17.14
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.6	4.56	0.8	18.04
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	3.0	5.7	1.2	17.14
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	2.8	5.34	1.1	17.31
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	1.4	5.18	0.8	15.4
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	1.6	5.22	1.1	15.56
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	0 – 3	0.8	5.22	1.2	15.25
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	0 – 3	0.7	5.32	1.1	16.05
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	1.8	5.8	1.1	17.51
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	1.7	5.94	1.2	18.05

a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	1.4	5.05	0.9	17.42
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	0.7	5.18	0.8	16.25
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	3 – 6	1.0	5.1	1	17
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	3 – 6	0.8	5.05	1.2	18.12
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.3	6.12	1	17.38
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	1.1	6.16	1.1	18.02
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	1.3	4.95	1	17.28
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	1.7	5.03	1.2	15.36
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	6 – 9	0.6	5.11	0.8	17.24
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	6 – 9	1.2	5.04	1.1	18.02
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	0.9	6.11	0.9	16.18
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.2	6.12	1.1	17.01
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	1.0	6.16	1.2	17.24
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.0	4.82	0.9	15.16
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	9 – 12	1.3	4.85	1.2	17.14
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	9 – 12	1.4	4.93	0.8	18.03
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.7	6.37	1	16.12
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.8	6.36	0.9	17.01
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.9	4.55	1	17.13
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.9	4.64	0.8	18.11
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	12 - 15	0.8	4.72	1.1	17.12
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	12 - 15	0.9	4.39	0.9	18.01

Mero, 2021

9.6 Anexos 6. Análisis de varianza de variable pérdida de peso

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pérdida de peso (%)	150	0.50	0.47	34.05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23.61	9	2.62	15.47	<0.0001
Factor A	9.94	2	4.97	29.30	<0.0001
Factor B	0.01	1	0.01	0.08	0.7817
Factor A*Factor B	0.02	2	0.01	0.05	0.9513
Periodos	13.64	4	3.41	20.11	<0.0001
Error	23.74	140	0.17		
Total	47.35	149			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1696 gl: 140

Factor A	Medias	n	E.E.	
a1: 0% pectina	1.54	50	0.06	A
a2: 2% pectina	1.17	50	0.06	B
a3: 4% pectina	0.92	50	0.06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1696 gl: 140

Factor B	Medias	n	E.E.	
b2: 2% aceite	1.22	75	0.05	A
b1: 0% aceite	1.20	75	0.05	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1696 gl: 140

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	1.55	25	0.08	A
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	1.54	25	0.08	A
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	1.18	25	0.08	B
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	1.16	25	0.08	B
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	0.94	25	0.08	B C
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	0.90	25	0.08	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

9.7 Anexos 7. Análisis de varianza de variable de pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	150	0.73	0.71	5.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33.87	9	3.76	41.52	<0.0001
Factor A	32.11	2	16.05	177.12	<0.0001
Factor B	0.27	1	0.27	2.99	0.0858
Factor A*Factor B	0.62	2	0.31	3.40	0.0361
Periodos	0.87	4	0.22	2.41	0.0520
Error	12.69	140	0.09		
Total	46.56	149			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0906 gl: 140

Factor A	Medias	n	E.E.	
a1: 0% pectina	6.02	50	0.04	A
a2: 2% pectina	5.12	50	0.04	B
a3: 4% pectina	4.97	50	0.04	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0906 gl: 140

Factor B	Medias	n	E.E.	
b1: 0% aceite	5.41	75	0.03	A
b2: 2% aceite	5.33	75	0.03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0906 gl: 140

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	6.02	25	0.06	A
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	6.02	25	0.06	A
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	5.25	25	0.06	B
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	4.98	25	0.06	C
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	4.98	25	0.06	C
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	4.97	25	0.06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

9.8 Anexos 8. Análisis de varianza de acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	150	0.12	0.06	14.39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.40	9	0.04	2.08	0.0350
Factor A	0.16	2	0.08	3.91	0.0222
Factor B	0.02	1	0.02	1.02	0.3132
Factor A*Factor B	0.05	2	0.03	1.22	0.2973
Periodos	0.16	4	0.04	1.86	0.1207
Error	2.95	140	0.02		
Total	3.35	149			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0211 gl: 140

Factor A	Medias	n	E.E.	
a1: 0% pectina	1.06	50	0.02	A
a3: 4% pectina	0.99	50	0.02	B
a2: 2% pectina	0.98	50	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0211 gl: 140

Factor B	Medias	n	E.E.	
b1: 0% aceite	1.02	75	0.02	A
b2: 2% aceite	1.00	75	0.02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0211 gl: 140

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
----------	----------	--------	---	------

a1: 0% pectina b1: 0% aceite	1.08	25	0.03	A
a1: 0% pectina b2: 2% aceite	1.03	25	0.03	A B
a3: 4% pectina b1: 0% aceite	1.01	25	0.03	A B
a2: 2% pectina b2: 2% aceite	1.00	25	0.03	B
a3: 4% pectina b2: 2% aceite	0.97	25	0.03	B
a2: 2% pectina b1: 0% aceite	0.97	25	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

9.9 Anexos 9. Análisis de varianza de Variable de grados Brix

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix°	150	0.56	0.53	3.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	70.05	9	7.78	19.51	<0.0001
Factor A	15.50	2	7.75	19.42	<0.0001
Factor B	1.27	1	1.27	3.18	0.0766
Factor A*Factor B	17.56	2	8.78	22.00	<0.0001
Periodos	35.73	4	8.93	22.38	<0.0001
Error	55.87	140	0.40		
Total	125.92	149			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.3990 gl: 140

Factor A	Medias	n	E.E.
a3: 4% pectina	17.30	50	0.09 A
a1: 0% pectina	17.25	50	0.09 A
a2: 2% pectina	16.60	50	0.09 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.3990 gl: 140

Factor B	Medias	n	E.E.
b2: 2% aceite	17.14	75	0.07 A
b1: 0% aceite	16.96	75	0.07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.3990 gl: 140

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
a3: 4% pectina	b2: 2% aceite	17.69	25	0.13 A
a1: 0% pectina	b2: 2% aceite	17.53	25	0.13 A
a2: 2% pectina	b1: 0% aceite	16.98	25	0.13 B
a1: 0% pectina	b1: 0% aceite	16.98	25	0.13 B
a3: 4% pectina	b1: 0% aceite	16.91	25	0.13 B
a2: 2% pectina	b2: 2% aceite	16.21	25	0.13 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

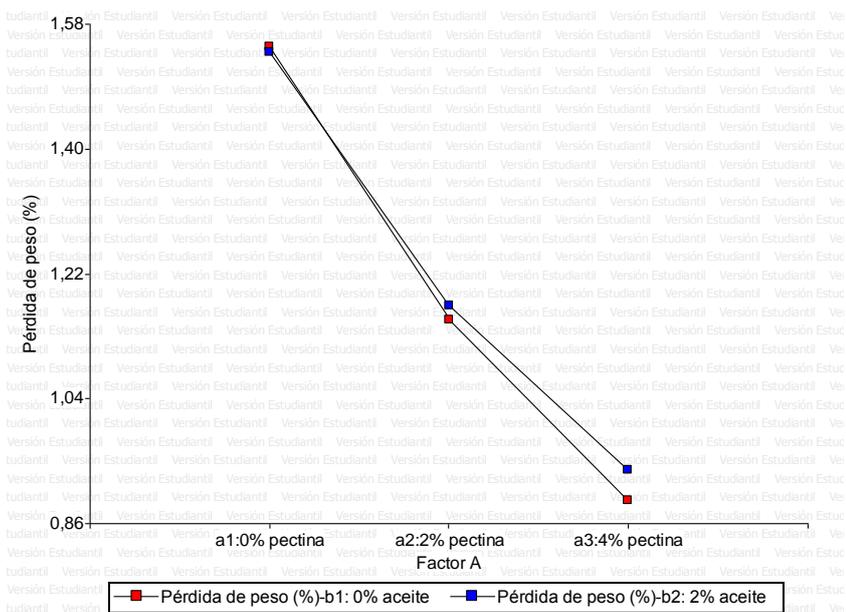


Figura 8. Gráficos de variables fisicoquímicas.
Mero, 2021

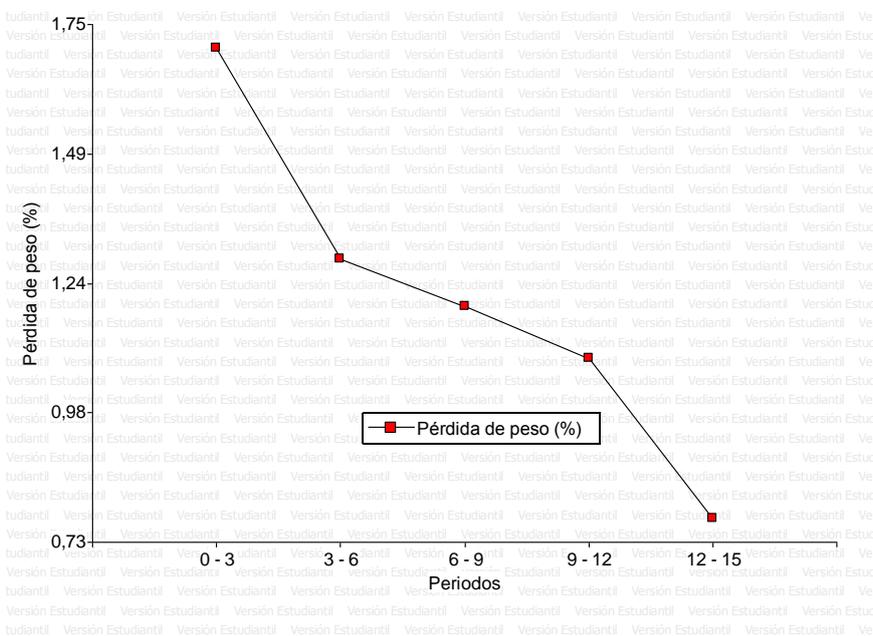


Figura 9. Gráfica de pérdida de peso
Mero, 2021

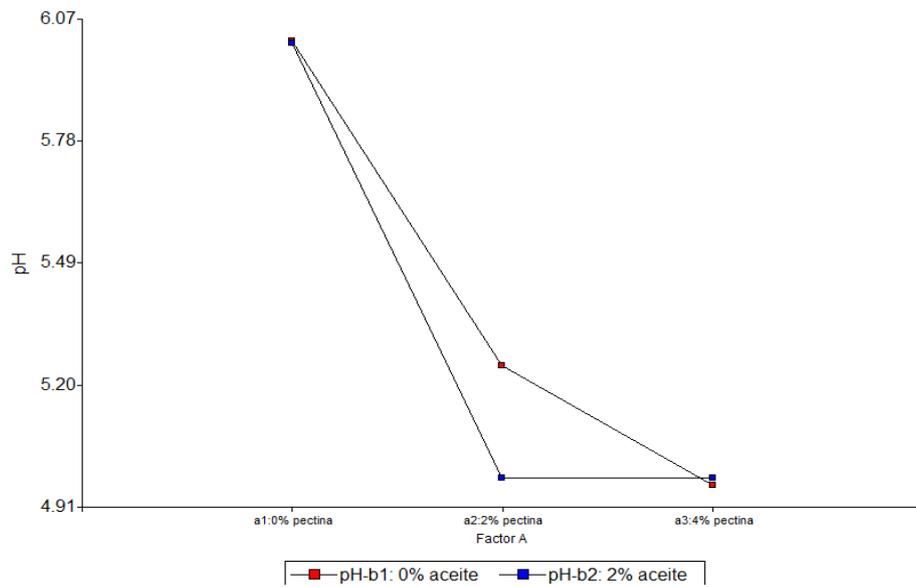


Figura 10. Gráfica de pH para factor B
Mero, 2021

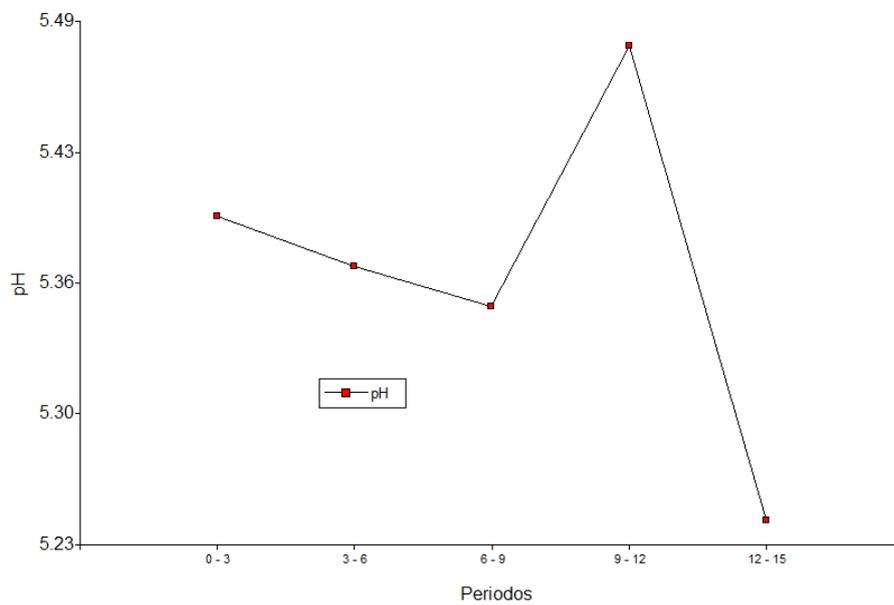


Figura 11. Gráfica de pH en rango de días
Mero, 2021

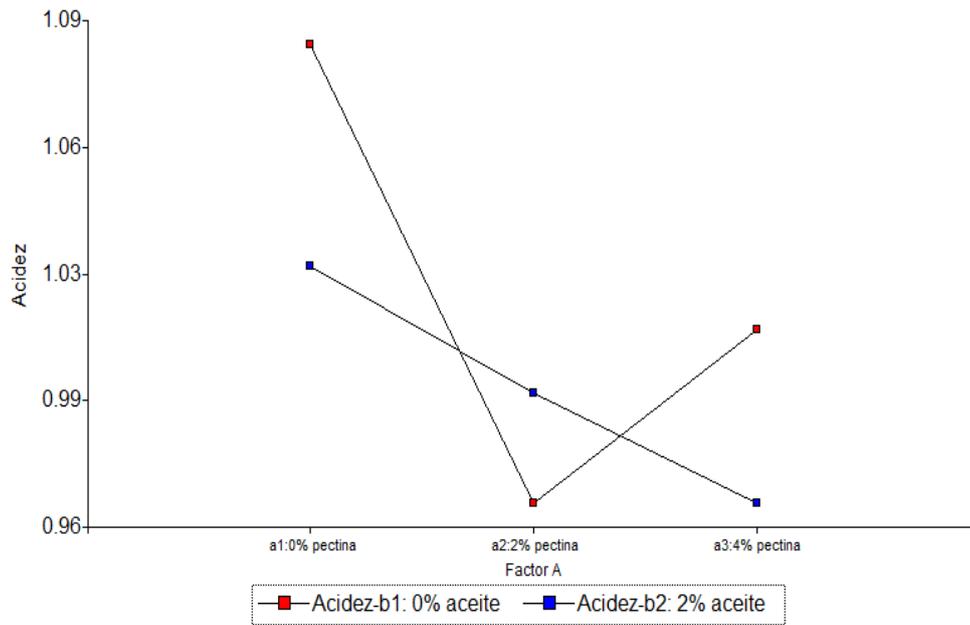


Figura 12. Gráfica de acidez para factor b: concentración de aceite de naranja
Mero, 2021

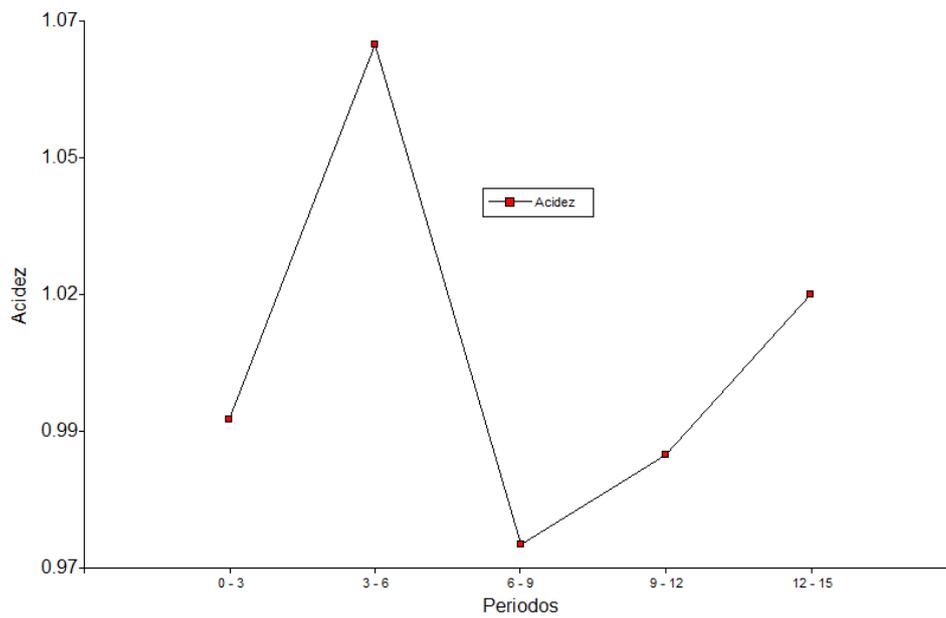


Figura 13. Gráfica de acidez para rango de días
Mero, 2020

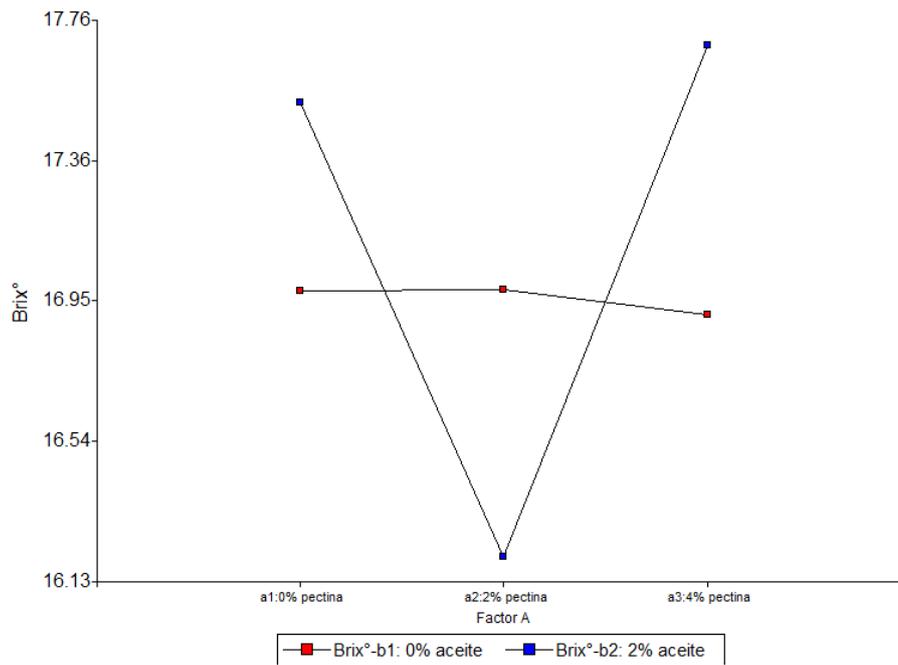


Figura 14. Gráfica de grados brix para factor b
Mero, 2021

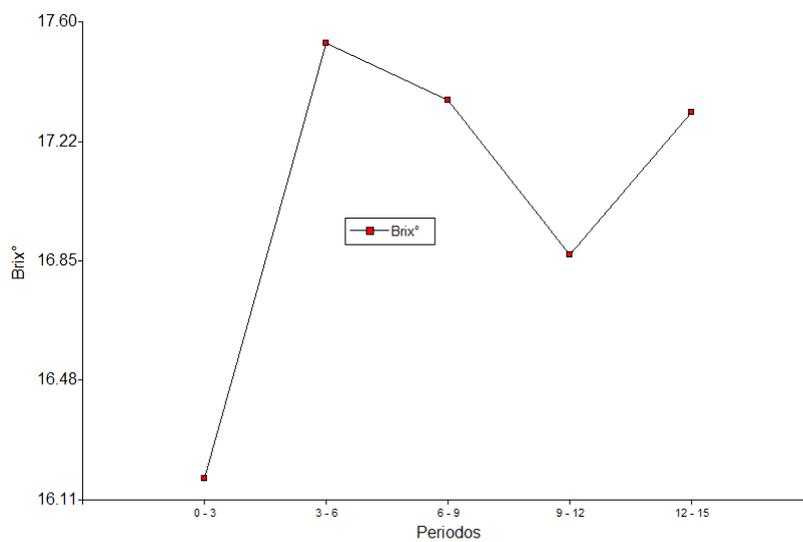


Figura 15. Gráfica de sólidos totales disueltos para rango de días
Mero, 2021