

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE GOMA DE TARA
SOBRE LA VIDA ÚTIL DE LA CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.) VARIEDAD
LISA, DURANTE EL ALMACENAMIENTO”**

T E S I S

Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por la Bachiller:
MERLYN CIRILA HUAMÁN BURGA

Asesor:
Ing. Mtr. MAX EDWIN SANGAY TERRONES

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
MERLYN CIRILA HUAMÁN BURGA
DNI: 73904505
Escuela Profesional/Unidad UNC:
INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

2. Asesor:
Ing. Mtr. MAX EDWIN SANGAY TERRONES
Facultad/Unidad UNC:
CIENCIAS AGRARIAS

3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor

4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:
"EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE GOMA DE TARA SOBRE LA VIDA ÚTIL DE LA CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.) VARIEDAD LISA, DURANTE EL ALMACENAMIENTO"

6. Fecha de evaluación: 11/12/2024

7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 24%

9. Código Documento: oid:::3117:415037367

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 11/12/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 Mtr. MAX EDWIN SANGAY TERRONES DNI: 10492305

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica




ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los dieciocho días del mes de noviembre del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente **2H - 204** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 176-2024-FCA-UNC, de fecha 18 de marzo del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE GOMA DE TARA SOBRE LA VIDA ÚTIL DE LA CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.) VARIEDAD LISA, DURANTE EL ALMACENAMIENTO"**, realizada por la Bachiller **MERLYN CIRILA HUAMÁN BURGA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las siete horas y treinta minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.


A las ocho horas y cuarenta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



Dr. José Gerardo Salhuana Granados
PRESIDENTE



Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
SECRETARIO



Dr. Rodolfo Raúl Orejuela Chirinos
VOCAL



Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten.

A mi madre Clorinda Burga Tafur y a mi padre Alejandro Huamán Saldaña ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron los que me dieron ese cariño y calor humano necesario, son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación, alimentación, entre otros; es a ellos a quien les debo todo, horas de consejo, de regaños, de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgullosa.

A mis queridos hermanos: Gladys, Alex, Aydee, Lenin, por su confianza incondicional en mis momentos difíciles.

A mi hija: Valeria, por ser mi fuerza para seguir adelante.

También les dedico a mis amigas más cercanas: Mery, Lícida, Rosa, Janteh y Cynthia; ellas quienes siempre me han acompañado y con las cuales he contado desde que las conocí, amigas por siempre.

Merlyn Cirila.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este periodo.

Agradecer a mis padres, por el ánimo, apoyo y alegría que me brindan y me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Y mi más sincero agradecimiento a mi Asesor de Tesis: Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones por la colaboración, paciencia y apoyo brindado para la culminación de la tesis.

Merlyn Cirila.

INDICE DE CONTENIDOS

<i>DEDICATORIA</i>	<i>iv</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>v</i>
<i>I CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Hipótesis	4
<i>II CAPÍTULO II REVISIÓN DE LA LITERATURA</i>	<i>5</i>
2.1 Antecedentes	5
2.2 Marco teórico	8
2.2.1 Chirimoya (<i>Annona cherimola</i> Mill)	8
2.2.2 Tara o Taya (<i>Caesalpinia spinosa</i> Molina Kuntze)	21
2.2.3 Cera de abeja (hdfc)	28
2.2.4 Glicerol	30
2.2.5 Vida útil y seguridad de los alimentos	32
2.2.6 Recubrimientos comestibles	33
2.2.7 Diseño de mezclas	37
2.3 Definición de términos básicos	37
<i>III CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS</i>	<i>39</i>
3.1 Ubicación	39
3.2 MATERIALES	41
3.3 Materiales (Materia prima)	41
3.4 Equipos	41
3.5 Otros materiales	41

3.6	MÉTODOS	42
3.6.1	Método de obtención de recubrimiento	42
3.6.2	Método para el proceso de aplicación del recubrimiento comestible	44
3.7	Descripción del proceso	46
3.7.1	Selección	46
3.7.2	Clasificación	46
3.7.3	Lavado y desinfectado	47
3.7.4	Escurrido	48
3.7.5	Pesado de insumos	49
3.7.6	Aplicación del recubrimiento en los frutos	49
3.7.7	Proceso de secado	50
3.7.8	Empacado	50
3.7.9	Almacenamiento	51
3.7.10	Métodos para el análisis de la calidad final de la chirimoya	52
3.7.11	Pérdida de peso	52
3.7.12	Potencial de hidrógeno (pH)	53
3.7.13	Color (L*a*b*)	53
3.7.14	Sólidos solubles (°Brix)	53
3.7.15	Análisis Microbiológico.	54
3.8	Metodología experimental	56
3.8.1	Tipo de investigación	56
3.9	Variable independiente	56
3.10	Variable dependiente	56
3.11	Unidad de análisis, población y muestra de estudio	57
3.11.1	Unidad de análisis	57
3.11.2	Población	57
3.11.3	Muestra	57
3.12	Instrumento de colecta de datos	57
	Tabla 11 Instrumento de colecta de datos	57
3.13	Diseño experimental	57

3.13.1	Matriz de tratamientos	59
3.14	Análisis de datos	59
IV	<i>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES</i>	60
4.1	Porcentaje de goma de tara para minimizar pérdida de peso	60
4.2	Porcentaje de goma de tara para minimizar pérdida de color	63
4.3	Porcentaje de goma de tara para mantener el pH	72
4.4	Porcentaje de goma de tara para mantener grados Brix	75
4.5	Análisis de vida útil	78
4.6	Resultados estadísticos	83
4.6.1	Resultados para el análisis de Varianza para la variable pH Tabla	83
4.6.2	Análisis de varianza para el variable peso	87
4.6.3	Análisis de varianza para la variable L*	89
4.6.4	Análisis de varianza para la variable a*	93
4.6.5	Análisis de varianza para la variable b*	95
4.6.6	Análisis de varianza para la variable grados brix	99
V	<i>CAPÍTULO V CONCLUSIONES</i>	106
VI	<i>CAPÍTULO VI RECOMENDACIONES</i>	107
VII	<i>CAPÍTULO VII BIBLIOGRAFÍA</i>	108
VIII	<i>CAPÍTULO VIII ANEXOS</i>	122

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Calibrado de frutos de chirimoya</i>	14
Tabla 2 <i>Composición nutricional de la chirimoya (Annona Cherimola Miller) en 100g de pulpa</i>	15
Tabla 3 <i>Composición química de la semilla de tara</i>	22
Tabla 4 <i>Propiedades físicas de la goma de tara</i>	25
Tabla 5 <i>Especificaciones técnicas de la goma de tara en polvo</i>	26
Tabla 6 <i>Uso industrial de la tara</i>	27
Tabla 7 <i>Composición química de la cera de abeja</i>	29
Tabla 8 <i>Propiedades físicas del glicerol</i>	32
Tabla 9 <i>Variable independiente</i>	56
Tabla 10 <i>Variable dependiente</i>	56
Tabla 11 <i>Instrumento de colecta de datos</i>	57
Tabla 12 <i>En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de insumos empleados en las siete (7) formulaciones:</i>	59
Tabla 13 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para pH</i>	83
Tabla 14 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol para la variable pH, confianza de 95%</i>	84
Tabla 15 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de almacenamiento, confianza de 95%</i>	86
Tabla 16 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la variable peso</i>	87
Tabla 17 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol, confianza de 95%</i>	88
Tabla 18 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la variable L*</i>	89

Tabla 19 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol, confianza de 95%</i>	91
Tabla 20 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de almacenamiento, confianza de 95%</i>	92
Tabla 21 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la variable a*</i>	93
Tabla 22 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de almacenamiento, confianza de 95%</i>	94
Tabla 23 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la variable b*</i>	95
Tabla 24 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol, confianza de 95%</i>	96
Tabla 25 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de tiempo de almacenamiento, confianza de 95%</i>	98
Tabla 26 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la variable grados brix</i>	99
Tabla 27 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol, confianza de 95%</i>	100
Tabla 28 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la variable vida útil</i>	102
Tabla 29 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de goma para la variable vida útil, confianza de 95%</i>	103
Tabla 30 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol para la variable vida útil, confianza de 95%</i>	103
Tabla 31 <i>Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de almacenamiento para la variable vida útil, confianza de 95%</i>	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Chirimoya variedad suave (Loevis)</i>	9
Figura 2 <i>Chirimoya variedad impresa</i>	10
Figura 3 <i>Chirimoya variedad mamilada</i>	10
Figura 4 <i>Chirimoya variedad tuberculada</i>	11
Figura 5 <i>Chirimoya variedad umbonada</i>	12
Figura 6 <i>Fruto de chirimoya con lesiones</i>	17
Figura 7 <i>Imagen de tara o taya</i>	22
Figura 8 <i>Estructura química de la goma de tara</i>	24
Figura 9 <i>Cera de abeja industrial</i>	29
Figura 10 <i>Imagen de la estructura química del Glycerol</i>	31
Figura 11 <i>Mapa de ubicación de la Universidad Nacional de Cajamarca (Escuela Académico Profesional de Ingeniería En Industrias Alimentarias)</i>	40
Figura 12 <i>Flujograma de elaboración de recubrimiento</i>	43
Figura 13 <i>Preparación del recubrimiento comestible</i>	44
Figura 14 <i>Diagrama de flujo para la aplicación del recubrimiento comestible sobre las chirimoyas</i>	45
Figura 15 <i>Selección de frutos de chirimoya</i>	46
Figura 16 <i>Clasificación de frutos de chirimoya</i>	47
Figura 17 <i>Lavado y desinfectado</i>	48
Figura 18 <i>Etapas de escurrido</i>	48
Figura 19 <i>Aplicación del recubrimiento en los frutos de chirimoya</i>	49
Figura 20 <i>Secado de los frutos de chirimoya</i>	50
Figura 21 <i>Empacado de los frutos de chirimoya</i>	51
Figura 22 <i>Almacenamiento de los frutos de chirimoya</i>	51

Figura 23. Diagrama de diseño experimental.	58
Figura 24 <i>Porcentaje de pérdida de peso de acuerdo al porcentaje de goma de tara usado en recubrimiento</i>	62
Figura 25 <i>Luminosidad de la chirimoya</i>	65
Figura 26 <i>Coordenada a* (+a rojo, - a indica verde) de chirimoyas con recubrimiento comestible a base de goma de tara.</i>	68
Figura 27 <i>Coordenada b*(+b amarillo, - a indica azul) para las chirimoyas con recubrimiento comestible a base de goma de tara.</i>	71
Figura 28 <i>pH de las chirimoyas con recubrimiento comestible a base de goma de tara</i>	74
Figura 29 <i>Grados °Brix en chirimoyas con recubrimiento comestible a base de goma de tara.</i>	77
Figura 30 <i>Vida útil con glicerol al 1%</i>	78
Figura 31 <i>Vida útil con glicerol al 1.1%</i>	79
Figura 32 <i>Vida útil con glicerol al 1.2%</i>	79
Figura 33 <i>Vida útil con glicerol al 1.3%</i>	80
Figura 34 <i>Vida útil con glicerol al 1.4%</i>	81
Figura35 <i>Vida útil con glicerol al 1.5%</i>	81

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Parámetros fisicoquímicos de la variedad lisa después de 10 días de almacenamiento</i>	122
Anexo 2 <i>Panel fotográfico de trabajos en laboratorio</i>	123
Anexo 3 <i>Características físicas y químicas.....</i>	124
Anexo 4 <i>Requisitos norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos ...</i>	127
Anexo 5 <i>Análisis Microbiológico</i>	127
Anexo 6 <i>Resultados del análisis microbiológico realizado a las chirimoyas recubiertas</i>	128
Anexo 7 <i>Panel fotográfico de siembra de cultivos.....</i>	130

RESUMEN

En esta investigación se determinó el efecto del recubrimiento comestible a base de goma de tara sobre la vida útil de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) variedad lisa durante el almacenamiento, los frutos de chirimoya se obtuvieron del distrito de la “Asunción” y los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de frutas y hortalizas de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca. Se aplicaron siete (7) tratamientos del recubrimiento: seis (6) tratamientos con recubrimiento hechos a base de goma de tara, glicerol, cera de abeja y agua, y una (1) muestra testigo (sin recubrimiento). Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) y al encontrar diferencias estadísticas entre los 6 tratamientos, se aplicó la prueba de rango múltiple de TUKEY al 5% de probabilidad para determinar la diferencia mínima significativa (DMS) entre las muestras, concluyendo que el porcentaje de goma de tara que permite minimizar la pérdida de peso de la chirimoya es de 0.7% ; para mantener el color el porcentaje óptimo de goma de tara fue de 0.7% para las coordenadas L y a*, y 0.6% para la coordenada b*; para mantener el pH, el porcentaje óptimo de goma de tara fue de 0.6% y finalmente el porcentaje para mantener los grados °Brix es 0.3%. Así mismo se determinó que la combinación con mejor vida útil para las chirimoyas evaluadas, fue la del Tratamiento 5 (T5) con 0.7% de goma de tara y 1.4% de glicerol llegando a durar 18 días.

Palabras clave: Chirimoya, goma de tara, glicerol, cera de abeja, recubrimientos comestibles, almacenamiento y vida útil.

ABSTRACT

The research was carried out in the city of Cajamarca in the fruit and vegetable laboratory of the Academic Professional School of Food Industry Engineering of the National University of Cajamarca. The main objective of this research was to evaluate the effect of an edible coating based on tara gum on the shelf life of custard apple (*Annona cherimola* Mill.) Lisa variety, during storage. The cherimoya fruits were obtained from the district of “Asunción” Province and Región Cajamarca. Seven (7) coating treatments were applied: six (6 treatments with coating) based on tara gum, glycerol, beeswax and water, and one (1) control sample (without coating). Analysis of variance (ANOVA) was applied and upon finding statistical differences among the 6 treatments, the TUKEY multiple range test was applied at 5% probability to determine the minimum significant difference (LSD) among the samples, concluding that the percentage of tara gum that allows minimizing the weight loss of the cherimoya is 0.7%; To maintain the color, the optimal percentage of tara gum was 0.7% for the coordinates L and a*, and 0.6% for the coordinate b*; to maintain the pH, the optimal percentage of tara gum was 0.6% and finally the The percentage to maintain the °Brix degrees is 0.3%. Likewise, it was determined that the combination with the best useful life for the custard apples evaluated was Treatment 5 (T5) with 0.7% tara gum and 1.4% glycerol, lasting 18 days.

Keywords: Custard apple, tara gum, glycerol, beeswax, edible coatings, storage and shelf life.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La chirimoya es una fruta de clima subtropical puede pesar entre 200 y 800 g (Farré y Massip, 2019) Su interior es de color blanco, posee una textura carnosa, blanda, cremosa, poderosamente jugosa y de sabor dulce; con numerosas semillas de color desde marrón oscuro a negro, posee un sabor subácido delicado y tiene como ácido orgánico principal en su composición al málico (Alique y Oliveira, 2019).

La utilización de recubrimientos comestibles en la industria alimentaria representa una opción innovadora, la cual busca mantener los atributos originarios de distintos productos de origen cárnicos, hortofrutícolas, lácteos, etc. Estos actúan de manera favorable, sobre las características físicas, químicas, sensoriales, fisiológicas y microbiológicas de los alimentos. Por lo tanto, extienden su vida útil sus probabilidades de comercialización (Cieza, 2020).

Los recubrimientos a base de goma de tara son una alternativa para preservar la calidad y la frescura de los productos mínimamente procesados y prolongar su vida útil, su uso representa uno de los métodos utilizados para mantener la calidad de los productos hortofrutícolas debido a la barrera semi-permeable que forma con la pared del fruto, protegiendo del ámbito exterior (Zamora, 2016).

Además, estos recubrimientos permiten la incorporación de aditivos alimentarios (agentes antimicrobianos, antioxidantes, sales minerales, etc.). Lo cual permite realizar múltiples trabajos científicos con recubrimientos en frutas dedicadas a alargar el periodo de vida útil manteniendo sus principales características, muy pocas aplicadas en frutos con cáscara, existiendo pocas fuentes de estos últimas. Surgiendo la necesidad de definir una formulación de recubrimiento en guanábana para así poder brindar un beneficio a la población, ya sean cultivadores, comercializadores, exportadores entre otros. (Zamora, 2016).

Por lo anterior, la presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto

de la aplicación de los recubrimientos comestibles, a base de goma de Tara sobre la vida útil de la chirimoya variedad Lisa, durante el almacenamiento.

1.1 Descripción del problema

La chirimoya es aparentemente un antiguo cultivo domesticado. Sus semillas han sido encontradas en ruinas arqueológicas del Perú, en la actualidad se produce 12 mil toneladas métricas por año, la chirimoya se constituye como uno de los productos con un excelente potencial de exportación. En el Perú; la localidad de Cumbe, distrito de San Mateo de Otao, provincia de Huarochirí., es considerada como la capital de la chirimoya.

El consumo de la chirimoya es muy aconsejable en personas mayores, niños, convalecientes y embarazadas. Los pediatras aconsejan hacer purés o zumos con su pulpa ya que posee mucho calcio, fósforo, hierro, azúcares (entre un 5 y un 10% de su peso) y proteínas (16%). También tiene vitamina A, B y C.

Una de las limitantes que presentan los frutos de chirimoya para su traslado a destinos cada vez más alejados de la zona de producción, es la corta vida postcosecha que experimenta este órgano vegetal luego de alcanzar la madurez fisiológica. Entre los métodos más usados con el objetivo de alargar la vida postcosecha, optimizando el almacenamiento y transporte de productos hortofrutícolas como la chirimoya, se menciona la frigo-conservación, el uso de atmósferas controladas y el uso de coberturas principalmente.

En lo tecnológico, establecer parámetros adecuados para la elaboración del recubrimiento a base de goma de tara para obtener un producto con larga vida útil.

En lo social, la utilización para su comercialización de éstos, generando ocupación y recursos para la región.

En lo económico, el método propuesto y la tecnología utilizada no requieren una investigación elevada por lo que permite que esté al alcance de todos y se pueda integraren la dieta diaria de la población.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del recubrimiento comestible a base de goma de tara sobre la vida útil de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill) variedad lisa durante el almacenamiento?

1.3 Justificación

En el contexto ambiental: El interés de los consumidores por productos naturales y que no generen residuos contaminantes es cada vez más creciente, por lo que esta tecnología es respetuosa con el medio ambiente y provee un alimento saludable y seguro con un procesado mínimo.

En el contexto Teórico: Se dio a conocer una forma de conservación natural, mejorando su eficiencia mecánica, capacidad de barrera, estabilidad bioquímica, física y microbiológica en la chirimoya.

En el contexto tecnológico: Permitted desarrollar una tecnología simple de fabricación y aplicación de un recubrimiento alimenticio para la conservación de frutos de chirimoya.

En el contexto económico: Es una alternativa viable ya que la materia prima no requiere de una gran inversión económica, ni tampoco se requiere de equipos muy costosos para su obtención y elaboración del recubrimiento de goma de tara.

En el contexto social: Desarrolló un producto saludable y de calidad lo cual responde a la creciente demanda de alimentos naturales libre de una gran cantidad de procesos que por lo general les restan calidad y nutrientes, además se verán favorecidas las personas que cultivan chirimoya, la cual les permite mejorar su calidad de vida.

En el contexto práctico: Permitted inhibir el crecimiento de diversos microorganismos, evitará la oxidación y los daños causados por la humedad los cuales son la principal causa de la pérdida de firmeza, color y sabor del alimento.

La importancia de esta investigación es relevante porque permite obtener un recubrimiento comestible que proteja la calidad de un alimento ya que esto nos garantizará un

producto con una reducción de su deterioro habitual, en adición a eso el recubrimiento es de origen natural, seguro y aumenta la resistencia mecánica de la fruta, no genera residuos por lo que es consumido conjuntamente con el alimento, con lo cual se aporta una alternativa más para preservar alimentos de manera natural.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Determinar el efecto del recubrimiento comestible a base de goma de tara sobre la vida útil de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) variedad lisa durante el almacenamiento.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- ✓ Establecer el porcentaje de goma de tara que permita minimizar la pérdida de peso de la chirimoya durante el almacenamiento.
- ✓ Determinar el porcentaje de goma de tara que permita mantener el color de la chirimoya durante el almacenamiento.
- ✓ Establecer el porcentaje de goma de tara que permita mantener el pH de la chirimoya durante el almacenamiento.
- ✓ Determinar el porcentaje de goma de tara que permita mantener los °Brix de la chirimoya durante el almacenamiento.

1.5 Hipótesis

Los recubrimientos comestibles hechos a base de goma de tara alargan favorablemente la vida útil de la chirimoya, que normalmente esta entre 5 a 7 días.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Antecedentes

Malquichagua (2022) en su investigación: “Desarrollo de un recubrimiento comestible a partir de **goma de tara** (*caesalpinia spinosa molina kuntze*) para extender la vida útil de rocoto y tomate de árbol” utilizó un diseño de mezclas en el que se desarrollaron 11 formulaciones de goma de tara, cera de abejas y glicerol, los tomates de árbol y los frutos de rocoto se recubrieron con una formulación por inmersión optimizada, con recubrimiento comercial y se almacenaron durante 25 y 30 días, respectivamente. Se evaluaron propiedades fisicoquímicas (pérdida de peso, pH, °Brix, acidez titulable, índice de deterioro, índice de color, consistencia) y se realizó un análisis microbiológico y sensorial al final del almacenamiento. Los resultados demostraron que el uso del recubrimiento comestible óptimo ayuda a controlar las propiedades fisicoquímicas y es microbiológicamente seguro. El análisis sensorial mostró que la formulación 6 fue mejor aceptada que las muestras estándar y recubiertas comercialmente según la prueba de tukey al 95 %. Esta formulación no altera las propiedades organolépticas, retrasa la maduración y la descomposición y conserva las propiedades organolépticas y nutricionales. Se encontró que el recubrimiento óptimo preserva las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los frutos de tomate de árbol, rocoto. Esta información fue relevante, se compararon los resultados obtenidos de rocoto y tomate en la aplicación de goma de tara con los resultados obtenidos en nuestra investigación de aplicación de goma de tara en frutos de chirimoya.

Veliz (2020) en su investigación: “Efecto de la concentración de nanopartículas de quitosano en recubrimientos de quitosano/**goma de tara** (*caesalpinia spinosa*) sobre la conservación de arándano (*vaccinium myrtillus*)” evaluó el efecto de cuatro concentraciones distintas (25, 50, 75 y 100%). La formulación número 2 (con 75% de solución de

nanopartículas de quitosano, 15% de solución de quitosano y 10% de solución de goma de tara) logró un 73% de retardo del crecimiento fúngico con respecto al testigo; y se logró retardar en un 28.62% la pérdida de peso por transpiración del fruto con respecto al testigo, el recubrimiento logró disminuir un 11.63% la pérdida de firmeza con respecto al testigo. Como base de esta investigación experimental se planteó un diseño de bloques; en su primera fase, se realizó una prueba de descarte utilizando el criterio de porcentaje de inhibición de las formulaciones, en la cual se encontró que la formulación número 2 tuvo mayor potencial antimicrobiano. Se seleccionaron 120 piezas de arándanos de exportación para determinar el efecto protector de la variable arándano (*Vaccinium myrtillus*). Se observó una mejor conservación después de los primeros 5 días de almacenamiento a 5 °C. parámetros de pérdida de peso por transpiración del fruto y parámetros de consistencia por descomposición del azúcar. Esta investigación aportó en la comparación de los resultados de aplicación de goma de tara en arándanos y los resultados de frutos de chirimoya con recubrimiento comestible a base de goma de tara.

Noreña (2019) en su investigación: “Elaboración de un recubrimiento comestible a partir de la **goma de tara** (*Caesalpinia spinosa*) y su efecto en la conservación pos cosecha del durazno (*Prunus persica*)” se determinó que la mejor formulación base fue 0.55 % goma de tara, 3.72 % de almidón, 9.79 % de glicerol, 0.68 % de ácido cítrico, 0.17 % de citrato, 85.06 % de agua destilada, para luego ser aplicado por inmersión y secado a temperatura ambiente durante 8 horas, se trabajó con una categoría (segunda II) de calidad de duraznos de acuerdo al peso, que tuvo un promedio de 79.35 g, diámetro ecuatorial de 54,79 cm. el recubrimiento permitió la formación de una barrera logrando conservar mejor los sólidos solubles, el % de acidez, el pH, la firmeza y el contenido de carotenoides, no siendo el mismo caso para el % de pérdida de peso que mostró mejores resultados en el testigo. Las características sensoriales mayor puntuadas: color 7,33 y textura 6,87 de medias para el tratamiento 1 (0,55 % de goma

de tara), la característica olor con 6,60 para el tratamiento 3 (0,15 % de goma de tara) y en cuanto al atributo sabor con 6,60 para el Tratamiento 2 (0,35 % de goma de tara). Esta bibliografía se utilizó en la comparación de nuestra investigación con los resultados de sólidos solubles, pH, firmeza y la efectividad del recubrimiento comestible a base de goma de tara obtenidos en la investigación.

Herrera (2018) en su investigación: “Aplicación de recubrimientos comestibles a base de goma de tara y goma xantan en la calidad de postcosecha de plata (*Persea americana* Mill)” Los resultados mostraron que, a temperaturas de 5 °C y 8°C, mediante el uso de recubrimientos comestibles, logramos una vida útil de 36 días y un almacenamiento poscosecha de 621 días para el aguacate. Después del tiempo especificado, el aguacate reveló un aroma aceitoso, un regusto aceitoso y una textura grasosa y pegajosa en los labios. Se encontró que F19 y 5°C redujeron significativamente la pérdida de peso corporal en un 65,20% ($p < 0,05$) y la frecuencia respiratoria – T.R 50,65 a 6,04 mg CO₂/Kg/h hasta 36 días de almacenamiento, lo que cumplió con los requisitos de calidad. Esta información fue utilizada para la comparación de los resultados obtenidos en palta recubierta con goma de tara, con los resultados de la investigación para comprobar la efectividad de utilizar recubrimientos a base de goma de tara.

Escalante (2015) en su investigación: “Influencia de un recubrimiento comestible a base de goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) sobre la calidad de fresas (*Fragaria ananassa* cv. Aromas)” se formuló un recubrimiento comestible, aplicado a fresas (*Fragaria ananassa* cv. Aromas), en base a tres componentes principales: **goma de tara** (carbohidrato), cera de abeja (lípidos) y glicerol (plastificante); haciendo uso de la metodología de Diseño de Mezclas. Las fresas recubiertas fueron almacenadas a 5 °C y 90 % de humedad relativa. La efectividad de las formulaciones experimentales (16 en total) se evaluó determinando la pérdida de peso, firmeza, tasa de respiración y luminosidad del fruto, luego de nueve días de almacenamiento.

La formulación óptima fue aquella con 0,46 % de goma de tara, 0,31 % de cera de abeja y 1,22 % de glicerol, y que permitió tener una pérdida de peso de 12,43 %, una firmeza de 505,5 gf, una tasa respiratoria de 45,28 mgCO₂·kg⁻¹ ·h⁻¹ y una luminosidad de 30,21 s.u.; siendo mejor en todas las respuestas con respecto a las fresas sin recubrir. Esta información nos servirá para observar que con la aplicación de recubrimientos en fresas se obtienen los mejores resultados que en las fresas sin recubrir. Con el recubrimiento utilizado de goma de tara se pudo observar que las chirimoyas recubiertas tuvieron mayor vida útil que las chirimoyas sin recubrir.

2.2 Marco teórico

2.2.1 *Chirimoya (Annona cherimola Mill)*

Es un árbol pequeño de unos 8 m de altura, de tronco corto y una copa amplia más o menos redondeada. Tiene gran valor vitamínico en las del grupo B (ninguna fruta fresca tiene un contenido tan alto de vitaminas B1, B2 y B6) y también es una fuente de vitamina C. Tiene su origen en las vertientes subtropicales de los valles y afluentes interandinos del río marañón entre Perú, Colombia y Bolivia y Ecuador (Moreu, 2021).

2.2.1.1 Grupos botánicos de la chirimoya

En la familia Annonaceae la chirimoya encuentra grandes dificultades en la clasificación detallada de la variedad en cuanto a su morfología, preferencias de hábitat y aspectos de la polinización (González, 2021). A continuación, hablaremos de algunas variedades de frutos de chirimoya:

A. Suave (Loevis)

Se clasifican en este grupo los frutos que tienen la piel prácticamente lisa, ya que los bordes de los carpelos quedan fundidos y son pocos aparentes, observar.

Figura 1

Chirimoya variedad suave (Loevis)



Nota. Se observa la imagen de Chirimoya tipo suave (Loevis) recuperado de (González, 2021).

B. Impresa

Es de gran fertilidad, auto compatible, rápido desarrollo y frutos de gran tamaño con una forma acorazonada y a veces algo arriñonada. Tiene una superficie tersa cubierta con areolas cóncavas en forma de U semejando huellas digitales en cera suave. Esta es una de las mejores variedades, con su pulpa dulce, jugosa, de buen sabor y relativamente con pocas semillas.

Figura 2

Chirimoya variedad impresa



Nota. Se observa a la chirimoya variedad impresa (González, 2021).

C. Mamilada

Se caracteriza por poseer una piel fuertemente reticulada y con acusadas protuberancias, las que son más notorias durante el periodo de crecimiento del fruto que en la madurez del mismo. Al madurar se funden los carpelos y en gran parte del fruto desaparecen las protuberancias, quedando la piel lisa en su parte media y distal, mientras que la selección basal, próxima al pedúnculo, presenta en la piel marcadas y tetillas.

Figura 3

Chirimoya variedad mamilada



Nota. Se observa a la chirimoya variedad mamilada (González, 2021).

D. Tuberculada

Son frutos que poseen una cubierta fuertemente reticulada con marcadas protuberancias que se van atenuando conforme se produce la maduración, adquiriendo una forma más o menos redondeada a globosa, piel de matiz verde oscura, resistente al ataque de *ceratitis capitata* y fruto de maduración tardía.

Figura 4

Chirimoya variedad tuberculada



Nota. Se observa la imagen de la Chirimoya tipo tuberculada recuperado de (González, 2021).

E. Umbonada:

Son frutos la cual presentan piel reticulada con numerosos carpelos y protuberancias pequeñas y puntiagudas, con una forma semejante a una piña, pulpa sabrosa, muy saturada de semillas y poco resistente al transporte. Es una de las mejores variedades para usarse en refrescos.

Figura 5*Chirimoya variedad umbonada*

Nota. Se observa a la chirimoya variedad umbonada (González, 2021).

2.2.1.2 Categorías del fruto

La chirimoya es un fruto que tiene una excelente calidad y valor comercial, posee sabor dulce y deliciosa pulpa; se le suele denominar como la reina de los frutos subtropicales, en términos históricos, esta fruta fue de gran importancia en la vida del imperio incaico. De acuerdo a Gardiazabal & Rosenberg (2019) el fruto posee las características de los frutos de Chirimoya:

A. Categoría extra

Las chirimoyas clasificadas en esta categoría serán de calidad y presentarán la forma, el desarrollo y la coloración característicos de la variedad. Los frutos deberán estar exentos de defectos, a excepción de muy ligeras alteraciones de la epidermis, siempre que no perjudiquen al aspecto general, a la calidad ni a su presentación en el envase. Sin embargo, quedan excluidos de esta categoría los frutos asimétricos.

B. Categoría I

Las chirimoyas clasificadas en esta categoría serán de buena calidad y presentarán la forma, el desarrollo y la colocación característicos de la variedad. No obstante, se admiten ligeros defectos de forma, desarrollo y coloración y ligeras alteraciones de la epidermis, siempre que no perjudiquen al aspecto general, a la calidad y a la conservación. Por lo tanto, en esta categoría se podrán incluir los frutos asimétricos que cumplan con las especificaciones de la misma.

C. Categoría II

Los frutos clasificados en esta categoría serán de baja calidad pudiendo presentar: Defectos de forma, desarrollo y coloración; alteraciones de la epidermis por rozamiento que no sobrepasen en su totalidad en 5% de la superficie de cada fruto y punteado de la epidermis que no sobrepase el 5 % de la superficie del fruto.

D. Categoría III

Esta categoría comprende los frutos que no han podido clasificarse en las categorías superiores, pero responden a las características mínimas de calidad. Pueden presentar defectos de forma, desarrollo y coloración, siempre que conserven sus características varietales. Además se permitirán defectos de la epidermis por rozamiento y punteado a condición de que en conjunto no excedan el 10 % de la superficie y no afecten a la pulpa.

2.2.1.3 Calibrado de los frutos

La chirimoya es una fruta exótica no tradicional con un alto valor nutritivo que se cultivan en Ecuador. No obstante, estas frutas son poco aprovechadas por la falta de apoyo o por carencia de conocimientos, por lo que en su gran mayoría pierden la oportunidad de ser investigadas y desarrollar productos innovadores que nutran eficientemente el cuerpo y sean accesibles (Villamarín, 2020; Anchundia y Castro, 2019; MAGAP, 2021).

A continuación, se presenta el calibrado determinado por la masa unitaria de los frutos según la siguiente escala:

Tabla 1

Calibrado de frutos de chirimoya

Código	Intervalo de masa en gramos
0	851 y más
1	701 a 850
2	551 a 700
3	401 a 550
4	301 a 400
5	228 a 300
6	176 a 225
7	126 a 175
8	96 a 125
9	71 a 95
10	50 a 70

Nota: En la (Tabla 1) se describe el calibrado de los en gramos del fruto, datos tomados de referencia de (Villamarín, 2020; Anchundía y Castro, 2019; MAGAP, 2021).

De la Cruz (2008) señala lo siguiente:

- Categoría Extra: Se admiten como calibres aptos los de código: 0,1, 2 y 3.
- Categoría I: Se admiten como calibres aptos los de código: 0,1, 2,3, 4,5 y 6.
- Categoría II: Se permite la agrupación de dos números consecutivos del código.
- Categoría III: Se permite la agrupación de tres números consecutivos del código

2.2.1.4 Composición nutricional

La chirimoya es rica en grasas, proteínas, sales minerales y Vitamina A: Su valor nutritivo se explica por el elevado contenido de azúcares, que llega hasta el 20° Brix, y el de proteínas, superior al de muchas otras frutas, que alcanza el 2% (Maccapa, 2015). El potasio es un mineral que contribuye al funcionamiento normal de los músculos y del sistema nervioso, logrando una actividad adecuada (Moreiras & Col., 2013).

La vitamina C contribuye en la formación de colágeno, huesos, dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. Además, cumple una función antioxidante. Tiene mucha vitamina B1, B2, calcio (25-32 mg), hierro (0.5 mg) y fósforo (37 mg) (Maccapa, 2015).

Tabla 2

Composición nutricional de la chirimoya (Annona Cherimola Miller) en 100g de pulpa

Componente	Concentración
Agua (%)	75,7
Carbohidratos	22,0
Fibra	1,8
Proteínas	1,0
Cenizas	1,0
Grasas	0,1
Fósforo (mg)	47,0
Calcio(mg)	24,0
Hierro (mg)	0,4
Vitamina A (UI)	10,0
Tiamina (mg)	0,06
Riboflavina (mg)	0,14
Niacina (mg)	0,75
Vitamina C (mg)	18,0
Calorías (Kcal)	81,0

Nota: En la (Tabla 2) se describe los componentes químicos de la chirimoya donde se puede apreciar que tiene mayor contenido en calorías, carbohidratos, fósforo, etc, datostomados de referencia de (Vega y Esther 2019).

2.2.1.5 Usos

A. Medicinal

La chirimoya presenta propiedades digestivas, remineralizantes, laxantes, reguladoras del nivel sanguíneo de glucosa y antioxidantes; contribuye a la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes; favorece la absorción de

hierro de los alimentos por la presencia de las vitaminas A y C. Es fuente de potasio (Necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y actividad muscular normal), interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula (Kawamata, 2020).

2.2.1.6 Plagas y enfermedades

Una de las plagas más comunes en el cultivo de la chirimoya es la mosca de la fruta (*Anastrepha fraterculus*) una de las más frecuentes. La cual presenta metamorfosis completa u holometábola que se presenta en las etapas huevo, larva, pupa y adulto. El daño ocurre durante en estado de larva, produce una serie de galerías en la pulpa del fruto que al oxidarse produce la proliferación de bacterias y otros microorganismos que descomponen la fruta. En consecuencia, los frutos presentan cambios en el sabor y en el color, lo que tiene un impacto en su comercialización. Otra de las plagas es el minador de hoja (*Phyllocnistis* sp) cuyas larvas minan y construyen galerías en las hojas de los brotes tiernos y eventualmente en los tallos tiernos, limitando la función fotosintética. Se controla recogiendo y quemando las hojas que fueron afectadas (Bridg, 2019).

Dentro de las enfermedades destaca la Pudrición blanca (*Phytophthora palmivora*), caracterizada por una lesión circular de color pardo oscuro, con un diámetro de hasta 5 o 6 cm, con un halo de color rojizo rodeando la lesión, que puede alcanzar la pulpa. Encima de la lesión se desarrolla un crecimiento algodonoso de color blanco que corresponde a la estructura del hongo (Bridg, 2019).

El hongo que causa esta enfermedad es favorecido por condiciones de alta humedad y mucha sombra dentro del árbol o en la plantación, por lo que es crucial manejar adecuadamente la poda para evitar esta situación.

Se ha observado que esta enfermedad afecta principalmente a los frutos cercanos al suelo, y que por el salpique son contaminados por el hongo. Las frutas con síntomas se deben de cortar y ponerlas en bolsas plásticas y exponerlas al sol hasta que se descompongan completamente. Otra importante enfermedad es la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) (Bridg, 2019).

Los frutos infectados presentan pequeñas manchas que se unen y son de color marrón oscuro. Sobre las lesiones se observan puntos negros formando círculos concéntricos. Cuando hay una cantidad excesiva de humedad se forman masas de color rosado que corresponden a las esporas del hongo. Un fruto con avanzado estado de antracnosis presenta rajaduras que penetran la pulpa y favorece la entrada de otros hongos afectando por lo tanto la calidad de la misma. Cuando hay un ataque de un insecto antes de la entrada de antracnosis, generalmente el fruto queda momificado en el árbol. El causante es un hongo que sobrevive en tejidos afectados, como hojas, ramas, ramitas, frutos momificados, por lo que es necesario hacer podas sanitarias para eliminar los tejidos de los árboles (Bridg, 2019).

Figura 6

Fruto de chirimoya con lesiones



Nota. En la (Figura 6) podemos observar el fruto chirimoya el cual presenta manchas las pequeñas causadas por la roya (*Phakopsora cherimoliae*), y lesiones más grandes por el asocio de la roya con antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) imagen tomada de (Ramos, 2021).

2.2.1.7 Índice de madurez (cosecha y postcosecha)

En general para proceder a cosechar una fruta es necesario que haya alcanzado un nivel mínimo de desarrollo en su madurez, mientras que los frutos climatéricos pueden ablandarse, cambiar de color, producir aromas y dulzor durante su periodo de post cosecha. A diferencia de las frutas climatéricas normales que presentan un alza en su respiración, la chirimoya aumenta su velocidad de respiración representando dos alzas bien marcadas, durante la primera alza respiratoria se generaría al inicio del ablandamiento, mientras que a comienzos de la segunda alza se representaría el desarrollo pleno del aroma, sabor y textura óptima para su consumo. Otro índice que normalmente combina con el anterior es el cambio de color de la epidermis del fruto, que pasa de un color verde opaco a un color verde más claro o a un verde amarillento y forma de los frutos, como la mejor alternativa para la cosecha. También se mencionan otros índices del desprendimiento de aromas y de las semillas en el interior de los frutos (Bridg, 2019).

Se seleccionó las chirimoyas de tal manera que todas estén al mismo nivel de madurez, con respecto al cambio de color de la epidermis de fruto, en este caso se observó un color verde más claro.

2.2.1.8 Factores relacionados con el deterioro después de la cosecha

A. Daños patológicos

En el transcurso del tiempo entre la recolección y el consumo, el deterioro de los productos causados por los agentes microbianos, puede ser rápido y grave, especialmente en las regiones tropicales, en las que el desarrollo microbiano se ve favorecido por temperaturas y humedades relativas elevadas. Los frutos son afectados por numerosos hongos y bacterias. Las pérdidas más importantes son ocasionadas por mohos de los géneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*,

Diplodia, *Monilia*, *Penicillium*, *Phomopsis*, *Rhizopus* y *Sclerotinia* y por las bacterias de los géneros *Erwinia* y *Pseudomonas*. Algunos patógenos producen enzimas que degradan la pared celular, lo que da como resultado una mayor degradación del tejido huésped se debilita aún más y permita que se propague la infección. La decoloración y mancha acuosa son síntomas comunes; los microorganismos pueden producir toxinas y otras sustancias que dan origen a sabores desagradables lo cual dejan al producto no apto para el consumo (Bridg, 2019).

Para eliminar la mayor cantidad de carga microbiana, las chirimoyas pasaron por un proceso de desinfección. *Colletotrichum gloeosporioides* causa la enfermedad llamada antracnosis la cual aparece como lesiones oscuras, pudiendo producir masas rosadas de esporas bajo condiciones de alta humedad. El cáncer negro causado por *Phomopsis anonacearum* comienza con manchas purpuras en los frutos que se endurecen y agrietan, seguido del desarrollo de pequeños cuerpos negros que contienen esporas (Bridg, 2019).

B. Desórdenes fisiológicos

Agraria (2019) señala que el pardeamiento externo está relacionado con el daño por frío, que se manifiesta como puntuaciones necróticas y en casos severos, como manchas irregulares que oscurecen hasta ponerse casi negras. Otro caso es el pardeamiento de la pulpa, que se puede originar como respuesta a una baja temperatura o como reacción ante una concentración gaseosa adversa presentándose como una coloración difusa parda grisácea o parda, que comienza en la parte distal del fruto avanzando hacia el pedicelo y en casos severos abarca toda la pulpa. También como un desorden fisiológico están las manchas de la pulpa y oscurecimiento de las fibras.

2.2.1.9 Métodos de conservación de la chirimoya

A. Humedad relativa

Uno de los principales factores que contribuyen al deterioro es la pérdida de agua. La presión de vapor de agua de la mayoría de los frutos equivale al 99% de la HR; por lo tanto, si en la cámara existe una presión de vapor de agua menor, el fruto se deshidratará, resultando un estrés para la fruta almacenada, se activará la enzima Polifenol Oxidasa (PPO) ocasionando la aparición de desórdenes (Agraria, 2019).

El contenido de agua del aire durante el almacenamiento influye en la intensidad de la transpiración. Por esta razón se recomienda almacenar a las frutas a una humedad relativa alta del 85 a 95%. La humedad relativa no debe ser excesivamente alta debido a que puede inducir el apareamiento de microorganismos en la superficie de las frutas. En caso de la chirimoya se recomienda una humedad relativa de 90 a 95%, pues los frutos no solo ofrecen mejor aspecto, sino también una calidad interna superior (Bridg, 2019).

B. Atmosferas controladas o modificadas

La utilización de la atmósfera controlada es uno de los medios más eficaces de conservación de frutos. El control de la atmósfera de almacenamiento implica la eliminación de gases adicionales, como el etileno y el CO, además de alterar los niveles de O₂ y CO₂, (Ramos, 2021).

La atmósfera modificada (AM) y controlada (AC) consiste en la alteración de la atmósfera que rodea al fruto con respecto a la composición natural del aire. El término “atmósfera controlada” se refiere a una reducción en las concentraciones de oxígeno y un aumento en las de dióxido de carbono, seguido de un control preciso de la composición de estos gases.

El almacenamiento en atmosfera modificada no se controla cuidadosamente la composición de la atmosfera y puede modificarse intencionalmente o no, como ocurre, por ejemplo, con la aplicación de recubrimientos (Bridg, 2019).

Las composiciones óptimas de AC se encuentran entre 3- 5 % de dióxido de carbono y 5-10% CO₂. Los beneficios incluyen retrasar la maduración, reducir respiración y producción de etileno y retención de la firmeza. Las chirimoyas se pueden mantener de hasta 6 semanas a 10 °C en 5 % O₂ y posteriormente maduran a 20 °C. la exposición a <1%O₂ y/o > 15% CO₂ puede dar lugar a malos sabores y maduración no uniforme (Ramos, 2021).

2.2.2 Tara o Taya (*Caesalpinia spinosa* Molina Kuntze)

Es una especie de planta nativa del Perú que se ha extendido en américa latina e introducido en países como India, China y Marruecos. La especie se distribuye también desde las zonas áridas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Bolivia; llegando hasta los 32° de latitud sur al norte de Chile. La tara se puede encontrar en las diferentes regiones del Perú desde la costa y sierra norte (Cajamarca y La Libertad), hasta el centro y sur (Ancash, Huánuco, Junín, Ayacucho, Arequipa, Cuzco y Tacna (Schiaffino, 2019).

La tara se ha utilizado desde la antigüedad en la medicina folklórica y en tiempos recientes como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimenticios y taninos. Es una vaina de color amarillo y naranja que mide hasta 10 centímetros de largo y 2 centímetros de ancho aproximadamente. Esta vaina puede albergar hasta 7 semillas redondas con un diámetro de 5 a 7 milímetros. En la industria alimentaria, la tara se conoce como el algarrobo peruano. La razón de esta denominación de algarrobo se da por tener propiedades parecidas a las algarrobas y a la goma guar, las cuales son muy utilizadas en la Unión Europea. Los frutos de la tara son vainas indehiscentes de color rojizo amarillo de 8 a 10 cm de largo por 1,5 a 2,5 cm de ancho y contienen de 8 a 10

granos redondeados y ligeramente aplastados por vaina. Los granos maduros son duros, de color pardo oscuro, brillosos debido a una capa de cera que los cubre y los hace impermeables (Chávez et al., 2019).

Figura 7

Imagen de tara o taya



Nota: En la (Figura 7) se observa la imagen de la morfología de la tara o taya recuperado de (Schiaffino, 2019).

2.2.2.1 Composición química de la semilla de tara

Tabla 3

Composición química de la semilla de tara

Contenido	Base húmeda	Base seca
Humedad	9.8008	-
Proteína	15.962	17.698
Grasas	5.224	5.792
Ceniza	4.900	5.433
Fibra	62.981	62.829

Nota: En la (Tabla 3) se observan los componentes químicos de la semilla de tara, datos obtenidos de (Vargas, 2021).

2.2.2.2 Partes de la semilla de tara

A. Testa:

Es la cáscara o cubierta de la semilla, que se forma a partir de los tegumentos del óvulo.

B. Goma:

La goma o el endospermo son biopolímeros (moléculas de polisacáridos asociadas con cationes metálicos que pueden ser de calcio, potasio o magnesio), que se utilizan en la industria alimentaria, tiene la capacidad de retener agua y formar suspensiones coloidales que mejoran la textura y consistencia (viscosidad y espesamiento) del producto, también funciona como reserva alimenticia para el desarrollo del embrión durante la germinación (Vargas, 2021).

C. Germen:

Es el esporofito joven parcialmente desarrollado producido por la fertilización de ovocélula en el interior del saco embrionario por el núcleo masculino (Guerrero, 2021).

2.2.2.3 La goma de tara

La goma de tara, se extrae del endospermo de la semilla. La semilla equivale al 33-38 % del peso de la vaina. La semilla de tara se encuentra compuesta por cáscara (39%), germen (37%) y goma (24%) (Vargas, 2021).

La goma de tara es un aditivo alimentario aprobado por la comisión del Codex Alimentarius y tiene la función de espesante y estabilizante. Como aditivo del Codex se le ha otorgado el número E 417 (Hehnut, 2021).

La goma de tara consiste principalmente en polisacáridos de alto peso molecular, sobre todo de galactomananos. El componente principal se compone de una cadena lineal de unidades de (1-4)- D- manopiranosas (manosa) con unidades de α -Dgalactopiranosas (galactosa) unidas por enlaces (1-6). Las unidades de galactosa se

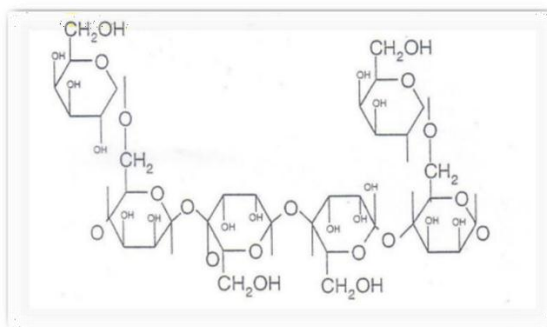
distribuyen de manera no uniforme a través de la cadena de manano. La presencia de unidades secundarias de galactosa tiende a inhibir la agregación. Las gomas con más cadenas laterales o secundarias son más fáciles de disolver en agua (Hehnut, 2021).

Su estructura y funcionalidad es similar a la de los demás galactomananos establecidos: goma garrofín y goma guar. (Lozano 2018)

La relación de manosa a galactosa en la goma de tara es de 3:1 (comparada a la goma de algarrobo que es 4-4.5:1 y la de goma guar 2:1) (Hehnut, 2021).

Figura 8

Estructura química de la goma de tara



Nota: En la (Figura 8) se muestra la estructura química de la goma de tara imagenrecuperado de (Mancero, 2018).

2.2.2.4 Propiedades físicas de la goma de tara

Lozano (2018) La goma de tara tiene buena solubilidad y viscosidad en agua fría, entre 24 y 30 °C. Además, menciona que, al igual que la goma garrofín, ésta actúa sinérgicamente con kappa-carragenina y goma xantana, lo que aumenta la resistencia del gel y lo hace menos susceptible a la sinéresis. Sin embargo, afirma que las soluciones de goma de tara son más viscosas y de fina textura que las soluciones de goma garrofín. Además, se menciona que esta goma provee una mejor protección contra los choques térmicos, requiere usarse en niveles 20 a 25 por ciento menos que la goma garrofín y ofrece resistencia a la separación en procesos con gran cizalla.

Tabla 4*Propiedades físicas de la goma de tara*

Propiedades	Caesalpinia spinosa(Tara) *Solución al 1 %.
Solubilidad*	
Agua Fría (25 °C)	50-60 %
Agua Caliente (98 °C)	Completa
Tiempo disolución (h)	2
Viscosidad (Cp)*	
Disuelta en agua fría (25 °C) y medida a esa misma temperatura.	1500-3000
	3000-4200
Disuelta en agua caliente (98 °C) pero medida a 25 °C.	
Solubilidad en etanol*	Insoluble
pH	3-10
Peso molecular	351400

Nota: En la (Tabla 4) se muestran las propiedades físicas de la goma de tara *Caesalpinia spinosa* comparada con otras gomas del género *Caesalpinia*, en solución acuosa al 1 por ciento, datos obtenidos de (Ali, 2021).

2.2.2.5 Especificaciones técnicas de la goma de tara en polvo

Tabla 5

Especificaciones técnicas de la goma de tara en polvo

Característica	Cantidad
Humedad	Max. 15.0%
Proteína	Max. 3.5%
Cenizas	Max. 1.5%
Fibra	Max. 1.15%
Grasa	Max. 2.0%
Insolubles en ácido	Max. 2.0%
pH	5.5%
Densidad	0.69 g/ml
Viscosidad a 20°C (Solución 1%)	5.0 a 6.8 Pa´s

Nota: En la (Tabla 5) se describen los valores de las especificaciones técnicas para la goma de tara donde observamos que posee un mayor contenido de humedad con 15% y su menor valor se encuentra en las cenizas; datos tomados de referencia de (Ali, 2021).

2.2.2.6 Uso industrial de la tara

En algunas curtiembres de Perú la tara viene utilizándose en forma directa con bastante éxito, principalmente para cueros claros. Según datos recientes en Francia se ha informado que se está desarrollando un tipo de curtiembre en base a la tara, llamado a sustituir a los curtiembres de cromo. El tronco y las ramas se utilizan principalmente como combustible preferentemente en panaderías debido a su alto poder calorífico, la madera se utiliza para construcción de chozas y ahora se utiliza como cerco vivo para marcar las propiedades y bordes de los canales de riego (Basurto, 2019).

Tabla 6*Uso industrial de la tara*

Uso	Descripción
Emulsificante	Para la preparación de la mayonesa y pasta dentrífica.
Aglomerante	Para tabletas medicinales y como insumo en la fabricación de píldoras y emplastos.
Estabilizante	Se emplea en la preparación de salsas, aderezos, ensaladas, helados, leche, ensaladas, helados, leche malteada, encurtidos de frutas y hortalizas etc.
Hidratante	Propiedad de la goma de fijar al agua la hace importante en la formación de soluciones coloidal viscosa, propiedad importante utilizado en la manufacturación del papel.
Espesante	Empleado en la preparación de cremas como la chantillín, helados, néctares.
Fijadores de aroma	Para la esencia de la naranja, mandarina, toronja, limón, aromas artificiales.
Gelificante	Para la preparación de mermeladas, productos lácteos, confites y productos cárnicos.
Clarificante	En la industria de producción de cerveza, vinos y jugos.
Encapsulante	Industria de medicinas, productos deshidratados, plaguicidas, insecticidas y herbicidas.
Turgencia	Se emplea como agente de hinchamiento en la elaboración de carnes procesadas.
Depresor	La goma actúa como agente depresor del apetito, para personas en tratamiento para la reducción del peso.
Floculante	Para la separación de líquidos y sólidos a través de procesos de filtración, sedimentación y clarificación. En actividad minera y sanitaria de agua potable.
Impermeabilizante	Propiedad de las gomas que se emplea para fabricar explosivos de nitrato de amonio resiste al agua.

Nota, Se describen las especificaciones para la goma de tara donde podemos citar sus usos en la industria alimentaria como, por ejemplo: emulsificante, estabilizante, hidratante, espesante, fijadores de aroma, gelificante, clarificante, etc. Datos referenciados por (Basurto, 2019).

2.2.2.7 Extracción de la goma de tara

A. Extracción por vía seca:

Tostar y moler las semillas separan la cáscara y el germen de la goma. Esta goma se seca, se muele y tamiza para obtener goma en polvo, con un rendimiento del 24% (Ordóñez, 2021).

B. Extracción por vía húmeda:

Se extrae la goma con ácido sulfúrico y sosa resultó en rendimientos del 35%. En este método se evalúan parámetros como: la relación agua-semilla, el pH, el tiempo de agitación y la temperatura. La vía húmeda, aunque ofrece mayores rendimientos, no es viable a escala industrial, debido a los costos y los desechos que genera (Ordóñez, 2021).

2.2.3 Cera de abeja (*hdfc*)

La cera de abeja es un producto graso que las abejas producen para construir sus panales. Las abejas segregan la cera de entre 12 y 30 días de edad en forma de pequeñas escamas redondeadas en las cuatro glándulas ventrales que tienen en la parte inferior del abdomen. La cera se sintetiza como una reducción de azúcares de origen alimenticio. En las glándulas cerasas, se recombinan de diferente manera para formar por un lado los ácidos grasos y los hidrocarburos (entre 14 y 41 carbonos), y por otro los ésteres y los alcoholes de la cera (entre 28 y 54 carbonos). La mezcla de estos productos es lo que se conoce como cera de abejas (Morgan, Townley, y Smith, 2021).

Figura 9

Cera de abeja industrial



Nota: En la (Figura 9) se observa a la cera de abeja industrial, los recubrimientos con cera de abeja hacen una barrera en los frutos y disminuyen el intercambio de gases, manteniendo las frutas hidratadas, y disminuyendo la pérdida de peso por más tiempo, además la cera se ha reportado como agente antiséptico (Guerra, 2018).

2.2.3.1 Composición de la cera de abeja

La cera de abejas contiene al menos 284 compuestos diferentes, de los cuales 21 compuestos principales representan el 56 % de la composición total de la cera. La composición promedio de la cera (Márquez, 2019).

Tabla 7

Composición química de la cera de abeja

Componentes	Porcentaje
Hidrocarburos	14
Monoésteres	35
Diesteres	14
Triésteres	3
Hidroximonoésteres	4
Hidroxipoliésteres	8
Acido de Monoésteres	1
Acido de poliésteres	2
Ácidos grasos libres (Cerótico y palmítico)	12
Material no identificado	7

Nota: En la (Tabla 7) se describen los componentes químicos de la cera de abeja, donde se observa que contiene un mayor valor de monoésteres y un menor valor de ácido de monoésteres, datos recopilados de (Márquez, 2019).

2.2.3.2 Propiedades químicas de la cera de abeja

La cera de abejas se caracteriza por estar constituida por ácido esteárico en abundancia, ácidos grasos saturados (palmítico y tetracosanoico), ácidos insaturados (palmitoleico, oleico, linoleico, linolenico), además de alquenos como el z-9-tricoseno están presentes en cantidades menores que los n-alcanos presentes (Buchwald, 2019).

Las ceras son ésteres de los ácidos grasos con alcoholes de peso molecular elevado, es decir, son moléculas que se producen por esterificación; una reacción química entre un ácido carboxílico y un alcohol, que en el caso de las ceras se produce entre un ácido graso y un alcohol monovalente lineal de cadena larga. Son sustancias que no se disuelven en agua, pero solubles en disolventes no polares orgánicos. Todas las ceras son compuestos orgánicos, tanto sintéticos y de origen natural. Son sustancias más eficaces para reducir el nivel de humedad y permeabilidad debido a su alta hidrofobicidad y ácidos grasos insaturados (Marquez, 2019).

La cera contiene una alta proporción de varios ésteres de cera: C40 a C46 especies moleculares, sobre una base de 16:0 y 18:0 en ácidos grasos, algunas con grupos (hidroxilos) en las posiciones omega-2 y omega-3. Contiene algunos ésteres con hasta 64 carbonos los cuales pueden estar presentes. Los esteroides están molecularmente dispersos en la cera compuestos entre 27 a 29 átomos de carbono (Buchwald, 2019).

2.2.4 Glicerol

Es un componente de un producto químico conocido como glicerina, es un descolorido, inodoro, viscoso líquido, que se usa ampliamente en formulaciones farmacéuticas. También es un alcohol de azúcar poco tóxico. Tiene tres polos hidrofílicos, un grupo alcohólico el cual es responsable de su solubilidad dentro del agua con una naturaleza higroscópica. La subestructura del glicerol es un componente central de muchos lípidos. El glicerol es un subproducto del 10% de producción del biodiesel (vía el transesterificación de los aceites

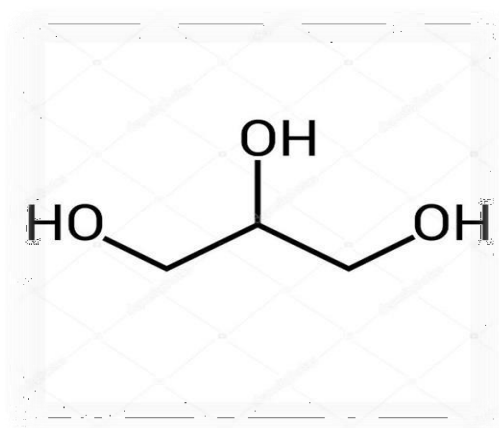
vegetales). Esto ha conducido a superabundancia del glicerol crudo en el mercado (Raybaudi, 2018).

Es un plastificante hidrófilo que también actúa como agente humectante. Cuando se agrega en el nivel adecuado al contenido de biopolímero, puede disminuir las fuerzas intermoleculares y aumentar la movilidad de las cadenas de polímero. Este es un proceso general utilizado para mejorar las propiedades mecánicas de películas comestibles. Tiene la capacidad de formar puentes de hidrógeno, encontrando que el glicerol y el polietilenglicol forman películas con excelentes propiedades tensiles (Gómez, 2021).

En cuanto a los atributos sensoriales, los recubrimientos a base de proteína de suero, gelatin y glicerol, han demostrado mantener efectivamente el color, firmeza, el brillo y la aceptabilidad de manzanas recubiertas durante el almacenamiento; por otro lado, agregar glicerol, Tween y cera a las películas comestibles reduce la permeabilidad al vapor de agua y mejora las propiedades mecánicas como elongación, fuerza de tensión y módulo elástico (Valega, 2018).

Figura 10

Imagen de la estructura química del Glycerol



Nota: En la (Figura 10) observamos la estructura química del glicerol cuya fórmula es (C₃H₈O₃). El glicerol es uno de los plastificantes más utilizados para hacer recubrimientos como de películas comestibles porque mantiene la elasticidad y frescura, actúa también como emulsificante muy estable, humectante, espesante y estabilizante (Raybaudi, 2018).

2.1.1.1. Propiedades físicas

Tabla 8

Propiedades físicas del glicerol

Glycerol –	Características
Apariencia	Incoloro
Densidad	1261 kg/m ³ ; 1.261g/cm ³
Masa molar	92,09382 g/mol
Punto de fusión	291 K (18 °C)
Punto de ebullición	563 K (290 °C)
Viscosidad	1,5 Pas

Nota: En la (Tabla 8) se describen las propiedades físicas del glicerol como son: apariencia, densidad, masa molar, punto de fusión, punto de ebullición y viscosidad (Raybaudi, 2018).

2.2.5 Vida útil y seguridad de los alimentos

Es el tiempo finito después de la producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que un alimento tiene una pérdida de sus propiedades sensoriales y físicoquímicas, así como su perfil microbiológico. Dado que la calidad microbiológica de los alimentos se ve disminuida por diversos factores es importante establecer el tiempo de vida útil para cada alimento en particular (Quinetto, 2020).

Se manifiestan que entre las variables que deben considerarse en la vida útil de un alimento están: la naturaleza del alimento, su composición, las materias primas utilizadas, el proceso al que fue sometido, el envase elegido para protegerlo, las condiciones de almacenamiento y distribución y la manipulación que tendrá en manos de los usuarios. Es bien conocido que estas condiciones pueden tener un impacto negativo en la calidad de los alimentos (Quinetto, 2020).

2.2.6 Recubrimientos comestibles

Un recubrimiento comestible se puede definir como una matriz continua delgada, que posteriormente será utilizada en forma de recubrimiento del alimento o estará ubicada entre los componentes del mismo. (Lin y Zhao, 2017 citado en Vázquez y Guerrero 2021). Además, pueden utilizarse para transportar ingredientes activos, pudiendo ser excelente vehículo para mejorar el valor nutricional de los alimentos, por adherirse mejor al fruto ofrecen una barrera más alta en comparación con las películas comestibles (Quinetto, 2020).

Las características del recubrimiento comestible varían según el tipo de material utilizado en su formulación, de las condiciones de formación del recubrimiento, del tipo de plastificante, de la naturaleza del disolvente, de la velocidad de evaporación del disolvente y de su espesor. (Vásquez y Guerrero 2021).

2.2.6.1 Composición de los recubrimientos comestibles

Los componentes que se utilizan para la preparación de recubrimientos comestibles pertenecen a tres categorías: hidrocoloides (proteínas y polisacáridos), lípidos (como ácidos grasos, acilgliceroles, ceras, etc.) y composites (mezclas de polisacáridos, proteínas y/o lípidos) (Debeaufort, 2018).

Los componentes minoritarios usualmente incluyen polioles que actúan como plastificantes (como el glicerol), reguladores de pH (como el ácido acético o láctico) y emulsificantes de distinta naturaleza química que mejoran las propiedades de los recubrimientos. También se pueden incluir agentes antimicrobianos, los colorantes y los saborizantes (Rojas & Grau 2019).

A. Hidrocoloides:

Belloso (2020) señala que son polisacáridos o proteínas que generalmente forman recubrimientos con buenas propiedades mecánicas y son una buena barrera para los gases, O₂ y CO₂, pero no impiden suficientemente la transmisión del vapor

de agua (Leiva, 2015). Dentro del grupo de los hidrocoloides, tenemos los siguientes:

- **Polisacáridos**

Son los hidrocoloides que más se utilizan como recubrimientos en frutas y hortalizas, ya que forman parte de la mayoría de las formulaciones que actualmente existen en el mercado. Aunque los polisacáridos tienen buenas propiedades de barrera a los gases y pueden pegarse a las superficies de las frutas y hortalizas troceados, son hidrofílicos y, por lo tanto, constituyen una barrera a la pérdida de humedad bastante baja. Se han elaborado películas a partir de células, pectina, almidón, alginatos, quitosano, carragenina, gomas y mezclas. Estas películas, la mayoría de las veces son fuertes, de color claro, resistentes relativamente al paso del agua, y no se ven afectados por aceites, grasas o solventes orgánicos no polares (Hagenmaier y Baker, 2019).

B. Proteínas

Aunque las películas de proteínas se adhieren fácilmente a superficies hidrofóbicas, en la mayoría de los casos no son resistentes a la difusión de agua. Pueden ser de origen animal (caseínas, proteínas del suero lácteo) o de origen vegetal (Zeína de maíz, gluten de trigo, proteína de soja, principalmente) y dependiendo de este origen muestran una amplia variedad de características moleculares. Una desventaja de las películas de proteínas es su sensibilidad a los cambios de pH (logaritmo de la concentración de hidrogeniones) por lo que deben delimitarse a las condiciones ideales durante su formación (Cha & Chinann 2021).

C. Lípidos

En este grupo están: las ceras, resinas, ácidos grasos, monoglicéridos y diglicéridos. La característica negativa de estas sustancias es su incapacidad para

formarfilms, es decir no poseen suficiente integridad estructural ni durabilidad. No obstante, se emplean principalmente para proteger las frutas, cubriendo las frutas con una capa lipídica que complementa la cera natural que contienen los frutos, la cual es generalmente removida durante el lavado. Asimismo, se emplean como barrera entre los distintos compuestos de un alimento heterogéneo, como soporte de aditivos liposolubles y para dar brillo a productos de confitería (Kester et al 2019).

D. Compuestos

Los films compuestos se crean mediante la combinación de hidrocoloides y/o lípidos, lo que permite aprovechar los beneficios funcionales que presenta cada uno, reduciendo las características desfavorables. Según la ubicación en el espacio de los lípidos respecto a los hidrocoloides, los recubrimientos y películas compuestas pueden ser de dos tipos:

Laminados: Se forman con dos capas al superponer una capa lipídica sobre una de hidrocoloides, formando una bicapa. De esta manera se logra una distribución homogénea de los lípidos controlando de manera satisfactoria la transferencia de agua (Kester, Fennema & Ruiz 2019).

Emulsiones: Son mezclas diferentes de lípidos dentro de una matriz de hidrocoloides, obtenidas por emulsión o microemulsión. Este tipo de películas son menos eficientes respecto a la transferencia de humedad ya que no se logra una distribución homogénea de los lípidos (Kester, Fennema & Ruiz 2019).

E. Aditivos

Varios materiales pueden ser incorporados dentro de los RC y tener influencia en las propiedades mecánicas, protectoras y sensoriales, esto dependerá, esto dependerá del grado de concentración, la estructura química, grado de

dispersión en la película y en la interacción con los polímeros. Además, menciona también que para mejorar las características organolépticas o nutricionales en las películas comestibles o cubiertas. Los aditivos pueden ser: plastificantes (ceras, aceites, ácidos grasos), Conservadores químicos (ácido benzoico, ácido sórbico), surfactantes y emulsificantes (Grasas y aceites)(Hagenmaier & Baker, 2019).

- **Plastificantes:**

Menciona que los plastificantes que se utilizan en la industria de los alimentos incluyen: Monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos (como glucosa, jarabes de fructosa o miel), polioles (como sorbitol, glicerol, polietilenglicoles y los derivados del glicerol), lípidos y derivados (como ácidos grasos, monoacilgliceroles, derivados éster, fosfolípidos y surfactantes); y que son un factor muy importante en la formulación de las películas comestibles ya que afectan las propiedades mecánicas y la permeabilidad de las películas, alterando los coeficientes de difusión de gases o agua (Ruiz, 2021).

- **Surfactantes y emulsificantes**

Se agregan para prevenir la fractura de la película sobre el alimento. Reducen la A_w de la película y la velocidad de pérdida de humedad en el producto. Aquí se incluyen grasas, aceites, emulsificantes y polietilenglicol (Trejo, 2020).

- **Antimicrobianos**

Entre los aditivos naturales están los aceites esenciales, los cuales son extraídos de diferentes plantas y presentan inhibición contra hongos y bacterias. Los extractos de ruda (*Ruta alepensis*), pirul (*Schinus molle*) y capulí (*Prunus serótina*), presentan la mayor inhibición del crecimiento radical sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, quien es el agente causal de la antracnosis, una

enfermedad que causa pérdidas significativas en la producción de frutos tropicales (Yu, 2020).

2.2.7 Diseño de mezclas

Es de gran importancia en campos como el de la investigación en alimentos, debido a que el desarrollo de cualquier nuevo producto o la modificación de uno ya existente que implique la mezcla de dos o más ingredientes requiere de alguna forma la realización de experimentos de mezcla. En un diseño de mezcla se asume que la característica medida en el producto final depende solamente de los porcentajes o proporciones de los ingredientes individuales que están presentes en la formulación, mas no de la cantidad total de la formulación; y por tal motivo está sujeta a cambios si dichos porcentajes o proporciones varían (Ruiz, 2021).

2.3 Definición de términos básicos

A. Almacenamiento:

El almacenamiento de permite que los alimentos se consuman durante algún tiempo relativamente largo (generalmente semanas y meses) después de ser cosechados en lugar de consumirlo de forma inmediata (Hardenburg, 2018).

B. Efecto:

Experimentación de carácter científico. Su acepción principal presenta al efecto como a aquello que se consigue como consecuencia de una causa (Villada, 2021).

C. Cera de abeja:

La cera es el material que las abejas usan para construir sus nidos. Es producida por las abejas melíferas jóvenes que la segregan como líquido a través de sus glándulas cereras (Márquez, 2019).

D. Chirimoya:

Fruta originaria del Perú proveniente del chirimoyo su tamaño aproximado es similar al de una manzana, de color verde, pulpa blanca comestible con pepitas negras y sabor dulce (Julián, 2017).

E. Goma de tara:

Caesalpinia spinosa, comúnmente conocida como Tara o Guarango, es una leguminosa de porte arbóreo o arbustivo natural del Perú. La goma de tara es un aditivo natural obtenido del endosperma molido de las semillas de Caesalpinia spinosa, una planta de la familia de las leguminosas (Lozano, 2018).

F. Glycerol:

El glicerol es un líquido incoloro e inodoro con un sabor dulce. Es viscoso a temperatura ambiente y no tóxico en bajas concentraciones. También se le llama alcohol glicílico, glicerina o glicerina en alguna literatura (Raybaudi, 2018).

G. Recubrimiento comestible:

Se define como el revestimiento de un producto vegetal con una o varias capas finas de material natural y comestible elaborados con biopolímeros naturales de alto peso molecular (Del Valle, 2020).

H. Vida útil:

Se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico (Brody, 2021).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

Los análisis de esta investigación en su mayoría se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Frutas y Hortalizas, ubicado en el primer piso de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Coordenadas: 7°10'01" S 78°29'44" O /-7°166943, -78.495427.

Altitud: 2750 msnm

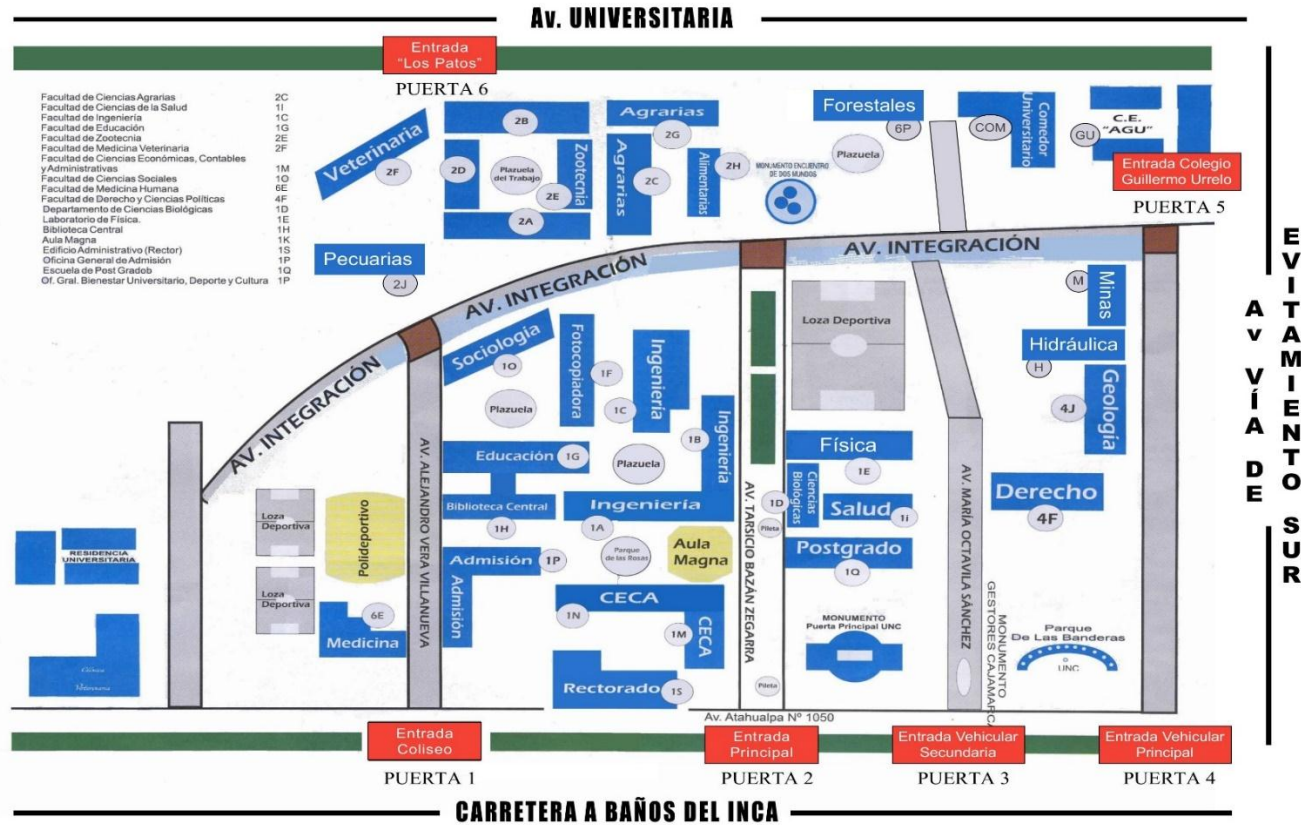
Temperatura: 15°C

Precipitación: 11%

Humedad: 73%

Figura 11

Mapa de ubicación de la Universidad Nacional de Cajamarca (Escuela Académico Profesional de Ingeniería En Industrias Alimentarias)



Nota. Se observo el mapa de ubicación del experimento (Universidad Nacionalde Cajamarca - 2023, con sus respectivas Facultades y escuelas Académico Profesionales recuperado de la (Página UNC).

3.2 MATERIALES

3.2.1 *Materiales (Materia prima)*

- Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) Variedad lisa, en madurez comercial
- Goma de tara
- Cera de abeja
- Glicerol

3.2.2 *Equipos*

- Balanza analítica (AS 220.R2)
- pH- metro (wtw)
- Refractómetro. (J & G SC)
- Cocina
- Ollas
- Cucharas
- Mesas de trabajo
- Termómetro (Boec Modelo)

3.2.3 *Otros materiales*

- Mandil
- Naso buccal
- Gorro desechable
- Guantes quirúrgicos
- Laptop (hp)
- Cámara (Samsung 16GB)
- Vasos descartables
- Papel toalla
- Agua mineral

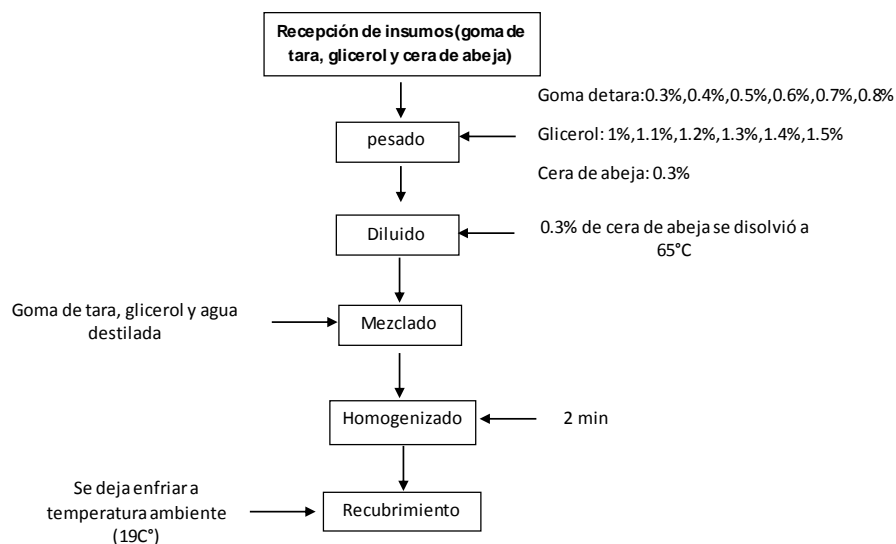
- Tápers de polipropileno
- Hipoclorito de sodio al 3-6%

3.3 MÉTODOS

3.3.1 *Método de obtención de recubrimiento*

Para la obtención de gel mucilaginoso de sábila, se seleccionó las hojas de la planta procedente los cultivos del distrito de Laredo- Trujillo. Se seleccionaron y limpiaron con hipoclorito de sodio (0.05ppm), se extrajo el gel mucilaginoso y se agregó a un recipiente de plástico con 50% de agua destilada y se dejó en refrigeración por 24 horas para diluir el yodo. Pasado el tiempo, se realizó licuado previo, para cortar en pequeñas partes y facilitar su trituración en el ULTRATURRAX a 15.000 rpm x 10 min. (Cieza , 2020).

Para cada uno de los tres tratamientos, la goma de tara y el gel de sábila fueron pesados a diferentes concentraciones de goma de tara: el (0.3%, 0.6%, 0.9%) como agente espesante, gel de sábila (39.7%, 39.4%, 39.1%) como agente de adhesividad. En un vaso de precipitación de 250 ml se diluyó la goma de tara y el gel de sábila con agua destilada a una temperatura de 80°C, luego mezcló con glicerol al 2% para inferir plasticidad a la solución, aceite esencial de canela (0.1%) como agente antimicrobiano y tween 80 como emulsificante y gel Bloom 5% con propiedades de gelificación, luego se removió en el agitador magnético con calefacción a 800 rpm por 30 min a 90 °C, posteriormente la muestra se dejó homogeneizar por 5 min, mientras enfriaba la solución (Cieza , 2020).

Figura 12*Flujograma de elaboración de recubrimiento*

Nota. La (figura 12) se representa el flujograma de elaboración de recubrimiento, tomado de (Cieza , 2020)

El método para elaboración del recubrimiento en la presente investigación se basó en la metodología usada por (Cieza , 2020), el cual se realizó de la siguiente manera: La goma de tara fue pesada para los 7 tratamientos a diferentes concentraciones (0.3%,0.4%,0.5%,0.6%,0.7%,0.8%) como agente espesante, la dilución de la cera de abeja se realizó en baño maría a 65°C, una vez disuelto se mezcló con la goma de tara y glicerol a las concentraciones indicadas según tratamiento usando como disolvente agua destilada; una vez mezclados los insumos se dejó en baño maría por un tiempo de 2 minutos con agitación constante; Luego pasado los 2 minutos se saca de la olla en donde fue preparada y se coloca en un recipiente como observamos en la figura 13 y se dejó enfriar a temperatura ambiente para su utilización.

Figura 13

Preparación del recubrimiento comestible



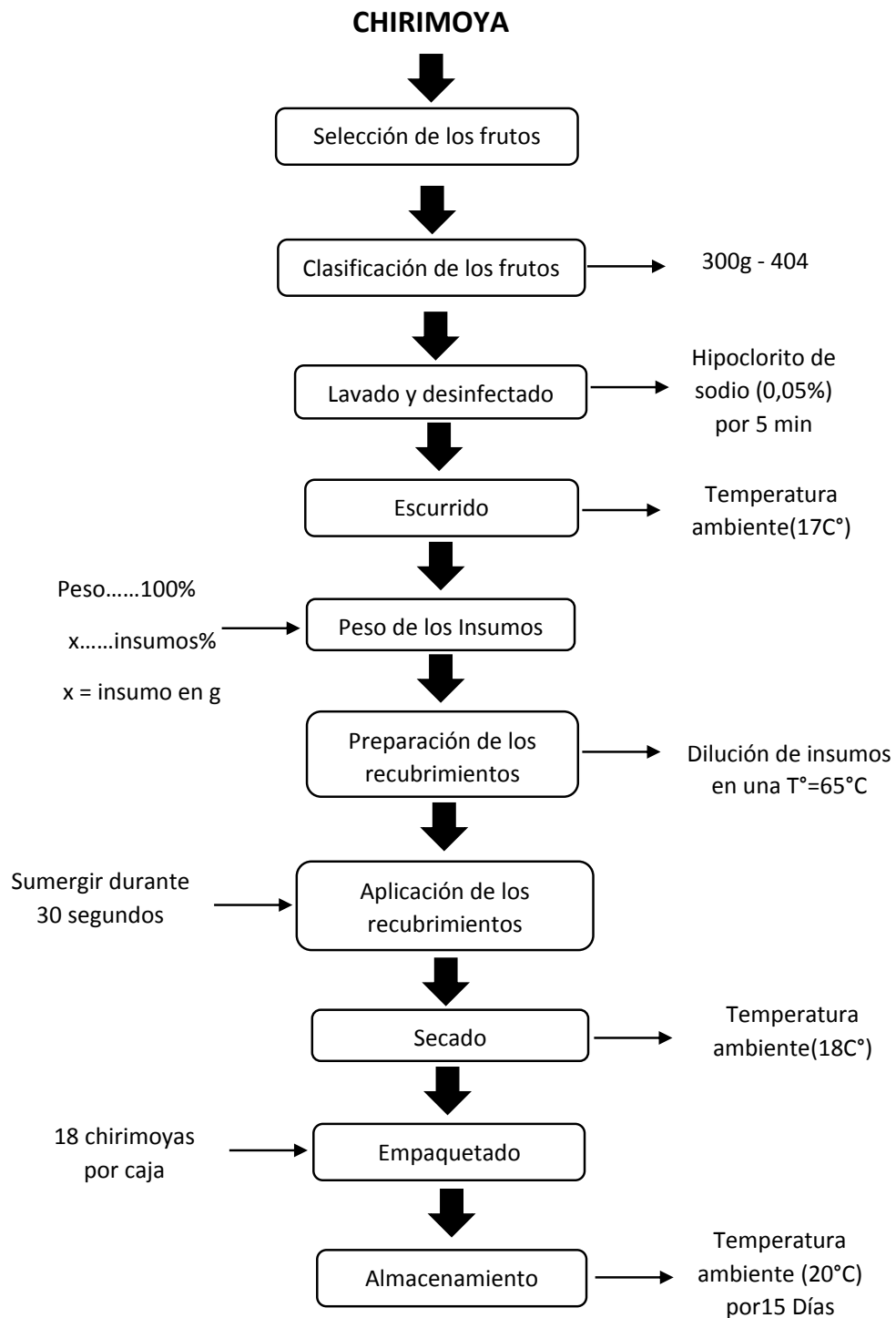
Nota. La imagen del proceso de preparación del recubrimiento a base de goma de tara y su posterior enfriamiento.

3.3.2 Método para el proceso de aplicación del recubrimiento comestible

Las formulaciones formadoras de recubrimiento (FFR) se fabricaron con la goma de tara como matriz soporte, la cera de abeja como componente lipídico y el glicerol como plastificante. La metodología para la formación de las FFR se basó en la metodología citada por Cerqueira et al. (2009), quien formuló recubrimientos en base a galactomananos provenientes de diferentes fuentes, y en base a pruebas experimentales previas desarrolladas en laboratorio. Las soluciones fueron preparadas disolviendo la goma de tara en polvo en agua destilada (80 °C). Luego fue añadido el glicerol y la solución fue agitada con ayuda de un agitador magnético con calentador, hasta que alcanzó 90°C; la cual es una temperatura que asegura la fusión completa de la cera. A dicha temperatura fue añadida la cera de abeja y el surfactante Tween 80®, y se homogenizó el sistema por agitación durante una hora. Luego de ello se almacenó en refrigeración hasta su utilización. (Valquiria, 2015).

Figura 14

Diagrama de flujo para la aplicación del recubrimiento comestible sobre las chirimoyas.



Nota. En la (Figura 14) se describe el flujograma de proceso para el recubrimiento de frutos de chirimoya con goma de tara, modelo adaptado de (Escalante, 2015).

3.4 Descripción del proceso

3.4.1 Selección

La selección de la materia prima, se realizó de acuerdo con su textura sólida, sin defectos y de tamaño homogéneo, con un estado de madurez entre la constante de °Brix 15 y el 4% de acidez cítrico (Cieza , 2020).

En la presente investigación la selección se llevó a cabo en el laboratorio los frutos fueron seleccionados con el fin de eliminar los frutos dañados y golpeados, se seleccionaron sólo aquellos que no presentaban daños mecánicos.

Figura 15

Selección de frutos de chirimoya



Nota. Se observa la etapa de selección de los frutos de chirimoya variedad lisa.

3.4.2 Clasificación

Se clasificaron aquellos frutos que presentaron un diámetro mínimo de 2,6 cm, considerado como calidad de primera en Perú (Espinoza, 2009). El tamaño máximo no difirió en más de 10 mm del diámetro mínimo de la fresa, según lo recomendado por el Codex Alimentarius (1981). Así mismo se clasificaron las que presentaron un color rojo en tres cuartas partes de su superficie. (Ana , 2015). Se clasificaron de acuerdo a las siguientes características: calibre mediano a grande (300g-404).

Figura 16*Clasificación de frutos de chirimoya*

Nota. Se observa la etapa de clasificación de los frutos de chirimoya variedad lisa.

3.4.3 Lavado y desinfectado

Para eliminar los restos de tierra, las fresas fueron lavadas con agua limpia antes de aplicar los recubrimientos comestibles. Después se sumergieron en una solución de cloro comercial (hipoclorito de sodio) de 50 ppm de cloro libre residual, durante 5 minutos; según lo recomendado por la UCDAVIS (1997) para controlar la mayoría de patógenos post cosecha suspendidos en el agua. (Ana , 2015).

Las chirimoyas fueron lavadas con agua abundante agua para eliminar restos de tierra, luego se sumergieron en una solución de cloro comercial (hipoclorito de sodio) de 50 ppmde cloro libre residual, durante 5 minutos con el fin de reducir carga microbiana.

Figura 17*Lavado y desinfectado*

Nota. Se observa la etapa de lavado y desinfectado de las chirimoyas.

3.4.4 *Escurreido*

Para eliminar el exceso de humedad, las fresas se escurrieron sobre rejillas a temperatura ambiente por 20 minutos,. (Ana , 2015).

Las chirimoyas lavadas y desinfectadas se dejaron secar a temperatura ambiente (17°C) sobre una mesa de acero inoxidable previamente desinfectada

Figura 18*Etapa de escurrido*

Nota. Se observa la etapa de escurrido de los frutos de chirimoya.

3.4.5 *Pesado de insumos*

El peso de los insumos se realizó según el peso de la fruta.

Peso g.....100%

x.....Insumo %

X =Insumo en g

3.4.6 *Aplicación del recubrimiento en los frutos*

Las fresas se introdujeron en los respectivos recubrimientos durante 30 s. Luego se secaron por convección con aire forzado durante 1 hora, a 20°C. (F.1* & T.1, 2010)

Una vez secas las chirimoyas se sumergen en el recubrimiento (frio) cada chirimoya se sumerge en el recubrimiento por 30 segundos, con intervalos de 1 minuto, para una totalhomogenización, operación que se repitió 3 veces por chirimoya.

Figura 19

Aplicación del recubrimiento en los frutos de chirimoya



Nota. La aplicación del recubrimiento hecho a base de gomade tara sobre los frutos de chirimoya.

3.4.7 *Proceso de secado*

Las fresas recubiertas fueron colocadas sobre bandejas limpias y fueron secadas por convección con aire forzado durante una hora, a 20 °C; según lo recomendado por Colla et al. (2006), Vargas et al. (2006) y Restrepo y Aristizábal (2010).

Las chirimoyas ya recubiertas se dejaron secar en la mesa de acero inoxidable por un día, a temperatura ambiente.

Figura 20

Secado de los frutos de chirimoya



Nota. La imagen del secado de los frutos de chirimoya.

3.4.8 *Empacado*

Las fresas recubiertas (500 g aproximadamente), se utilizaron bandejas PET con perforaciones en la base y en la tapa, para evitar alteraciones adicionales de la atmósfera, a parte de las ya generadas por los recubrimientos; según lo recomendado por Vargas et al. (2006) y Restrepo y Aristizábal (2010).

Se colocaron en cajas de cartón las cuales se cubrió con papel toalla todas las bases de la caja; se ordenaron según tratamiento colocando 18 chirimoyas por cada caja.

Figura 21*Empacado de los frutos de chirimoya*

Nota. Se observa la etapa del empacado de los frutos de chirimoya.

3.4.9 Almacenamiento

Las fresas se envasan en bandejas de aluminio con tapas codificadas según el tratamiento, las que fueron almacenadas a condiciones ambientales. (ALEXIA, 2022).

Una vez empaquetados los frutos de chirimoya fueron sometidas a un tiempo de almacenamiento de 15 días a una temperatura de 20°C en una mesa de acero inoxidable con el objetivo de alargar su periodo de vida útil.

Figura 22*Almacenamiento de los frutos de chirimoya*

Nota. Se observa la figura del almacenamiento de los frutos de chirimoya.

3.4.10 Métodos para el análisis de la calidad final de la chirimoya

3.4.11 Pérdida de peso

Se expresó como el porcentaje de pérdida de peso en comparación con el peso inicial total. Metodología según Ribeiro et al. (2007), Hernández et al. (2008) y Restrepo & Aristizábal (2010).

Los días de almacenamiento experimentales fueron determinados por gravimetría sobre las unidades experimentales, mediante la diferencia entre pesos, tomando como base el peso inicial (P_i) menos los pesos en las diferentes fechas de muestreo del almacenamiento (P_f). Se expresaron los resultados como porcentaje de pérdida de peso (%) mediante la siguiente ecuación: (Sanchez, 2018).

$$P_p = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100\%$$

Se utilizó una balanza analítica marca (PRECISA) para evaluar el peso de los frutos de chirimoya recubiertos con los distintos tratamientos de goma de tara, se calculó el porcentaje de pérdida de peso final con respecto al peso inicial. Se pesaron 13 chirimoyas por tratamiento al inicio del ensayo, luego se evaluaron a los 5 y 10 días de haber alcanzado su madurez de consumo (Márquez & col.2019 citados por Juárez, 2021). Para determinar la pérdida de peso en porcentaje se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 1:

$$\% PFP = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100\%$$

Donde:

% PFP = Porcentaje de pérdida fisiológica de peso.

Pf= Peso final (g)

Pi= Peso inicial (g)

3.4.12 *Potencial de hidrógeno (pH)*

Se determinó por lectura inmediata con pH-metro BOECO mod. PT-370 (0- 15 pH, +/- 0,0.005) (AOAC 981.12.) (MUÑOZ LESCANO, 2017).

Se realizó una medición de pH de las chirimoyas antes de recubrirlas (cuando estaban verdes), luego se midió cada 5 días durante 10 días, tiempo en el que duró su madurez, en cada evaluación se introdujo directamente el pH metro obteniéndose un promedio de las lecturas realizadas cada 5 días.

3.4.13 *Color (L*a*b*)*

Luminosidad Las mediciones de luminosidad (L^*) se realizaron con un colorímetro Minolta, usando la metodología adaptada de Vargas et al. (2006) y Hernández et al. (2008), (Ana , 2015).

Un colorímetro Minolta (modelo: CR200, Osaka, Japón) Se utilizó para medir el color de las películas. Las características de color se evaluaron según los parámetros L (luminosidad o brillo), a (de rojo a verde) y b (de amarillo a azul). Las mediciones se tomaron en las tres muestras de cada formulación. Además de los valores L, a y b, se calculó la diferencia de color (ΔE) con respecto a una muestra patrón blanco, de acuerdo a la ecuación 2.1, como la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado de los valores individuales (Maftoonazad & Ramaswamy, 2005, p. 619; Minolta Co., Ltd., 1988, p. 78). (Vargas, 2015)

Se utilizó un colorímetro CM-600D, (Marca Konica Minolta) y se midió en el exterior de la fruta, tanto en las en las muestras patrón como en las chirimoyas recubiertasalmacenadas entre 5 a 10 días, hasta que los frutos hayan alcanzado su madurez.

3.4.14 *Sólidos solubles (°Brix)*

Para realizar el análisis de sólidos disueltos se utilizó un refractómetro digital (Atago, Japón), indicando °Brix, AOAC. (1990). (Carrion, 2022).

Esta evaluación se realizó antes de recubrir las chirimoyas (cuando estabanverdes),

luego se midió cada 5 días durante 10 días, tiempo en el que duro su madurez; se agregó una gota de jugo de chirimoya al lente óptico de un refractómetro de mano marca (YATO modelo YT-06722) este equipo instrumental se calibra con una gota de agua destilada sobre el prisma del refractómetro, Los resultados se expresaron en °Brix.

3.4.15 Análisis Microbiológico.

-Para el recuento de mohos se utilizó el método de recuento por siembra en placa en agar Oxitetraciclina Gentamicina (OGA), recomendado por ICMSF (1985).

-Para determinar la presencia de microorganismos psicrófilos aerobios siembra en placa con Agar (PCA) a 5°C. Recomendado por (Rico Rodriguez, y otros, 2015).

-El análisis microbiológico se realizó mediante recuento de siembra para mohos y levaduras se empleó agua alcalina y el agar sabouraud, recomendado por salmonella ICMSF (1985) considerando los límites permitidos de la RM 591-2008-MINSA. (Carrion, 2022).

-Para evaluar el comportamiento microbiológico de las muestras de MMP con recubrimientos durante los 11 días de almacenamiento se utilizaron los procedimientos del manual del INVIMA (1998). Se homogenizaron 11 g de muestra en 99 ml de agua peptonada (10-1) y se realizaron diluciones seriadas de 10-2 y 10-3 . Se cuantificó presencia de coliformes totales (CT) y fecales (CF) a 37 y 44 °C respectivamente por técnica de número más probable (NMP) en caldo BRILA (Merck), caldo triptófano (Oxoid) y agar EMB (Merck). El recuento de mesófilos y psicrófilos aerobios viables fue realizado en Agar Plate Count (Merck) a 37 °C y 4°C durante 48 horas y el de mohos y levaduras en Agar OGY (Oxoid) con Oxitetraciclina a 25 °C durante 7 días. Los valores se reportaron como Log UFC/g. (Rodríguez, 2013).

Los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio de microbiología de alimentos y aguas del departamento académico de ciencias biológicas de la universidad nacional de Cajamarca, donde se analizó lo siguiente:

- **Recuento de *Aerobios mesofilos*:** Se preparó en un matraz estéril 225 ml de caldo peptonado tamponado y se pesó 25g de muestra de chirimoya recubierta, se hizo las diluciones hasta 106, se homogenizo y se colocó 1 ml en placas de agar PCA (plate Count Agar) de cada una de las diluciones, se sembró por estriado posteriormente se incubo por un tiempo de 24 horas a una temperatura de 36 ± 1 °C.

- **Recuento de *Escherichia coli*:**

Se preparó 225 de caldo peptonado tamponado en un matraz estéril, luego se agregó 25g de la muestra, posteriormente en tubos se colocó 9ml de caldo peptonado tamponado hasta una dilución 102, se agregó 1 ml de cada uno de las diluciones, se sembró 1 ml por estriado en agar maconkey, se incubo a una temperatura de 36 ± 1 °C.

- **Recuento de *salmonella*:**

Se preparó 225 ml a doble concentración de caldo peptonado tamponado en un matraz estéril, luego se agregó 25 g de la chirimoya recubierta con goma de tara, se homogenizo y se sembró 1 ml por estriado en agar SS (*Salmonella shiguella*), posteriormente se incubo por un tiempo de 24h a una temperatura de 36 ± 1 °C.

-**Recuento de *Listeria*:**

Se preparó 225 ml a doble concentración de caldo peptonado tamponado en un matraz estéril, luego se agregó 25 g de la chirimoya recubierta con goma de tara, se homogenizo y se sembró 1 ml por estriado en agar Sangre, posteriormente se incubo por un tiempo de 24h a una temperatura de 36 ± 1 °C.

Se usó como referencia a la NTP N° 615-2003 SA/DM, en el artículo 15°, Criterios microbiológicos. Requisitos: *Aerobios mesofilos*, *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Listeria*.

3.5 Metodología experimental

3.5.1 Tipo de investigación

- De acuerdo con la orientación: Tipo (Aplicada)
- De acuerdo con la técnica de contrastación: Diseño (Experimental).

3.6 Variable independiente

Tabla 9

Variable independiente

		Chirimoyas con aplicación de recubrimiento						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Variable Independiente	Goma de tara	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.0
	Glycerol	1.5%	1.4%	1.3%	1.2%	1.1%	1.0%	0.0
	Cera de abeja	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.0
	Agua	97.9	97.9	97.9	97.9	97.9	97.9	0.0
	Total	100	100%	100%	100%	100%	100%	0.0
		Chirimoyas con aplicación de recubrimiento						
Variable Independiente	Tiempo	5 días			10 días		15 días	

Nota: Se muestra la variable independiente correspondiente la cantidad empleada de goma de tara con adición de glicerol, cera de abeja y agua empleados para la elaboración del recubrimiento.

3.7 Variable dependiente

Tabla 10

Variable dependiente

Frutos de chirimoya con recubrimiento a base de goma de tara	
Variable Dependiente	Análisis fisicoquímico <ul style="list-style-type: none"> • Peso (g) • Color (L*a*b) • pH • Sólidos solubles (°Brix)

Nota. En la (Tabla 10) se describe la variable dependiente correspondiente al análisis fisicoquímico con los siguientes parámetros: peso (g), color (L*a*b*), pH y sólidos solubles (°Brix).

3.8 Unidad de análisis, población y muestra de estudio

3.8.1 *Unidad de análisis*

Para la unidad de análisis se utilizó materia prima (frutos de chirimoya) de acuerdo a los siguientes criterios: fresca y en óptimas condiciones.

3.8.2 *Población*

Los frutos de chirimoya fueron obtenidos del Distrito de la Asunción, Provincia de Cajamarca del fundo de la señora Flor Tarrillo Huamán.

3.8.3 *Muestra*

Para la muestra se usaron un total 200 unidades de chirimoya (*Annona cherimola* Mill) de la variedad (Lisa). Para cada prueba preliminar, tipo de análisis y sus respectivos tratamientos se tomó una muestra de 13 unidades por cada tratamiento.

3.9 Instrumento de colecta de datos

Tabla 11

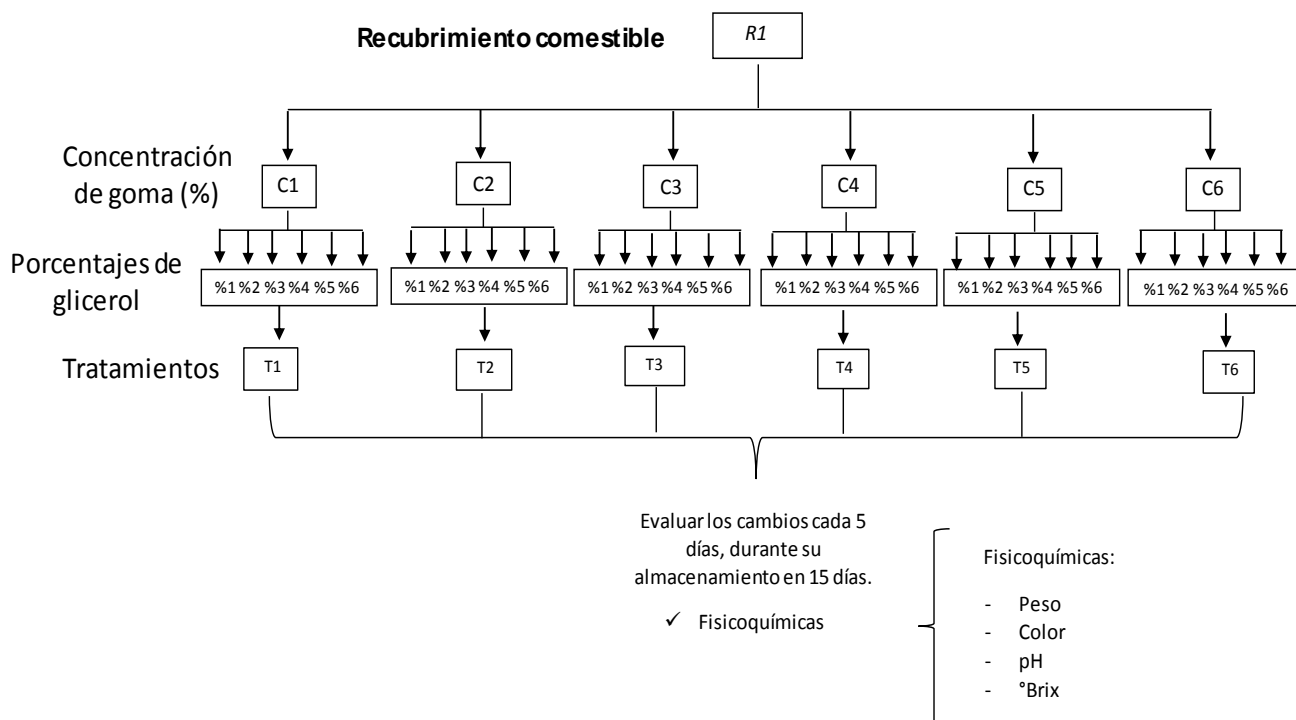
Instrumento de colecta de datos

Variable	Instrumentos de recolección de datos
Peso de frutos (g)	Registro de masa utilizando una balanza analítica
Color (L*a*b*)	Toma de datos de un colorímetro
Potencial de hidrógeno (pH)	Toma de datos de un pHmetro
Sólidos solubles (°Brix)	Toma de datos de un refractómetro

Nota. Se describe los instrumentos de recolección de datos donde para el peso de los frutos se usó una balanza analítica; para la medición de color se utilizó un colorímetro, para la medición de pH se usó un pHmetro y para la determinación de sólidos solubles se usó un refractómetro.

3.10 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 3 repeticiones y estructura factorial 6AX6B (6²). El primer factor (A) concentración de goma (C1=0.3%, C2=0.4%, C3=0.5%, C4=0.6%, C5=0.7%, C6=0.8%), El factor (B) corresponde al porcentaje de glicerol (%1=1.5, %2=1.4, %3=1.3, %4=1.2, %5=1.1, %6=1), con 7 tratamientos, donde las variables de respuesta es medición de peso, color, pH y °brix.

Figura 23. Diagrama de diseño experimental.**Donde:**

- R1: Chirimoya recubierta
- C1: Concentración de goma de tara 0.3%
- C2: Concentración de goma de tara 0.4%
- C3: Concentración de goma de tara 0.5%
- C4: Concentración de goma de tara 0.6%
- C5: Concentración de goma de tara 0.7%
- C6: Concentración de goma de tara 0.8%
- %1: concentración de glicerol 1.5%
- %2: concentración de glicerol 1.4%
- %3: concentración de glicerol 1.3%
- %4: concentración de glicerol 1.2%
- %5: concentración de glicerol 1.1%
- %6: concentración de glicerol 1.0%
- T1: Tratamiento 1
- T2: Tratamiento 2
- T3: Tratamiento 3
- T4: Tratamiento 4
- T5: Tratamiento 5
- T6: Tratamiento 6

3.10.1 Matriz de tratamientos

Tabla 12

En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de insumos empleados en las siete (108) formulaciones:

Tratamiento	Goma	Cera de			Total	Tiempo	Formulaciones
		Glicerol	abeja	Agua			
TRATAMIENTO 1	0.3	1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.3	1.1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.3	1.2	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.3	1.3	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.3	1.4	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.3	1.5	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
TRATAMIENTO 2	0.4	1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.4	1.1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.4	1.2	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.4	1.3	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.4	1.4	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.4	1.5	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
TRATAMIENTO 3	0.5	1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.5	1.1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.5	1.2	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.5	1.3	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.5	1.4	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.5	1.5	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
TRATAMIENTO 4	0.6	1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.6	1.1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.6	1.2	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.6	1.3	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.6	1.4	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.6	1.5	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
TRATAMIENTO 5	0.7	1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.7	1.1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.7	1.2	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.7	1.3	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.7	1.4	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.7	1.5	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
TRATAMIENTO 6	0.8	1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.8	1.1	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.8	1.2	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.8	1.3	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.8	1.4	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
	0.8	1.5	0.3	97.9	100	5-10-15 días	3
TOTAL							108

Nota. En la (Tabla 12) se describen los tratamientos empleados en nuestra investigación con las respectivas formulaciones del recubrimiento para chirimoyas hecho a base de goma de tara, glicerol, cera de abeja, agua. En un total de siete (7) tratamientos (6 con recubrimiento y 1 muestra testigo). Las unidades experimentales fueron siete (7).

3.11 Análisis de datos

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y se trabajaron con una probabilidad del 95% y un margen de error del 0.05% mientras que la prueba de comparación múltiple utilizada para analizar las diferencias significativas fue Tukey con una probabilidad del 95% y margen de error del 0.05%.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Porcentaje de goma de tara para minimizar pérdida de peso

Se analizó los recubrimientos formulados con diferentes concentraciones de goma de tara, glicerol y cera de abeja, donde las concentraciones variables fueron las de goma de tara: 0.3%, 0.4%,0.5%, 0.6%,0.7%, 0.8% y glicerol: 1%, 1.1%, 1.2%,1.3%, 1.4%, 1.5%, con una concentración constante de cera de abeja del 0.3%, analizando las menores pérdidas de peso en las chirimoyas evaluadas.

De acuerdo a la figura 23, se puede apreciar los gráficos analizados de acuerdo a las combinaciones realizadas:

- La figura-a) representa la pérdida de peso en porcentaje de acuerdo al peso inicial y final de chirimoya recubierta, determinando que, el porcentaje óptimo de goma de tara con 1% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de peso menores de 5% en 5 días, 8% en 10 días y 10% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- En la figura-b), el porcentaje óptimo de goma de tara con 1.1% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron menores pérdidas de peso de 9% en 5 días, 11% en 10 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- Para la figura-c), El porcentaje con mejores resultados de goma de tara con 1.2% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas tuvieron menor pérdida de peso con 11% en 5 días, 12% en 10 días a comparación con los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- El recubrimiento con mejor porcentaje de goma de tara con 1.3% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de peso menores de 6% en 5 días, 8%

en 10 días y 10% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara según como se muestra en la figura d).

- En la figura-e), el porcentaje de goma de tara con mejores resultados con 1.4% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de peso menores de 5% en 5 días, 7% en 10 días y 10% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- El porcentaje que obtuvo mejores resultados de goma de tara con 1.5% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de peso menores de 8% en 5 días, 11% en 10 días y 17% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara, tal como se muestra en la figura-f).

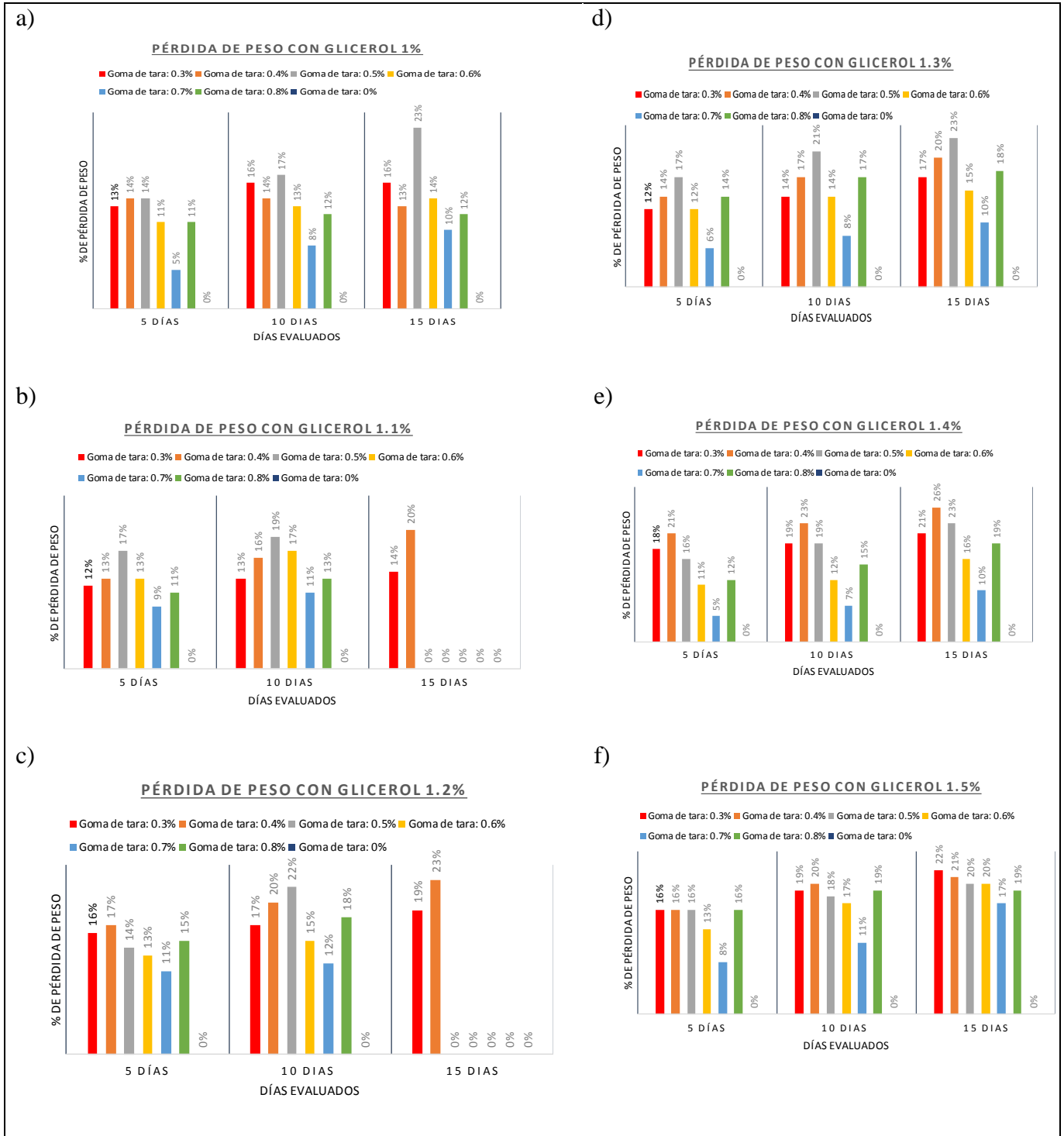
De los recubrimientos evaluados se determina que el porcentaje de goma de tara con mínimas pérdidas de peso en las chirimoyas recubiertas fue de 0.7% en todos los periodos evaluados, difiriendo de Valencia et al. (2016), quienes concluyen que, el recubrimiento óptimo fue la formulación al 30% de goma de tara, disminuyó significativamente la pérdida (2.62%) luego de 8 días de almacenamiento.

(Carrion, 2022) concluye que los tomates de árbol recubiertos con el tratamiento optimo fue con 0.25% de goma de tara los cuales presentaron un valor de 18,45%, estos datos nos indican que los recubrimientos comestibles ayudan a la pérdida de peso.

Por lo tanto, la goma de tara actúa como espesante, aglomerante, estabilizador y capa protectora, retardando la transpiración de la fruta a través de los poros, evitando el desplazamiento de vapor de agua, logrando de esta forma conservar la calidad de los atributos (aporta nutrientes para la salud) de una chirimoya fresca.

Figura 24

Porcentaje de pérdida de peso de acuerdo al porcentaje de goma de tara usado en recubrimiento



4.2 Porcentaje de goma de tara para minimizar pérdida de color

El color se determina calculando la luminosidad, coordenada a^* y coordenada b^* .

Se analizó los recubrimientos formulados con diferentes concentraciones de goma de tara, glicerol y cera de abeja, donde las concentraciones variables fueron las de goma de tara: 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8% y glicerol: 1%, 1.1%, 1.2%, 1.3%, 1.4%, 1.5%, con una concentración constante de cera de abeja del 0.3%, analizando las que permitieron mantener el Luminosidad, a^* y b^* en las chirimoyas evaluadas.

4.2.1.1 Luminosidad

De acuerdo a la figura 24, se puede apreciar los gráficos analizados de acuerdo a las combinaciones realizadas:

Se analizó la luminosidad y de ellos se pudo graficar de acuerdo a las combinaciones realizadas:

- La figura-a) Representa la mínima pérdida de L en porcentaje de acuerdo al L inicial y final de chirimoya recubierta, determinando que, el porcentaje óptimo de goma de tara con 1.1% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron menores pérdidas de L de 4% en 5 días, 7% en 10 días y 10% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- Según la figura-b), El porcentaje de goma de tara con mejores resultados y con 1.1% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron menores pérdidas de L de 13% en 5 días, 16% en 10 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- En la figura-c) El porcentaje máximo de goma de tara con 1.2% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas tuvieron menor pérdida de L con 11% en 5 días, 15% en 10 días a comparación con los recubrimientos formulados con las

otras concentraciones de goma de tara.

- El porcentaje de goma con mejores resultados fue el de goma de tara con 1.3% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron menores pérdidas de L de 4% en 5 días, 6% en 10 días y 8% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara según como se muestra en la figura-d).
- Según la figura-e), El porcentaje óptimo de goma de tara con 1.4% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas menores de L de 6% en 5 días, 9% en 10 días y 10% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- El porcentaje óptimo de goma de tara con 1.5% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas mínimas de L de 11% en 5 días, 13% en 10 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara, tal como se muestra en la figura-f).

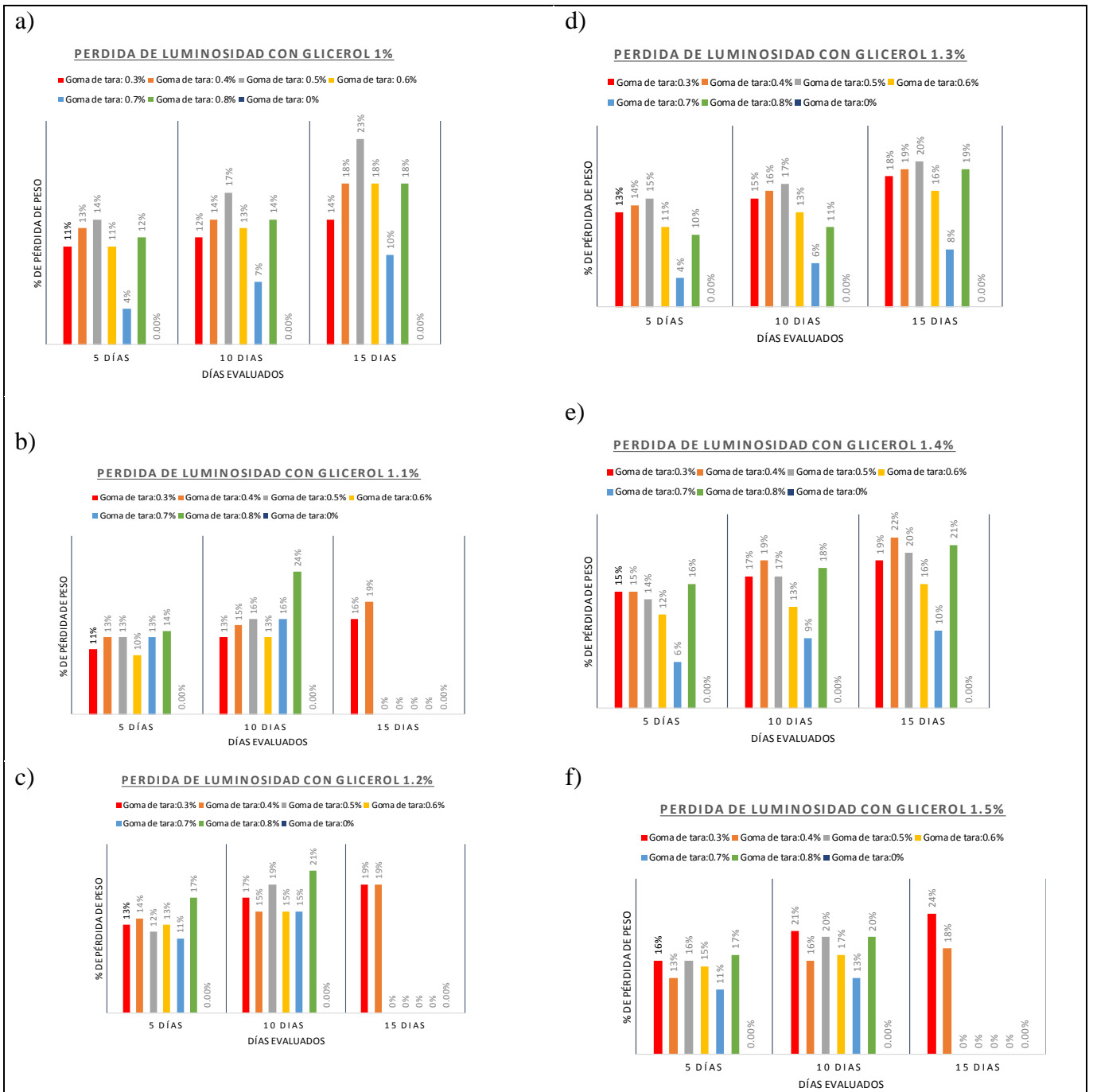
De los recubrimientos evaluados se determina que el porcentaje de goma de tara que permitieron minimizar la Luminosidad en las chirimoyas recubiertas fue de 0.7% en todos los periodos evaluados, difiriendo de Escalante (2015) menciona que la goma de tara tiene un efecto positivo sobre la luminosidad hasta concentraciones cercanas a 0,5 % aproximadamente. Mayores concentraciones a ésta, hicieron disminuir ligeramente la luminosidad, algo similar fue hallado por Pastor (2010), quien encontró que los fresones recubiertos presentaron mayor luminosidad que los no recubiertos, cuanto mayor fue la proporción de hidrocoloide en la formulación.

Se representa para la luminosidad de las chirimoyas con recubrimiento comestibles a base de goma de tara sobre su vida útil, donde observamos que en el tratamiento 5 con goma de tara al 0.7 %, a los 5 días obtuvo un mayor porcentaje de luminosidad (44.57%). El resultado de esta

investigación coincidieron los resultados de los autores antes mencionados por lo tanto podemos deducir que a mayor porcentaje de goma de tara en la formulación evita la oxidación y pérdida de humedad en las chirimoyas recubiertas y por ende mantiene mejor luminosidad.

Figura 25

Luminosidad de la chirimoya



4.2.1.2 Coordinada a*

De acuerdo a la figura 25, se puede apreciar los gráficos correspondientes a la coordenada a* de color analizados de acuerdo a las combinaciones realizadas:

- La figura-a) Representa la pérdida de a* en porcentaje de acuerdo al a* inicial y final de chirimoya recubierta, determinando que, el porcentaje óptimo de goma de tara con 1% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de a* menores de -7% en 5 días, -9% en 10 días y -12% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- Según figura-b), el porcentaje con mejores resultados de goma de tara con 1.1% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron menores pérdidas de a* de -13% en 5 días, -15% en 10 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- Representa la figura-c) El porcentaje óptimo de goma de tara con 1.2% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas tuvieron menor pérdida de a* con -12% en 5 días, -16% en 10 días a comparación con los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- El porcentaje óptimo de goma de tara con 1.3% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas menores de a* de -5% en 5 días, -9% en 10 días y -12% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara según como se representa en la figura-d).
- Según la figura-e), el porcentaje de goma de tara óptimo con 1.4% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de a* menores de -7% en 5 días, -9% en 10 días y -11% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.

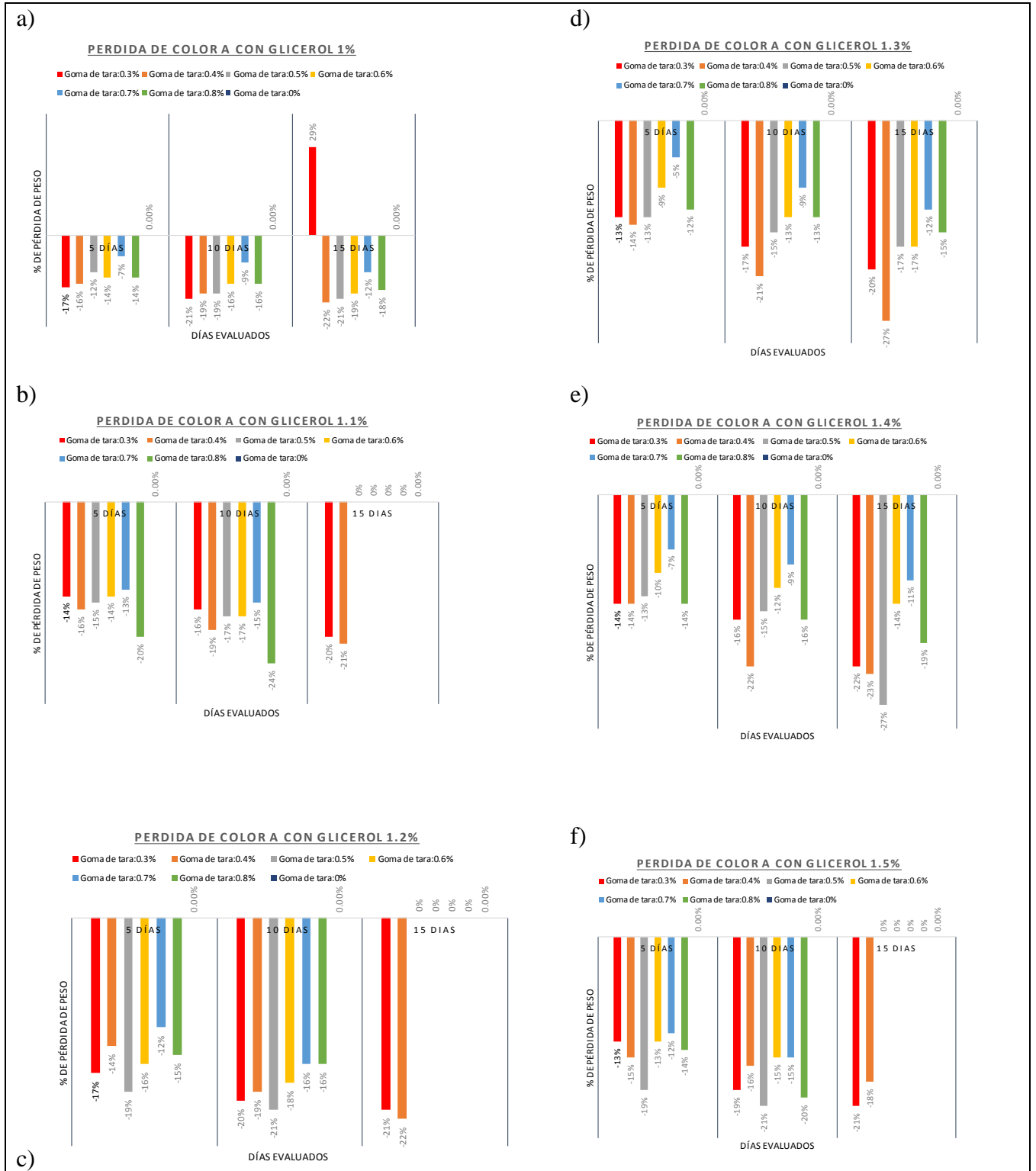
- El porcentaje con mejores resultados de goma de tara con 1.5% de glicerol es 0.7%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de a^* menores de -12% en 5 días, -15% en 10 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara, tal como se muestra en la figura-f).

De los recubrimientos evaluados se determina que el porcentaje de goma de tara que permite mantener el color a^* en las chirimoyas recubiertas fue de 0.7% en todos los periodos evaluados, difiriendo de Karina (2019) la coordenada a^* (+a rojo, - a indica verde) presenta inicialmente valores negativos para convertirse en positivos conforme aumenta la maduración da la fruta, es decir presenta tendencia a disminuir su color verde por la madurez del fruto.

Los cambios de color han sido considerados indicadores prácticos de la maduración, estos cambios pueden deberse a procesos ya sea de degradación o de síntesis o de ambos tipos. En el caso de la chirimoya durante su maduración, existe una gradual perdida del color verde amarillento, dado por la clorofila, presente en su piel. Detal manera que a mayor concentración de goma de tara evita la pérdida de clorofila de la chirimoya, retardando el proceso de coloración de la fruta.

Figura 26

Coordenada a* (+a rojo, -a indica verde) de chirimoyas con recubrimiento comestible abase de goma de tara.



4.2.1.3 Coordinada b^*

En la figura 26, se observan los gráficos analizados de acuerdo a las combinaciones realizadas:

- La figura-a) Representa la pérdida de b^* en porcentaje de acuerdo al b^* inicial y final de chirimoya recubierta, determinando que, el porcentaje óptimo de goma de tara con 1% de glicerol es 0.6%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de b^* menores de 7% en 5 días, 10% en 10 días y 13% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- Según figura-b), Se observa la disminución de a^* en porcentajes según el b^* inicial y el final de chirimoya recubierta, demostrando que el porcentaje óptimo de goma de tara con 1.1% de glicerol es 0.6%, debido a que las chirimoyas presentaron menores pérdidas de b^* de 10% en 5 días, 12% en 10 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- En la figura-c) Se presenta la pérdida de a^* en porcentajes de acuerdo al b^* inicial y al final de chirimoya con recubrimiento, donde el porcentaje con mejores resultados de goma de tara con 1.2% de glicerol es 0.6%, debido a que las chirimoyas tuvieron menor pérdida de b^* con 10% en 5 días, 14% en 10 días a comparación con los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- Se presenta la figura-d), El cual representa el porcentaje de goma que permite mantener el color b^* , de acuerdo al b^* inicial y final de chirimoya recubierta, donde el porcentaje óptimo de goma de tara con 1.3% de glicerol es 0.6%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de b^* menores de 6% en 5 días, 8% en 10 días y 10% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras

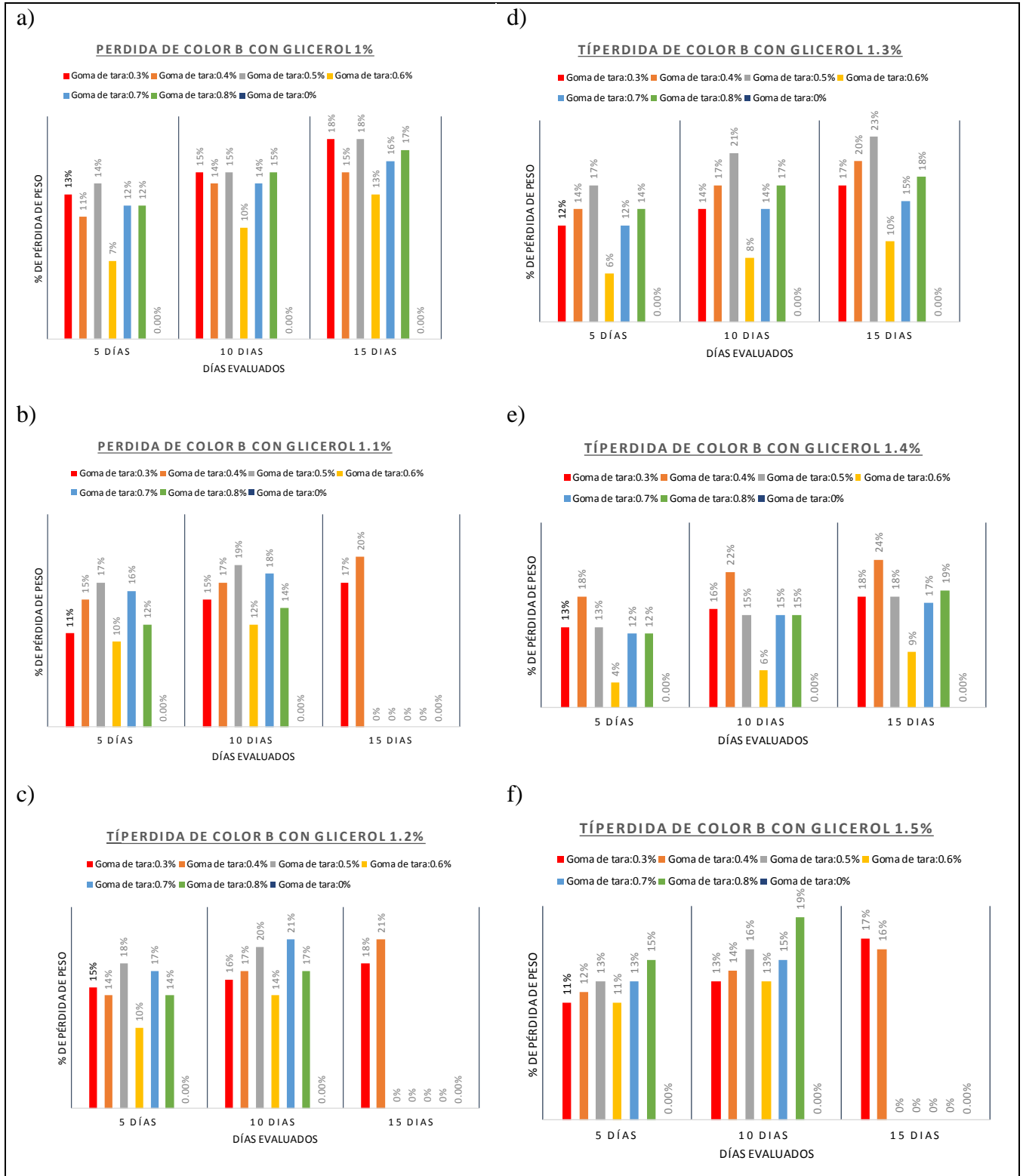
concentraciones de goma de tara según como se muestra en la figura d).

- Para la figura-e), El porcentaje que dio mejores resultados de goma de tara con 1.4% de glicerol es 0.6%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de b^* menores de 4% en 5 días, 6% en 10 días y 9% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- Se evaluó el porcentaje que permite minimizar el color b^* de acuerdo a color b^* inicial y final de chirimoyas recubiertas; el porcentaje óptimo de goma de tara con 1.5% de glicerol es 0.6%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de b^* menores de 11% en 5 días, 13% en 10 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara, tal como se muestra en la figura-f).

De los recubrimientos evaluados se determina que el porcentaje de goma de tara con mínimas pérdidas de peso en las chirimoyas recubiertas fue de 0.6% en todos los periodos evaluados, difiriendo de Según Karina (2019), en la evaluación de color, la coordenada b^* (+b amarillo, -a indica azul) posee valores que decrecen, conforme aumenta la maduración de la fruta, indicando la liberación de los tonos amarillos. La coordenada b^* (+b amarillo, - a indica azul) de las chirimoyas variedad lisa con recubrimiento comestibles a base de goma de tara sobre su vida útil, donde observamos que en el tratamiento 4, a los 5 días presento mayor concentración de color 26.39. En esta investigación la chirimoya variedad lisa con recubrimiento comestible a base de goma de tara sobre su vida útil durante su almacenamiento, la coordenada b^* obtuvo 5.05 a los 15 días durante su almacenamiento, eso quiere decir que la chirimoya presento color amarillo la cual no es apto para la comercialización.

Figura 27

Coordenada b (+b amarillo, - a indica azul) para las chirimoyas con recubrimiento comestible a base de goma de tara.*



4.3 Porcentaje de goma de tara para mantener el pH

Se analizó los recubrimientos formulados con diferentes concentraciones de goma de tara, glicerol y cera de abeja, donde las concentraciones variables fueron las de goma de tara: 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8% y glicerol: 1%, 1.1%, 1.2%, 1.3%, 1.4%, 1.5%, con una concentración constante de cera de abeja del 0.3%, analizando las menores pérdidas de pH en las chirimoyas evaluadas.

De acuerdo a la figura 27, se observa los gráficos de acuerdo al análisis de las combinaciones realizadas:

- La figura-a) se presenta la pérdida de pH en porcentaje de acuerdo al pH inicial y final de chirimoya recubierta, determinando que, el porcentaje óptimo de goma de tara con 1% de glicerol es 0.6%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de pH menores de 8% en 5 días, 10% en 10 días y 13% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- Según figura-b), el porcentaje de goma de tara con mejores resultados y 1.1% de glicerol es 0.6%, debido a que las chirimoyas presentaron menores pérdidas de pH de 13% en 5 días, 15% en 10 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- En la figura-c), presenta el porcentaje de goma de tara con 1.2% de glicerol con resultados óptimos es de 0.6%, debido a que las chirimoyas tuvieron menor pérdida de pH con 14% en 5 días, 16% en 10 días a comparación con los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- El recubrimiento con mejor porcentaje de goma de tara y 1.3% de glicerol es 0.6%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de pH menores de 6% en 5 días, 10% en 10 días y 12% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara según como se muestra en la figura-d).

- Para la figura-e), el porcentaje óptimo de goma de tara con 1.4% de glicerol es 0.6%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de pH menores de 11% en 5 días, 15% en 10 días y 17% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.

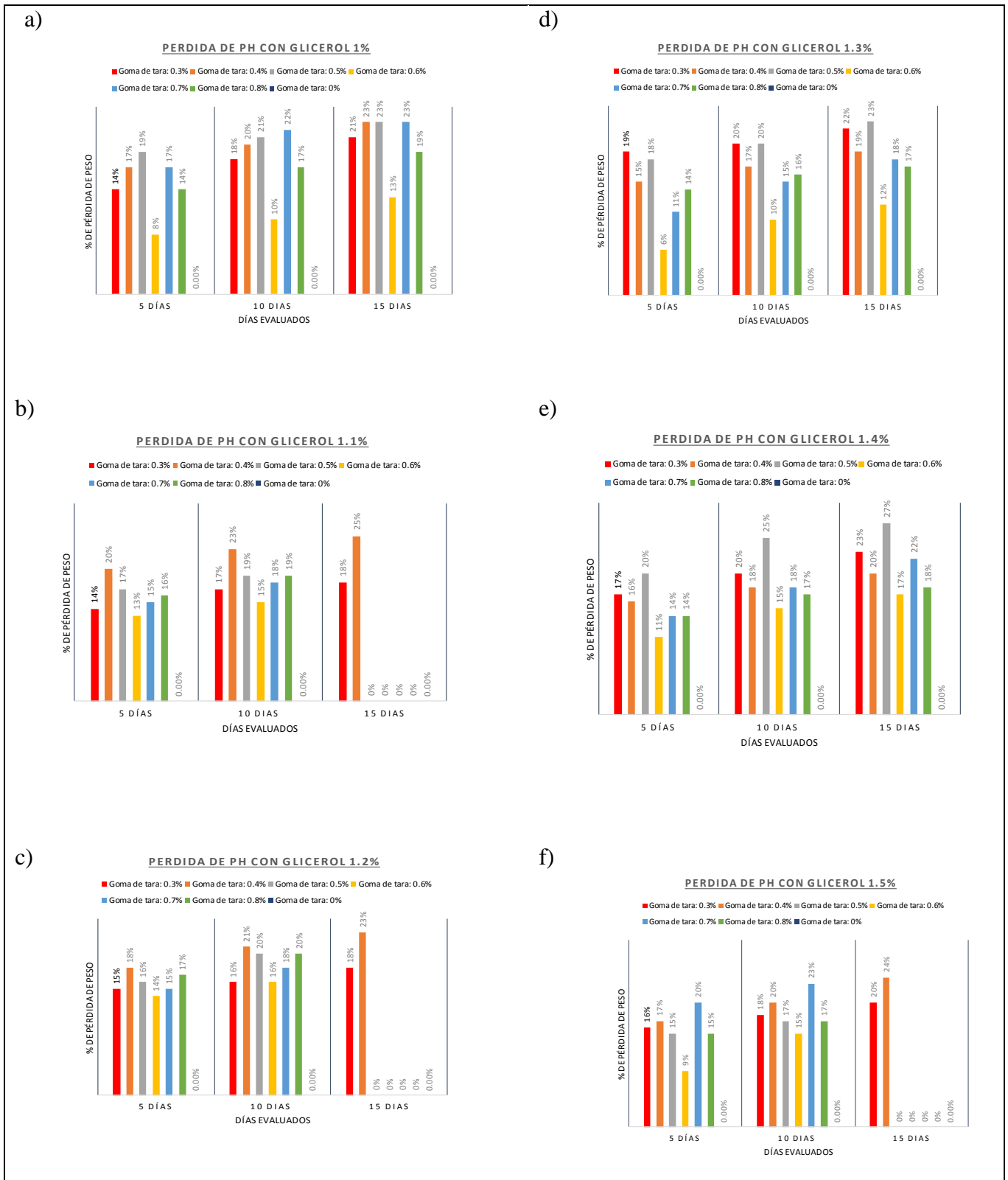
- El recubrimiento con porcentaje óptimo de goma de tara con 1.5% de glicerol es 0.6%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de pH menores de 9% en 5 días, 15% en 10 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara, tal como se muestra en la figura-f).

Para los recubrimientos evaluados se determinó que el porcentaje de goma de tara con mínimas pérdidas de pH en las chirimoyas recubiertas fue de 0.6% en todos los periodos evaluados, ya que la chirimoya recubierta inicio con un pH de 5.49 y a los 10 días de almacenamiento se obtuvo un pH de 5.43, lo cual le permitió conservar sus propiedades fisicoquímicas; difiriendo de Karina (2019). Presentando el mayor valor de pH en el almacenamiento a 10°C, del 3er a 4to día descendió de 5.72 a 5.28, del día 15 al 16 hubo un descenso de 5.43 a 5.23. Cuando las unidades fueron almacenadas a 20°C el 1er día tuvo 5.907 y fue disminuyendo diariamente hasta lograr su valor más bajo el 10mo día con 4.407. A 30°C el menor valor reportado fue 4.433 el 3er día de almacenamiento. Estos valores muestran que la elevación de la temperatura de almacenamiento y el aumento de los días postcosecha, propician la reducción de pH en la fruta.

Según Domene & Segura (2014), la acidez determina la concentración total de ácidos contenidos en un alimento. Los ácidos tienen influencia en el sabor, color, estabilidad microbiana y calidad de conservación de los alimentos. Por lo tanto, se puede indicar que los recubrimientos comestibles a base de goma de tara influyen de manera positiva alargando la vida útil de las chirimoyas durante su almacenamiento. Así mismo los ácidos inciden en el sabor, color, estabilidad microbiana y calidad de conservación de los alimentos.

Figura 28

pH de las chirimoyas con recubrimiento comestible a base de goma de tara



4.4 Porcentaje de goma de tara para mantener grados Brix

Se analizó los recubrimientos formulados con diferentes concentraciones de goma de tara, glicerol y cera de abeja, donde las concentraciones variables fueron las de goma de tara: 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8% y glicerol: 1%, 1.1%, 1.2%, 1.3%, 1.4%, 1.5%, con una concentración constante de cera de abeja del 0.3%, analizando las menores pérdidas de °Brix en las chirimoyas evaluadas.

De acuerdo a la figura 28, se puede apreciar los gráficos analizados de acuerdo a las combinaciones realizadas:

- La figura-a) nos presenta la pérdida de °Brix en porcentaje de acuerdo al °Brix inicial y final de chirimoya recubierta, determinando que, el porcentaje con mejores resultados de goma de tara con 1% de glicerol es 0.3%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de °Brix de -15% en 5 días, -18% en 10 días y -22% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- En la figura-b), presentan el porcentaje óptimo de goma de tara con 1.1% de glicerol es 0.3%, debido a que las chirimoyas presentaron menores pérdidas de °Brix de -13% en 5 días, -16% en 10 días y -18% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- La figura-c) se observa el cambio de °Brix en porcentaje según °Brix inicial y final de las chirimoyas recubiertas, determinando que el porcentaje óptimo de goma de tara con 1.2% de glicerol es 0.3%, debido a que las chirimoyas tuvieron menor pérdida de °Brix con -16% en 5 días, -18% en 10 días y -20% a comparación con los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- El porcentaje que dio mejores resultados de goma de tara con 1.3% de glicerol es 0.3%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de brix menores de -15% en 5 días, -

18% en 10 días y -23% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara según como se muestra en la figura-d).

- La figura-e), presenta el porcentaje óptimo de goma de tara con 1.4% de glicerol es 0.3%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de °Brix menores de -16% en 5 días, -18% en 10 días y -22% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara.
- El porcentaje que dio mejores resultados de goma de tara con 1.5% de glicerol es 0.3%, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de °Brix menores de -18% en 5 días, -20% en 10 días y -22% en 15 días en comparación a los recubrimientos formulados con las otras concentraciones de goma de tara, tal como se muestra en la figura-f).

De los recubrimientos evaluados se determina que el porcentaje de goma de tara con mínimas perdidas de peso en las chirimoyas recubiertas fue de 0.3% en todos los periodos evaluados, difiriendo de (Noreña, 2019), los resultados para la investigación en cuanto a sólidos solubles reportaron en el tratamiento 1 (0,55 % solidos solubles) 16,77 °Brix, en el tratamiento 2 (0,35 % solidos solubles) 13,67, tratamiento 3 (0,15 % solidos solubles) reportó un brix de 13,07 y el testigo (T0) alcanzó los 16,00 °Brix. Se entiende que los sólidos solubles se encuentran relacionados con el índice de madurez de la fruta.

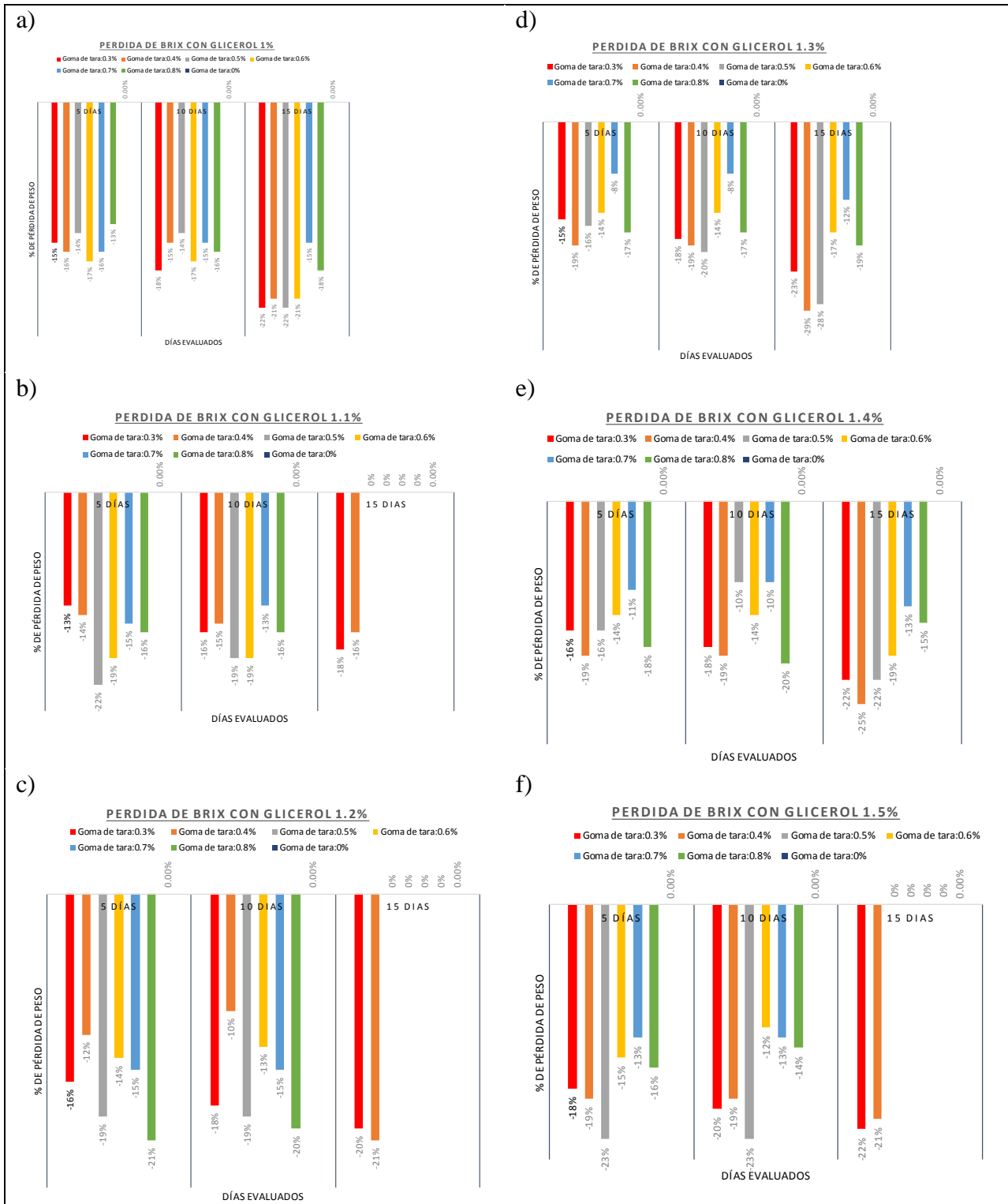
Por cuanto (García, 2006) establece rangos de los grados °Brix del durazno, de entre 15 °Brix a 23 °Brix. Siendo los resultados obtenidos dentro de este rango.

De la misma manera (Asenjo et al., 2019) indica que los grados °Brix aumentan siempre y cuando la tasa de respiración (cantidad de anhídrido carbónico emitido o de oxígeno consumido por kg de fruta y por hora) siga llevándose a cabo en la fruta, esto explica por qué el T1 siguió una tendencia a seguir madurando. En este caso la chirimoya variedad lisa con recubrimiento comestible a base de goma de tara sobre su vida útil presenta una concentración inicial de solidos solubles de 11 °Brix, en el lapso de 10 días su valor ascendió a 26 °Brix,

alcanzando su madurez óptima. El aumento de solidos solubles se dio debido al incremento de la respiración de la fruta, generando favor y mejores condiciones sensoriales.

Figura 29

Grados °Brix en chirimoyas con recubrimiento comestible a base de goma de tara.

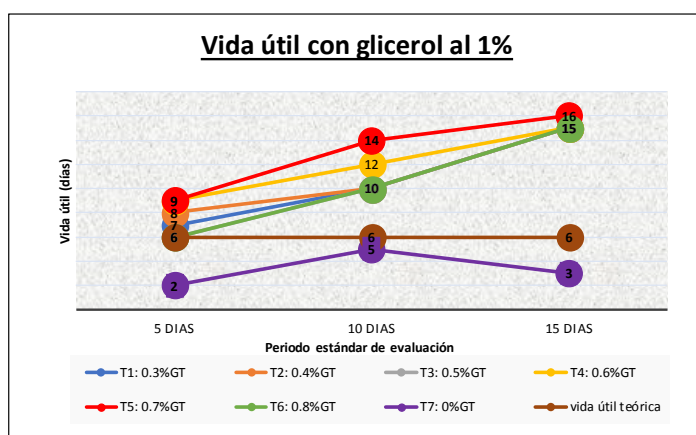


4.5 Análisis de vida útil

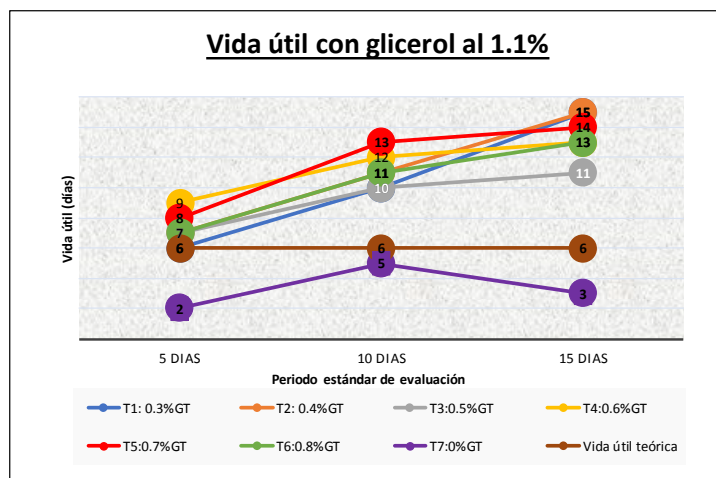
En la figura 29 se muestra la vida útil de la chirimoya recubierta evaluada en base a tres periodos estandarizados de: 5 días, 10 días y 15 días con concentraciones de goma de tara (GT) de: 0%,0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8% y una concentración de glicerol al 1 %, en contraste con una vida útil bibliográfica de 6 días, concluyendo que, las dos formulaciones más significativas con el periodo más largo fueron la de 0.7% de goma de tara con 16 días, seguida de 0.6% de goma de tara con 15 días, ambas al 1% de glicerol.

Figura 30

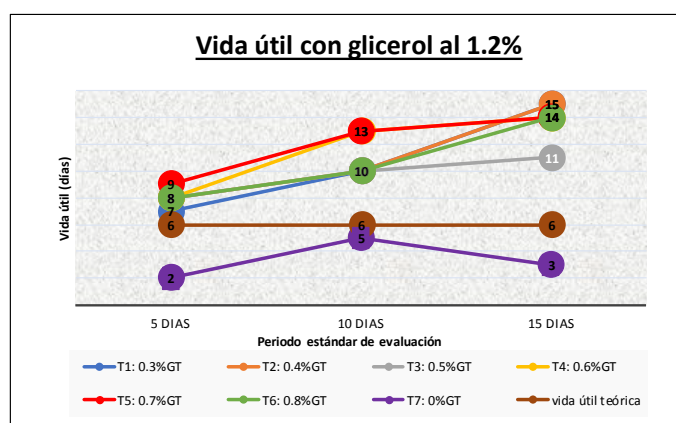
Vida útil con glicerol al 1%



En la figura 30 La vida útil de las chirimoyas recubiertas se evaluó en base a tres periodos estandarizados de: 5 días, 10 días y 15 días con concentraciones de goma de tara (GT) de: 0%,0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8% y una concentración de glicerol al 1.1 %, en contraste con una vida útil bibliográfica de 6 días, concluyendo que, las dos formulaciones más significativas con el periodo más largo fueron la de 0.4% de goma de tara con 15 días, seguida de 0.3% de goma de tara con 15 días, ambas al 1.1% de glicerol.

Figura 31*Vida útil con glicerol al 1.1%*

En la figura 31 La vida útil de la chirimoya con recubrimiento comestible, se evaluó en base a tres periodos estandarizados de: 5 días, 10 días y 15 días con concentraciones de goma de tara (GT) de: 0%,0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8% y una concentración de glicerol al 1.2 %, en contraste con una vida útil bibliográfica de 6 días, concluyendo que, las dos formulaciones más significativas con el periodo más largo fueron la de 0.4% de goma de tara con 15 días, seguida de 0.7% de goma de tara con 14 días, ambas al 1.2% de glicerol.

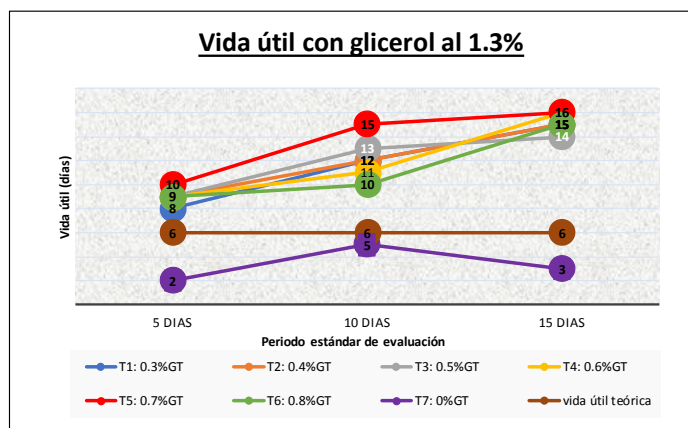
Figura 32*Vida útil con glicerol al 1.2%*

En la figura 32 La vida útil de la chirimoya se evaluó en base a tres periodos estandarizados de: 5 días, 10 días y 15 días con concentraciones de goma de tara (GT) de:

0%,0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8% y una concentración de glicerol al 1.3 %, en contraste con una vida útil bibliográfica de 6 días, concluyendo que, las dos formulaciones más significativas con el periodo más largo fueron la de 0.7% de goma de tara con 16 días, seguida de 0.6% de goma de tara con 16 días, ambas al 1.3% de glicerol.

Figura 33

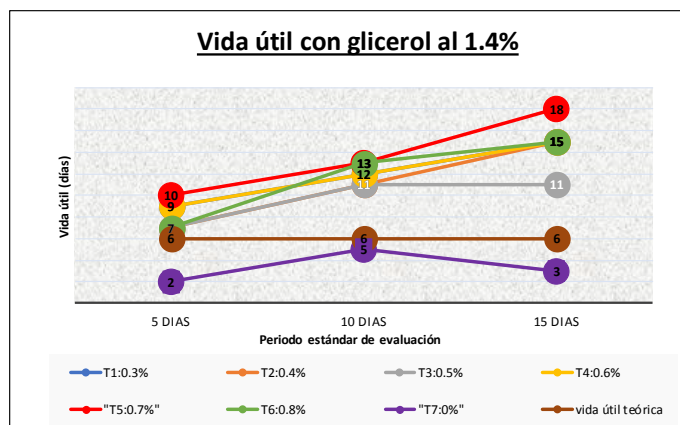
Vida útil con glicerol al 1.3%



En la figura 33 La vida útil de la chirimoya se evaluó en base a tres periodos estandarizados de: 5 días, 10 días y 15 días con concentraciones de goma de tara (GT) de: 0%,0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8% y una concentración de glicerol al 1.4 %, en contraste con una vida útil bibliográfica de 6 días, concluyendo que, las dos formulaciones más significativas con el periodo más largo fueron la de 0.7% de goma de tara con 18 días, seguida de 0.8% de goma de tara con 15 días, ambas al 1.4% de glicerol.

Figura 34

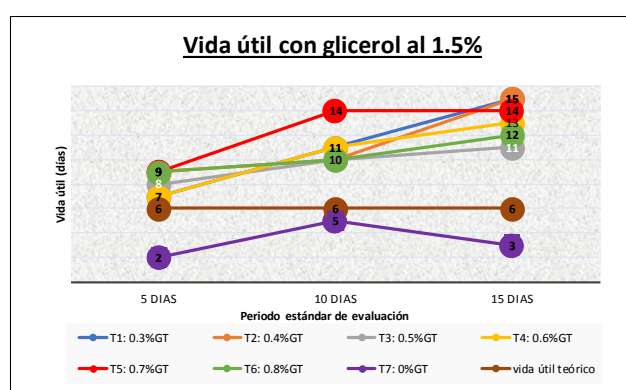
Vida útil con glicerol al 1.4%



En la figura 34 La vida útil de la chirimoya se evaluó en base a tres periodos estandarizados de: 5 días, 10 días y 15 días con concentraciones de goma de tara (GT) de: 0%,0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8% y una concentración de glicerol al 1.5 %, en contraste con una vida útil bibliográfica de 6 días, concluyendo que, las dos formulaciones más significativas con el periodo más largo fueron la de 0.3% de goma de tara con 15 días, seguida de 0.4% de goma de tara con 15 días, ambas al 1.5% de glicerol.

Figura35

Vida útil con glicerol al 1.5%



(Chumbiauca, 2015) Nos dice que el centro tecnológico Ainia ha logrado alargar la vida útil de las manzanas de IV Gama hasta 13 días y las patatas de IV Gama hasta 9 días, cuando están listas para consumir: cortadas, preparadas, lavadas y envasadas, gracias a los

avances tecnológicos que incorporan recubrimientos comestibles con antioxidantes.

(Xavier, 2018) Los datos obtenidos muestran que los frutos expuestos a cuarto frío con aplicación de 1-MCP tuvieron resultados positivos, ya que hubo más frutos que no maduraron a los 3, 6 y 9 días de exposición, lo que equivale a 20 frutos. Además, los frutos expuestos a temperatura ambiente con aplicación tuvieron resultados positivos, ya que hubo más frutos que no maduraron a los 6 días de exposición. Según Rodríguez (2013), si se mantienen a temperaturas de 15 o 20 grados Celsius después de la cosecha, los frutos de chirimoya pueden madurar en 6 días.

(Carrion, 2022) en su investigación nos dice que el mejor tratamiento a temperatura ambiente alcanzó un tiempo de 15 días manteniendo las características óptimas de calidad del rocoto recubierto con 5 días más en comparación al tratamiento testigo y los tratamientos con recubrimiento comercial, perdieron completamente su calidad comercial, por lo cual estos tratamientos fueron desechados al 100%.

En esta investigación se logró alargar la vida útil ya que los recubrimientos comestibles a base de goma de tara, pueden inhibir la actividad enzimática, de las poligalacturonasas, pectatoliasas y celulasas, las cuales, están involucradas en el proceso maduración, la maduración de los frutos se debe a la degradación de carbohidratos poliméricos, especialmente de la pectina y celulosa, debilita las paredes celulares y las fuerzas cohesivas que mantienen a las células unidas a las otras, siendo las causas que provocan el ablandamiento, en las primeras etapas de maduración del fruto su textura y consistencia son óptimas.

4.1 Análisis Microbiológicos:

Los resultados del análisis microbiológico de chirimoyas con recubrimiento comestible a base de goma de tara, se observó que con mejores resultados óptimos fue con 0.7% de goma y 1.4 % de glicerol, hay una sostenibilidad en cuanto a su concentración de goma para el fruto

en los parámetros (peso, pH, Color y °Brix) debido a que este porcentaje de goma y glicerol mantienen sus propiedades fisicoquímicas antes mencionados. En esta investigación el recubrimiento comestible actúa como barrera de gases, las cuales pueden servir para mejorar la seguridad de los alimentos mediante la inhibición o retraso del crecimiento de microorganismos.

4.2 Resultados estadísticos

4.2.1 *Análisis de Varianza para el variable pH*

Tabla 13

Análisis de varianza (ANOVA) para pH

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
A: Concentración de Goma	5	0.3822	0.07644	1.15	0.350
B: Concentración de Glicerol	5	1.0186	0.20373	3.07	0.020
C: Tiempo de almacenamiento	2	1.4105	0.70523	10.64	0.000
AB	25	1.3487	0.05395	0.81	0.702
AC	10	0.5605	0.05605	0.85	0.589
BC	10	2.9267	0.29267	4.42	0.000
Error	38	2.5187	0.06628		
Total	95	11.4562			

Los resultados de la tabla ANOVA para la variable pH de chirimoya muestra una alta significación estadística para los factores concentración de glicerol y tiempo de almacenamiento, puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que estos factores producen efectos en el pH de las muestras y existen diferencias estadísticas para los tratamientos de ambos factores. Así mismo la interacción de los factores concentración de glicerol por tiempo de almacenamiento influyen ya que el valor de $p < 0.05$ es decir producen efectos al actuar conjuntamente y se afirma que las variables están asociadas o correlacionadas. Según Cabello

(2009), en la industria alimentaria la goma de tara es preferida por ser un excelente formador de textura sobre los alimentos, estructuralmente similar o equivalente a la pectina. Este hidrocoloide brinda sinergia en su aplicación junto a carragenatos, agary gomas, obteniendo geles termorreversibles sin sinéresis.

Utilizando goma de tara (*caesalpinia spinosa*) con geles se consigue estabilizar las emulsiones, la goma de tara mantiene su funcionalidad a valores de pH bajos Cubero (2002). Respecto a la variable concentración de goma de tara este si resulta tener un efecto estadísticamente significativo al presentar un ($p > 0.020$), menor al valor de confiabilidad de 5%, esto debido a que la incorporación de hidrocoloides mejora las propiedades de recubrimiento con mayor eficacia en cuanto a la permeabilidad de gases a través de la superficie de la chirimoya. En esta investigación la goma de tara produce cambios mínimos de pH, absorbidos por la capacidad tampón de los tejidos.

Tabla 14

Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol para la variable pH, confianza de 95%.

Concentración de Glicerol	N	Media	Agrupación	
1.5	14	5.65427	A	
1.4	18	5.47367	A	B
1.2	14	5.37802	A	B
1.3	18	5.36700	A	B
1.1	14	5.36385	A	B
1.0	18	5.26122	B	

Los resultados obtenidos con la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios del factor concentración de glicerol en el pH de la chirimoya, para determinar el mejor tratamiento, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A esta conformado por los tratamiento con (1.5, 1.4, 1.2, 1.3 y 1.1 % de glicerol) y el grupo B está conformado por los tratamientos con (1.4, 1.2, 1.3 y 1.1 y 1.0 %) como se observa el tratamiento con 0.7, 0.5, 0.6 y 0.4 % de goma comparten ambos grupos, esto quiere decir que no existe diferencias significativas entre estos tratamientos. Las diferencias estadísticas se observan en los tratamientos con 0.8 y 0.3 % de goma no comparten grupo, por tanto, presenta diferencias significativas. Siendo el tratamiento con 0.8 % de goma el que proporciona mayor valor de pH (5.65) a la chirimoya almacenada, mientras que el tratamiento con 0.3 % de goma presenta menor valor de pH en las muestras (5.26).

Garcia & Vicente, (2008) indica que “los sólidos solubles aumentan en forma gradual durante la maduración de la fruta debidos fundamentalmente a la acumulación de azúcares”, sin embargo este proceso ocurre en el caso de las frutas climatéricas, que son aquellas capaces de seguir madurando incluso después de haber sido recolectado; a diferencia de las frutas no climatéricas que por el contrario, muestran una progresiva reducción de azúcares durante la senescencia debido a la invasión microbiana y fungosa que conducirá a la descomposición del producto, como ocurre con la fresa en este experimento; tal como lo indica Pedraza (2006).

Según Hernández (2013) indica que la acidez disminuye con la madurez de los frutos, mientras que el contenido en azúcares se incrementa. La baja de la acidez es causada por la actividad metabólica que sufren los frutos en etapa de maduración debido a la intensa actividad enzimática.

Tabla 15

Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de almacenamiento, confianza de 95%

Tiempo de almacenamiento	N	Media	Agrupación
15	24	5.61840	A
10	36	5.41217	A
5	36	5.21844	B

La tabla 15. Se muestra los resultados la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios del factor tiempo de almacenamiento en el valor de pH de chirimoya para determinar su vida útil, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A esta conformado por los tratamientos con (10 y 15 días) y el grupo B está conformado por el tratamiento de 5 días. Como se observa los tratamientos de 15 y 10 días comparten el mismo grupo, esto quiere decir que no existe diferencias significativas entre estos tratamientos. Siendo el tratamiento con 15 días de almacenamiento el que tiene mayor media 5.61840, mientras que el tratamiento de 5 días es estadísticamente diferente de los otros tratamientos con una media de 5.21844.

Según Pablo (2020) en su investigación establece que el rango de solidos solubles para lafruta control fue de 17,0 a 18,1 % en comparación con la menor concentración de solidos solubles de la fruta tratada, que varió entre 16,1 y 16,5%. Esta diferencia coincidió con atraso y des uniformidad en la maduración. En efecto, la fruta tratada se encontraba apta para el consumo después de tres días a 20°C, en cambio de los frutos que habían sido encerados, estaba solo un 20% en dicha condición. Esta fruta después de 10 días a 20°C estaba blanda al tacto, pero en el interior, firmes, con indicios de inmadurez. Esto se comprobó al detectar presencia de almidón al realizar la prueba de tinción de solidos solubles en la fruta con cera al compararse con la fruta control sin tratamiento. Así mismo los datos arrojados en la investigación acerca

de los recubriendo a base de goma de tara nos indica y permite mantener el pH en valor adecuados en comparación a otras gomaz.

4.2.2 Análisis de varianza para la variable peso

Tabla 16

Análisis de varianza (ANOVA) para la variable peso

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
A: Concentración de Goma	5	0.07887	0.01577	1.12	0.366
B: Concentración de Glicerol	5	1.31249	0.26250	18.66	0.000
C: Tiempo de almacenamiento	2	0.04219	0.02109	1.50	0.236
AB	25	0.25641	0.01026	0.73	0.795
AC	10	0.18021	0.01802	1.28	0.276
BC	10	0.15806	0.01581	1.12	0.371
Error	38	0.53466	0.01407		
Total	95	2.89293			

Los resultados de la (tabla 16) ANOVA para la variable peso de chirimoya muestra una alta significación estadística para el factor concentración de glicerol, puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que este factor produce efectos en el peso de la chirimoya y existente diferencias estadísticas entre los niveles, la interacción de estos factores no influyen ya que el valor de $p > 0.05$, la combinación de estos factores no producen efectos al actuar conjuntamente y se afirma que las variables no están asociadas o correlacionadas. Según Muy & col (2011) consideran que diversos autores coinciden que los síntomas de pérdida de agua en frutas y hortalizas llegan a ser evidentes cuando pierden entre 5 y 10% de su peso debido a la transpiración y a las características estructurales de los tejidos vivos. La pérdida de agua es una de las causas más relevantes para el deterioro durante el almacenamiento que se conoce como transpiración. Así mismo podemos considerar que los recubrimientos a base de goma de tara sobre la superficie

de los frutos actúan como barreras en la difusión del vapor de agua, lo que se traduce en menores tasas de pérdida de humedad. Respecto al variable peso este si resulta tener un efecto estadísticamente significativo al presentar un $p > 0.000$ menor al valor de confiabilidad 5%, esto debido a que la goma de tara se compone principalmente de hidrocoloides, los cuales forman unabarrera contra el vapor de agua, lo que genera una reducida pérdida de agua.

Tabla 17

Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol,confianza de 95%

Concentración de Glicerol (%)	N	Media	Agrupación	
1.3	18	1.16167	A	
1.2	14	1.11630	A	B
1.1	14	1.06796	A	B
1.0	18	1.03778	B	
1.5	14	0.86546	C	
1.4	18	0.83278	C	

En la (Tabla 17) se muestra los resultados de la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias entre los tratamientos, y determinar los porcentajes de glicerol con mejores resultados con respecto al peso de chirimoya en su vida útil. Para ello se agrupo en tres grupos A, B y C, de los cuales las concentraciones de glicerol 1.2 y 1.1 % comparten dos grupos A y B, al igual que los tratamientos con 1.4 y 1.5 % de glicerol comparten el grupo C, esto indica que entre estos tratamientos no existe diferencias significativas, mientras que los tratamientos con 1.3 y 1.0 % de glicerol pertenecen a un solo grupo (B y A), esto significa que son estadísticamente diferentes. Observándose mayor pérdida de peso (1.16 %) estadísticamente para los tratamientos con 1.3 % de glicerol, mientras que la menor perdida de peso se observa para los tratamientos con 1.4 y 1.5 % de glicerol con una media de 0.84 % de

perdida de peso. Según Tejada (2020), menciona que las frutas y hortalizas son tejidos vivos, la pérdida de peso en ellas es constante, a pesar que la piel de la fruta es relativamente impermeable, puede perder agua a través de la cicatriz que deja el tallo. La mayoría de productos frescos no pueden vendérselo luego de perder entre 3 a 10% de su peso. En frutas y hortalizas luego de la cosecha y a causa de la respiración existen pérdidas de sustrato dando inicio al proceso de deterioro del producto, por lo que la tasa de respiración es usada para determinar el tiempo de vida útil. Montes (2001) mencionado por Sánchez (2012). Según la investigación los recubrimientos a base de goma de tara permiten prolongar la vida útil de las chirimoyas reduciendo la tasa de respiración, conservando sus características nutricionales, resguardando su peso y firmeza.

4.2.3 Análisis de varianza para la variable L*

Tabla 18

*Análisis de varianza (ANOVA) para la variable L**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
A: Concentración de Goma	5	238.73	47.75	2.98	0.023
B: Concentración de Glicerol	5	112.95	22.59	1.41	0.243
C: Tiempo de almacenamiento	2	2489.04	1244.52	77.58	0.000
AB	25	370.40	14.82	0.92	0.576
AC	10	43.49	4.35	0.27	0.984
BC	10	438.66	43.87	2.73	0.012
Error	38	609.61	16.04		
Total	95	5736.75			

Los resultados de la (tabla 18) ANOVA para la variable L* luminosidad (L* = 0 negro y L* = 100 blanco) muestra una alta significación estadística para los factores en estudio concentración de goma y tiempo de almacenamiento puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que

estos factores influyen en el parámetro L^* luminosidad ($L^* = 0$ negro y $L^* = 100$ blanco) de chirimoya. Asimismo, la interacción de los factores (concentración de glicerol por tiempo de almacenamiento, influye ya que el valor de $p < 0.05$ lo cual significa que estos factores en conjunto producen efectos en las muestras y se afirma que las variables están asociadas o correlacionadas.

Según Malquichagua (2022), los resultados se puede decir que a temperatura ambiente aplicando cualquier tratamiento con recubrimiento o testigo (sin recubrimiento) alcanza una tonalidad máxima que corresponde a un color naranja o rojos profundos y a menor tonalidad se le atribuye colores amarillo, verde, entonces la aplicación del figura 21 Índice de color a lo largo del almacenamiento 48 recubrimiento con un contenido óptimo de goma de tara, cera de abeja y glicerol o recubrimiento comercial aporta a la obtención de tonalidad verde amarillo, retardando el cambio de su tonalidad, durante el almacenamiento de rocoto.

Con respecto al variable este si resulta tener un efecto estadísticamente significativo al presentar un $p > 0.023$ menor al valor de confiabilidad 5%. De los resultados se puede decir que los recubrimientos mantienen estable el color de los frutos almacenados a temperatura ambiente a lo largo de 10 días de almacenamiento, también se puede decir que retarda el cambio de tonalidad. La disminución de los valores de luminosidad de las frutas es un indicador del oscurecimiento que sufren durante su almacenamiento. Una disminución del croma indica un cambio a colores menor vivos o intensos, asociados a los procesos de senescencia de las frutas. Asimismo, una disminución del tono puede indicar una evolución de color que, en frutos rojo-violáceos varia, desde colores rojos a violetas.

Tabla 19

Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol, confianza de 95%

Concentración Glicerol	N	Media	Agrupación	
0.3	18	40.4989	A	
0.4	18	38.9689	A	B
0.7	15	37.9156	A	B
0.8	15	36.6700	A	B
0.6	15	36.2225	A	B
0.5	15	35.1147	B	

Los resultados obtenidos con la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios del factor concentración de goma en la vida útil de la chirimoya, para determinar el mejor tratamiento, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde los tratamientos con 0.4, 0.7, 0.8 y 0.6 % de goma comparten los dos grupos, esto quiere decir que no existe diferencias significativas entre estos tratamientos. Las diferencias estadísticas se observan en los tratamientos con 0.3 y 0.5 % de goma ya que no comparten grupo, por tanto, presenta diferencias significativas. Siendo el tratamiento con 0.3 % de goma el que presenta mayor valor de L^* (40.50), mientras que el tratamiento con 0.5 % de goma presenta menor valor de L^* en las muestras (35.11). La disminución del valor de L^* registrado por los tratamientos con cobertura estuvieron en el rango de 10 al 14 % y en el tratamiento sin cobertura de 16 %. La razón de la menor disminución en los valores de L^* encontrados en los tratamientos con cobertura podría deberse al recubrimiento el cual puede impartir un brillo adicional en la superficie del producto, contribuyendo a aumentar el valor del parámetro L^* Baldwin & Hagenmaier (2011) citados por Alvez et al. (2016). Por lo tanto, se puede deducir que las

chirimoyas con recubrimiento comestibles mostraron mayor luminosidad que las no recubiertas, eso indica que, a mayor proporción de hidrocoloides en la preparación, esta reduce la humedad superficial de la fruta, previene la oxidación y evita la formación de un color oscuro.

Tabla 20

Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de almacenamiento, confianza de 95%

Tiempo de almacenamiento	N	Media	Agrupación
5	36	45.8661	A
10	36	38.0478	B
15	24	28.7814	C

En la (Tabla 20) se muestra los resultados de la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias entre los tratamientos, y determinar los días de almacenamiento con mejores resultados con respecto al parámetro L* de chirimoya. Paralelo se agrupo en tres grupos A, B y C, se observa que los días evaluados son estadísticamente diferentes ya que pertenecen a grupos diferentes, siendo el día 5 el que mayor luminosidad demostró con una media 45.87, por tanto, es superior estadísticamente a los demás tratamientos, evidenciando menor valor de L* para las muestras evaluadas a los 15 días de su almacenamiento.

La disminución del valor de L* durante el almacenamiento, evidencia el oscurecimiento de la piel del fruto, debido a la oxidación y pérdida de humedad que sufren las fresas Tanada & Grosso (2005); citados por Restrepo & Aristizábal (2010). Así se puede inducir que los cambios de luminosidad en las chirimoyas lograron ser evitados gracias a la concentración de goma de tara en el recubrimiento, lo cual redujo la tasa de respiración, manteniendo su luminosidad.

4.2.4 Análisis de varianza para la variable a*

Tabla 21

*Análisis de varianza (ANOVA) para la variable a**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
A: Concentración de Goma	5	23.57	4.713	2.20	0.075
B: Concentración de Glicerol	5	18.28	3.655	1.71	0.157
C: Tiempo de almacenamiento	2	495.75	247.877	115.65	0.000
AB	25	71.81	2.873	1.34	0.203
AC	10	14.59	1.459	0.68	0.735
BC	10	85.52	8.552	3.99	0.001
Error	38	81.45	2.143		
Total	95	1029.70			

Los resultados de la (tabla 21) ANOVA para la variable a* (+ a indica rojo, - a indica verde), muestra una alta significación estadística para el factor en estudio tiempo de almacenamiento puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que este factor influye en el parámetro a* de chirimoya. Por otro lado, la interacción de los factores (concentración de goma y tiempo de almacenamiento) influye ya que el valor de $p < 0.05$ lo cual significa que estos factores en conjunto producen efectos en las muestras y se afirma que las variables están asociadas o correlacionadas.

Por su parte Gonzales et al (2013), Con respecto a la coordenada a* se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$), obteniendo un descenso en los valores comparados desde el día 1 hasta el día 10 de almacenamiento, los frutos recubiertos no presentaron diferencia significativa entre ellos después del día 5 de almacenamiento, conformando un grupo homogéneo. Por lo tanto, la variable resulta tener un efecto estadísticamente significativo

al presentar un $p > 0.000$ menor al valor de confiabilidad 5%, esto debido a que los cambios de color presentados en los frutos se dan principalmente por la degradación de la clorofila y la síntesis de pigmentos como carotenoides y antocianinas.

Tabla 22

Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de almacenamiento, confianza de 95%

Tiempo de almacenamiento	N	Media	Agrupación
15	24	5.19819	A
10	36	1.28250	B
5	36	-2.32389	C

En la (Tabla 22) se muestra los resultados de la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias entre los tratamientos, y determinar los días de almacenamiento con mejores resultados con respecto al parámetro a^* de chirimoya. Paralelo se agrupo en tres grupos A, B y C, de los cuales los tres niveles de tiempo de almacenamiento forman grupos diferentes y no comparten grupo entre sí, esto indica que son estadísticamente diferentes. Siendo superior el día 15 con una media para a^* de 5.19 y presentando menor media (-2.32) las muestras evaluadas a los 5 días de su almacenamiento.

Según González et al (2022). Los recubrimientos ayudan a retardar el cambio de color por medio de la disminución del intercambio de gases debido a que actúan como una barrera física entre la matriz alimentaria y el medio ambiente circundante con lo cual disminuye la respiración y la transpiración del fruto; además, la presencia de un reconocido agente fungicida controla el posible crecimiento de hongos. En resumen, las fresas recubiertas mostraron un color rojo más intenso y menores cambios en las diferencias de color con respecto al fruta control. Al iniciar el almacenamiento (día 0) se aprecian diferentes valores para C^* de la siguiente manera: las fresas control presenta un valor de 38,05 y en las fresas recubiertas se

observa un incremento significativo. Podemos mencionar que los recubrimientos a base de goma de tara dan lugar a una atmosfera modificada entre la película y la superficie de la chirimoya con la finalidad de evitar algún tipo de adulteración en el color durante el periodo de almacenamiento.

4.2.5 Análisis de varianza para la variable b^*

Tabla 23

*Análisis de varianza (ANOVA) para la variable b^**

	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
A: Concentración de Goma	5	96.30	19.26	0.83	0.535
B: Concentración de Glicerol	5	382.17	76.43	3.30	0.014
C: Tiempo de almacenamiento	2	1618.83	809.42	34.96	0.000
AB	25	310.30	12.41	0.54	0.948
AC	10	129.66	12.97	0.56	0.835
BC	10	435.96	43.60	1.88	0.079
Error	38	879.70	23.15		
Total	95	4626.93			

Los resultados de la (tabla 23) ANOVA para la variable b^* (+ b indica amarillo, - b indica azul), muestra una alta significación estadística para los factores en estudio concentración de glicerol y tiempo de almacenamiento, puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que estos factores producen efectos en b^* de las muestras y existen diferencias estadísticas para los tratamientos de ambos factores. Así mismo las interacciones de los factores no influyen en el valor de b^* puesto que $p > 0.05$ es decir no producen efectos al actuar conjuntamente y se afirma que las variables no están asociadas o correlacionadas.

Según Patarroyo & Cárdenas (2014), el efecto de recubrimientos comestibles a base goma gellan, gelatina y caseína sobre la cinética de deterioro de la mora de castillarubus glaucus benth. se evidencia que en los frutos de los tres tratamientos (BLANCO, RC-CM Y RC-CC) una disminución de los valores de *b (cambio de amarillo a azul) del día 1 al 7 aproximadamente, a partir del día 7 hasta el día 13 se mantuvieron prácticamente estables, esta disminución representó un oscurecimiento en las tres muestras.

Por su parte Leiva (2015) en su investigación menciona que el color es el cambio más obvio que se presenta en muchos frutos y es a menudo, el principal criterio utilizado por los consumidores para determinar si un fruto está maduro o no. Lo antes mencionado se complementa con la información de la investigación de Wills (2016), donde indica que los cambios de color durante la maduración de la mayoría de los frutos, son producto principalmente de la degradación de la clorofila y la síntesis de pigmentos tales como carotenoides y antocianinas. Por lo tanto, se puede apreciar que los recubrimientos retardan el deterioro de las frutas, disminuyendo la velocidad de cambios de color en las chirimoyas de verde a amarillo.

Tabla 24

Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol, confianza de 95%

Concentración de glicerol (%)	N	Media	Agrupación	
1.4	18	20.8050	A	
1.3	18	20.7144	A	
1.2	14	18.8531	A	B
1.5	14	16.9139	A	B
1.1	14	16.4081	A	B
1.0	18	15.6372	B	

En la (tabla 24). Los resultados obtenidos con la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios del factor concentración de glicerol en la vida útil de la chirimoya en función del parámetro b^* , para determinar el mejor tratamiento, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde los tratamientos con 1.2, 1.5 y 1.1 % de glicerol comparten los dos grupos, esto quiere decir que no existe diferencias significativas entre estos tratamientos, de igual manera se observa que entre los tratamientos con 1.4 y 1.3 % de glicerol no hay diferencias estadísticas. El tratamiento con 1.0 % de glicerol es estadísticamente diferente a los demás. Siendo el tratamiento con 1.4 % de glicerol el que presenta mayor valor de b^* (20.81), mientras que el tratamiento con 1.0 % de glicerol presenta menor valor de b^* en las muestras (15.64).

Según Velasco & Col (2012) utilizaron un recubrimiento de cera comestible en frutos de mango, con el cual obtuvieron una reducción en los cambios en la diferencia total de color con respecto a los frutos sin recubrimiento, lo cual atribuyen principalmente a la reducción del metabolismo por acción de la formación de una atmósfera modificada. Del mismo modo Velickova et al (2013) aplicaron un recubrimiento a base de quitosano y cera de abeja en fresas, encontrando que los cambios de color más notables durante el almacenamiento ocurrieron en las muestras Control, debido a la ausencia del recubrimiento que actuaba como barrera protectora; por lo que a falta de éste, se aceleró la senescencia del fruto, aumentó la respiración y dio lugar a algunos procesos enzimáticos que causaron el oscurecimiento de los frutos Control (no recubiertos). En el estudio se demostró que los cambios de color de las frutas variaron con el tiempo de almacenamiento mas no con la aplicación del recubrimiento.

Tabla 25

Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de tiempo de almacenamiento, confianza de 95%

Tiempo de almacenamiento	N	Media	Agrupación
5	36	24.9197	A
10	36	18.5494	B
15	24	11.1967	C

En la (Tabla 25) se muestra los resultados de la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias entre los tratamientos, y determinar los días de almacenamiento con mejores resultados con respecto al parámetro b^* de chirimoya. Para ello se agrupó en tres grupos A, B y C, de los cuales los tres niveles de tiempo de almacenamiento forman grupos diferentes y no comparten grupo entre sí, esto indica que son estadísticamente diferentes. Siendo superior el día 5 con una media para b^* de 24.92 y presentando menor media (11.12) las muestras evaluadas a los 15 días de su almacenamiento.

Según Figueroa et al (2011) indica que el color es el cambio más obvio que se presenta en muchos frutos y es, a menudo, el principal criterio utilizado por los consumidores para determinar si un fruto está maduro o no. Los cambios de color durante la maduración de la mayoría de los frutos, son producto, principalmente, de la degradación de la clorofila y la síntesis de pigmentos tales como carotenoides y antocianinas.

Por su parte Cáceres et al, (2003) empleando recubrimientos a base de cera de carnauba y éster de sacarosa, y Hoa & Ducamp (2002) utilizando metilcelulosa y zein hidroxipropil (una proteína de la planta del maíz) observaron una reducción en el desarrollo del color (verde a amarillo) para frutos de mango recubiertos, en relación con aquellos frutos sin recubrimientos.

Se puede indicar que el color está relacionado con la tasa de respiración, estogenera desordenes fisiológicos que son reflejados en el cambio de color y perdida debrillo.

4.2.6 Análisis de varianza para la variable grados brix

Tabla 26

Análisis de varianza (ANOVA) para la variable grados brix

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
A: Concentración de Goma	5	16.49	3.299	0.25	0.936
B: Concentración de Glicerol	5	208.51	41.703	3.19	0.017
C: Tiempo de almacenamiento	2	51.38	25.689	1.97	0.154
AB	25	258.08	10.323	0.79	0.729
AC	10	56.61	5.661	0.43	0.921
BC	10	238.14	23.814	1.82	0.090
Error	38	496.36	13.062		
Total	95	1344.54			

Los resultados de la (tabla 26) ANOVA para la variable °brix muestra una alta significación estadística para el factor en estudio concentración de glicerol, puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que este factor produce efectos en los grados °brix de las muestras y existen diferencias estadísticas entre los tratamientos. Así mismo las interacciones de los factores no influyen en el valor de grados °brix puesto que $p > 0.05$ es decir no producen efectos al actuar conjuntamente y se afirma que las variables no están asociadas o correlacionadas.

Según Karina (2019). Las chirimoyas a 10 °C inicio su vida postcosecha con 9.50°Brix que fue incrementando hasta el día 15 que obtuvo un pico de 22.57°Brix, al día 16 decreció hasta 21.20°Brix como inicio de su senescencia. En 20°C las unidades el 1er día tuvieron 10.6 °Brix valor que incremento diariamente hasta lograr un pico de 21°Brix; nuevamente el 8vo día presento un pico de 26.87°Brix, el cual disminuyo el 9no día con 21.33°Brix. Las unidades

sometidas a 30°C, del 1er al 2do día de almacenamiento incrementaron de 11.2 a 18.90 °Brix, el 4to día obtuvieron 25.87 °Brix valor que representa la llegada de la madurez de la fruta.

Por su parte Cruz & Sarango (2015), en su investigación muestra que respecto al valor inicial de °Brix, los valores obtenidos después de 16 días de almacenamiento aumentaron demostrando que el contenido de azúcares fue en aumento durante el almacenamiento. El mango control (sin recubrimiento) tanto verde como semi-verde demostraron un mayor incremento de 56 °Brix. El mango verde sin recubrimiento aumento el contenido de sólidos totales en 41.84%, en cambio el mango semi-verde bajo las mismas condiciones aumento 38.9%. En el mango verde con recubrimiento con mucilago y propóleos con distintas concentraciones el aumento fue similar después de los 16 de almacenamiento, lográndose un aumento de 21.6%. Con el mango semi-verde se logró un aumento de 25%. Por lo tanto, podemos aportar en base a la investigación que al aplicar recubrimientos comestibles se modifica el intercambio de gases en el interior de los frutos, manteniendo sus características adecuadas, durante la evolución progresiva de los SST en el almacenamiento.

Tabla 27

Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol, confianza de 95%

Concentración de glicerol	N	Media	Agrupación	
1.4	18	23.5000	A	
1.0	18	22.5000	A	B
1.1	14	20.7028	A	B
1.5	14	20.0444	A	B
1.3	18	19.7833	B	
1.2	14	18.7944	B	

Los resultados obtenidos con la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios del factor concentración de glicerol en la vida útil de la chirimoya, para determinar el mejor tratamiento, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde los tratamientos con 1.0, 1.1 y 1.5 % de glicerol comparten los dos grupos, esto quiere decir que no existe diferencias significativas entre estos tratamientos. Las diferencias estadísticas se observan en los tratamientos con 1.4, 1.3 y 1.2 % de glicerol no comparten grupo, por tanto, presenta diferencias significativas. Siendo el tratamiento con 1.4 % de glicerol el que presenta más alto valor de grados brix (23.50), mientras que el tratamiento con 1.2 % presenta menor valor de grados brix en las muestras (18.79).

Los tomates recubiertos mostraron una reducción en S.S. respecto a los testigos, tendencia relacionada con el retardo del proceso de maduración en las muestras con recubrimiento, comportamiento observado anteriormente por Castricini, (2009) & Chiumarelli (2014).

Mientras que los valores de pH y acidez titulable no fueron afectados por el recubrimiento, resultados similares se presentaron en estudios previos realizado por Bósquez (2003) & Mulkay et al (2004), quienes señalan que factores como acidez titulable y pH, no son afectados por la mayoría de los recubrimientos comestibles que se han investigado. Las películas a base de gomas, retardan el aumento de SST en las chirimoyas, en la investigación los sólidos solubles están dentro de los parámetros establecidos, eso debido a que los polisacáridos presentes en la formulación generan una barrera muy eficiente contra el oxígeno, dando estabilidad a los sólidos solubles.

4.2.7 Análisis de Varianza para vida útil

Tabla 28

Análisis de varianza (ANOVA) para la variable vida útil

	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
A: Concentración de Goma	5	68.74	13.748	15.66	0.000
B: Concentración de Glicerol	5	27.41	5.481	6.24	0.000
C: Tiempo de almacenamiento	2	710.57	355.287	404.59	0.000
AB	25	18.26	0.730	0.83	0.686
AC	10	29.43	2.943	3.35	0.002
BC	10	13.43	1.343	1.53	0.157
Error	50	43.91	0.878		
Total	107	911.74			

Los resultados de la tabla ANOVA para la variable vida útil muestra una alta significación estadística para los factores en estudio concentración de goma, concentración de glicerol y tiempo de almacenamiento, puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que estos factores producen efectos en la vida útil de las muestras y existen diferencias estadísticas para los tratamientos. Así mismo la interacción de los factores concentración de goma y tiempo de almacenamiento producen efectos significativos en la vida útil puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que estos factores están relacionados entre sí. Pero la interacción de los factores concentración de goma y concentración de glicerol al igual que concentración de glicerol y tiempo de almacenamiento no influyen en la vida útil puesto que $p > 0.05$ es decir no producen efectos al actuar conjuntamente y se afirma que las variables no están asociadas o correlacionadas.

Tabla 29

Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de goma para la variable vida útil, confianza de 95%

Concentración de Goma	N	Media	Agrupación
0.7	18	12.7222	A
0.6	18	11.5556	B
0.4	18	11.2222	B
0.3	18	11.0556	B
0.8	18	10.7778	B C
0.5	18	10.1111	C

En la (Tabla 29) se muestra los resultados de la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias entre los tratamientos, y determinar la concentración de goma con mejores resultados con respecto a la vida útil de chirimoya. Para ello se agrupo en tres grupos A, B y C, se observa que el únicamente los tratamientos con 0.7 de goma son estadísticamente diferentes a los demás tratamientos ya que pertenece a un solo grupo siendo superior a los demás tratamientos con una media de 12.72 días de vida útil.

Tabla 30

Pruebas de HSD tukey para el factor concentración de glicerol para la variable vida útil, confianza de 95%

Concentración glicerol	N	Media	Agrupación
1.3	18	12.1111	A
1.4	18	11.6667	A B
1.0	18	11.2222	A B C
1.2	18	10.9444	B C
1.5	18	10.8333	B C

1.1	18	10.6667	C
-----	----	---------	---

En la (Tabla 30) se muestra los resultados de la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias entre los tratamientos, y determinar la concentración de glicerol con mejores resultados con respecto a la vida útil de chirimoya. Para ello se agrupo en tres grupos A, B y C, se observa que el grupo A esta conformado por los tratamientos con concentraciones de glicerol 1.3, 1.4 y 1.0 lo cual significa que estos tratamientos no presentan diferencias significativas, al igual que los tratamientos del grupo B (1.4, 1.0, 1.2, 1.5), como pertenecen a un solo grupos estos tratamientos, por tanto, son estadísticamente iguales, finalmente el grupo C esta conformado por (1.0, 1.2, 1.5 y 1.1). se observa que únicamente los tratamientos con 1.0 de concentración de glicerol comparte grupo con todos los demás tratamientos, lo cual significa que estos tratamientos son iguales estadísticamente con todos los tratamientos correspondientes a las demás concentraciones. Sin embargo, se podría se observa que los tratamientos con 1.3 son estadísticamente superiores a los demás con una media de 12.11 Días de vida útil.

Tabla 31

Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de almacenamiento para la variable vida útil, confianza de 95%

Tiempo (días)	N	Media	Agrupación
15	36	14.3056	A
10	36	11.3889	B
5	36	8.0278	C

En la (Tabla 31) se muestra los resultados de la prueba de Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias entre los tratamientos, y determinar los días de almacenamiento con mejores resultados con respecto a la vida útil de chirimoya. Para ello se

agrupo en tres grupos A, B y C, de los cuales los tres niveles de tiempo de almacenamiento forman grupos diferentes y no comparten grupo entre sí, esto indica que son estadísticamente diferentes. Siendo superior el día 15 con una media para vida útil de 14.31 y presentando menor media (8.03) las muestras evaluadas a los 5 días de su almacenamiento.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Se determinó que el porcentaje de goma de tara con resultados más eficientes que permitió minimizar la pérdida de peso de la chirimoya durante el almacenamiento, fue la formulación con goma de tara al 0.7% y 1.4% de glicerol, se concluye que los recubrimientos comestibles a base de goma de tara actúan como una barrera a la transferencia de agua, retrasando la deshidratación de la chirimoya prolongando la pérdida de peso, lo cual ayuda a una mejor conservación de la chirimoya.
- Se estableció el porcentaje de goma de tara que permita mantener el color de la chirimoya durante el almacenamiento, concluyendo que la formulación con mejores resultados fue el tratamiento 5 con goma de tara al 0.7% y 1.4% de glicerol, debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de color a los 15 días de almacenamiento, con resultados favorables para su comercialización.
- Se estableció el porcentaje de goma de tara que permita mantener el pH de la chirimoya durante el almacenamiento donde se concluye que la presencia de glicerol y goma de tara, como plastificante y espesante, no afectó al pH de las chirimoyas evaluadas.
- Se determinó el porcentaje de goma de tara que permita mantener los °Brix de la chirimoya durante el almacenamiento, se concluyó que la chirimoya recubierta con el tratamiento 1 (goma de tara al 0.3% y 1% de glicerol) fue favorable debido a que las chirimoyas presentaron pérdidas de °Brix en 15 días.
- Se logró evaluar el efecto del recubrimiento sobre las características microbiológicas, se concluye que los análisis microbiológicos realizados están dentro de los parámetros permitidos según la Norma Técnica Peruana. Por lo tanto, los frutos recubiertos con goma de tara son aptos para el consumo humano.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios con las mismas formulaciones de recubrimientos comestibles con otras variedades de fruta de chirimoya y tiempos de almacenamiento mayores a 10 días, con la finalidad de establecer tiempos adecuados de almacenamiento para su comercialización, por ser la fruta de chirimoya de gran valor nutritivo para el consumo humano, medicinal y para su comercialización a mercados extranjeros.
- Realizar investigaciones que permitan el uso de nuevos materiales naturales en la elaboración de recubrimientos comestibles.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- Agraria.pe. (2019). “*Artículo Periodístico: Nueva Variedad de Chirimoya se exportará a Canadá y Holanda*”. En línea: <http://agraria.pe/noticias/nueva-variedad-dechirimoya-seexportara-a-canada-y-holanda-4168>
- Alique, R., & Oliveira, G. S. (2019). Changes in sugars and organic acids in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) fruit under controlled atmosphere storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(3), 799-803.
- Ali, D. (2021). “*Extracción de taninos (ácido gálico) a partir del polvo de vaina de tara (Caesalpinia spinosa)*”. Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Tesis.
- Arias, R. (2019). “*Efecto de la aplicación foliar de calcio, en precosecha, en la calidad de fruta del cultivo de chirimoya (Annona cherimola Mill.)*”. Tesis Bach. Ciudad de Cajamarca, Perú, UNC.94 P.
- Anchundia, J., y Castro, M. (2019). Aprovechamiento del borjój (Borjójá Patinoi) y propuesta de menú en la ciudad de Guayaquil. Tesis. Trabajo de titulación, Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Badui, S. (2015). *La ciencia de los alimentos en la práctica* (2nd ed.). Pearson Educación.
En línea: <https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/83175>
- Basurto, L. (2019). “*Todo sobre la tara (Caesalpinia spinosa)*”. Obtenido de ALNICOLSA del Perú S.A.C.: <http://taninos.tripod.com/>
- Belloso, O. Soliva, R. y Baldwin, A. (2020). “*Conservación mediante recubrimientos comestibles. In: Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados*”. González-Aguilar, G; Gardea, A.; Cuamea-Navarro, F. Editores. Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo A.C.

Hermosillo, Sonora, México. 558 pg.

Buchwald, R. (2019). “*The Role Of Fatty Acids In The Mechanical Properties Of Beeswax*”. Inra / Dib-Agib / Edp Sciences, 40,585-

594. [Http://Doi.Org/10.1051/Apido/2009035](http://doi.org/10.1051/apido/2009035).

Bósquez, E., Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera decandelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa (*Citrus latifolia tanaka*), tesis Doctorado en Ciencias Biológicas, Dpto. Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, México, DF (2003).

Brody, A. (2021). “Predicting Packaget Food Shelf Life. Food Technology”.

Bridg, H. (2019). “*Alternativas para la propagación de chirimoya Annona cherimola Mill*”. Agricultura Tropical, vol. 30.

Cáceres, I.; Mulkay, T.; Rodríguez, J.; Paumier, A.; Sisino, a. (2003). Influencia del encerado y tratamiento térmico en la calidad postcosecha del mango. Revista Simiente 73(1-2):25 -29.

Castro, J. (2007). “*Cultivo de la Anona (Annona cherimola,Mill)*”.San José, Costa Rica.56p.(en línea) Consultado 14 Ago.2017 en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9412.pdf>.

Castricini, A., Aplicación de revestimientos comestíveis para conservación de mamões (carica papaya l.) 'Golden', Tese Doutorado en Fitotecnia, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomía, Universidad de Federal Rural do Rio de Janeiro, Río de Janeiro-Brasil (2009).

Cieza Herrera, S. (2020). Efecto de un recubrimiento comestible a base de goma detara (*caesalpinia spinosa*) y gel de sabila (*aloe barbadensis miller*), sobre las características fisicoquímicos y microbiológicas en cubos de mango (*mangifera*

indica 1) CV. Kent Almacenados en refrigeración. Tesis Bach. Ciudad de Trujillo, Perú, VCV.52P. En línea: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52629/Cieza_HS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cortez, C. (2010). “Definición de parámetros de calidad del café de algarroba para la elaboración de una norma técnica”. Tesis Bach. Ciudad de Piura, Perú, UDEP. 102P. (En línea) consultado el 13 de ago.2017 en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1494/ING_488.pdf?sequence=1&isAllowed=y.com

Corral Orbe, M. S. (2018). Aislamiento y caracterización de microorganismos endófitos a partir de chirimoya (*annona cherimola*) con potencial antagonico frente a hongos patógenos (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2018).

Cha, D. & Chinnan, M. (2021). “Bipolymer-based antimicrobial packaging”: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44: 223-237pg.

Chávez, L., et al. (2019). “Proyecto de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de goma de semilla de tara (*Caesalpinia spinosa*)”. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.

Cher, L. De la Cruz, J. Flores, R. Huaracco, H. Huayna, L. (2013). “Estudio de mercado de la chirimoya (*Annona Cherimolla*) con fines de exportación”. Ciudad de Lima, Perú, UNFV.36P. (en línea) Consultado el 14 de Ago. 2017 en: <https://es.scribd.com/document/213260959/Estudio-de-Mercado-de-La-Chirimoya-Con-Fines-de-Exportacion>.

- Chiumarelli, M., Hubinger, M., Evaluación de películas y recubrimientos comestibles formulados con almidón de yuca, glicerol, cera de carnauba y ácido esteárico, hidrocoloides alimentarios, 38 (2014) de Alimentos, D. G. (2024). QUÍMICA DE ALIMENTOS (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO).
- Debeaufort, F. Quezada, J. & Voilley, A. (2018). “Edible Films and Coatings: Tomorrow’s Packagings”: A Review. *Critical Rev. Food Sci.* 38(4):299- 313pg.
- Del Valle, M. (2020). “Aplicación de Recubrimientos Comestibles Para Mantener La Calidad De Frutillas Congeladas”. Tesis Ing. Ciudad de Santa Fe, Argentina, UNL. 193 P.
- De la Cruz, F. (2019). “Temperaturas de almacenamiento en la vida poscosecha de chirimoya (*Annona cherimola*)” ecotipo Cumbe.
- De Man, J. M., Finley, J. W., Hurst, W. J., & Lee, C. Y. (2018). *Principles of Food Chemistry* (4th ed.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63607-8>
- Dussan, S. Torres, C. Reyes & Calvache, P. (2019). “Efecto del recubrimiento comestible sobre los atributos físico-químicos de mango Tommy Atkins mínimamente procesado y refrigerado”. *Acta Agronómica* 63(3). En línea: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122014000300003&script=sci_arttext
- Escalante, A. (2015). “*Influencia de un recubrimiento comestible a base de goma de tara (*caesalpinia spinosa*) sobre la calidad de fresas (*fragaria ananassa cv. aromas*)*”. Lima – Perú. En línea: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/9b56b7c2-a3ba-4909-8748-51e68a3fe446>.

- Farré, J. & Hermoso, J. (2019). El chirimoyo en España. Anonáceas, producción e mercado.,84 - 87.
- Fredy, (2015). “*TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO EN LA VIDA POSCOSECHA DE CHIRIMOYA (Annona cherimola) ECOTIPO CUMBE*”
- Figuerola, J., Salcedo, J., Aguas, Y., Olivero, R., & Narvaez, G. (2011). Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulación. *Revista Colombiana de Ciencia Animal RECIA*, 3(2), 386-400.
- García, A. (agosto de 2006). Caracterización física y química de duraznos (*Prunus persica* (L.) Batsch) y efectividad de la refrigeración comercial en frutos acondicionados. *Bioagro*, 18(2), 115-121. Recuperado el 16 de Noviembre de 2019, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612006000200006
- Gardiazabal, F. & Rosenberg, G. (2019). “El cultivo del chirimoyo”. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile: Facultad de Agronomía.
- Gómez, A. (2021). “La Cera de Abeja Control y Factores de Calidad”. [Página web en Línea]. <http://www.mieldemlaga.com/asociacion/jornadas/ponencias/texto044.pdf.com>
- González, L. & Tullo, C. (2021). “*Guía Técnica. Cultivo de cítricos*”. San Lorenzo, Paraguay: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) Oficina en Paraguay.
- Guerra, R. (2018). “*Bálsamo con cera de abeja*”. [Página web en Línea]. Disponible en: <http://es.wikihow.com/hacer-un-b%C3%A1lsamo-labial-con-cera-de-abeja>.
- Guerrero, R. (2021). “*Determinación de la viabilidad y su correlación con el contenido de goma y tanino en la especie Caesalpinia spinosa*”. Universidad Nacional

Agraria La Molina.

- González-Cuello, R. E., Morón-Alcázar, L. B., & Pérez-Mendoza, J. (2022). Recubrimientos a base de goma gelana de bajo acilo conteniendo α -pineno y extracto de arándano para la conservación de la calidad postcosecha de fresas. *Información tecnológica*, 33(5), 93-102.
- Hagenmaier, R. & Baker, R. (2019). “*Edible Coatings from Candelilla Wax Microemulsions*”. *J. Food Sci.* 61:562-565pg.
- Hardenburg, R. (2018). “*Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros*”. Editorial IICA. San José de Costa · Rica. 150p.
- Herrera, S. (2018). “*Aplicación de recubrimientos comestibles a base de goma de tara y goma xantan en la calidad de postcosecha de palta (Persea americana Mill)*”. Callao – Perú.
- Helmut, Q. (2021). “Plantaciones de tara”. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos47/plantacion-de-tara/plantacion-de-tara4.shtml>.
- Hoa, T.; Ducamp, M. N. 2008. Effects of different coatings on biochemical changes of “cat Hoa loc” mangoes in storage. *Postharvest Biology and Technology* 48(1):150-152.
- Inungaray, M. & Munguía, A. (2021). “*Vida útil de los alimentos. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*”, 2 (3) 2007. Disponible en <file:///C:/Users/Dennis/Downloads/Dialnet-VidaUtilDeLosAlimentos5063620.pdf>.
- Juárez, M. (2019). “*Efecto de la formulación de recubrimientos comestibles con β Caroteno nanoencapsulado en la calidad de mango (Mangifera indica) Manila fresco cortado*”. Tesis Bach. Ciudad de Cuautitlán Izcalli, Edo.México, UNAM.118P. (en línea) consultado 06 Jun.2018 en:

<http://132.248.9.195/ptd2014/junio/306307942/Index.html>.

- Julián, A. (2019). “*Propiedades físicas y químicas de tres variedades del fruto de Annona diversifolia*”. Tesis Bach. Ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca, México. UTM. 104P. (en línea) consultado 23jul.2018 en: http://jupiterutm.mx/~tesis_dig/10968.pdf.
- Kawamata, S. (2020). “Bulletin studies on determining the sugar composition of fruits by gas-liquid chromatography”. Agricultural Experimental Station Tokio.
- Kester, J y Fennema, O. (2019). “Resistance of lipid films to water vapor transmission”. *Journal of the American oil Chemists' Society* 66(8):1139- 1146 pg.
- Larrosa, V. (2018). “*Efectos de los hidrocoloides en las características fisicoquímicas y reológicas de pastas libres de gluten aptas para individuos celíacos*”. Tesis Bach. Ciudad de Buenos Aires, Argentina, UNLP. 233p. (en línea) Disponible en: file:///C:/Users/Dennis/Downloads/Tesis_Larrosa%20Virginia.pdf.
- Lozano, A. (2018). “*La exportación de la tara y la producción en los principales departamentos del Perú*” (Universidad César Vallejo).
Recuperado de http://181.224.246.201/bitstream/handle/UCV/32437/Lozano_PAAA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Leiva Núñez, Ll. (2015). “*Efecto de tres Recubrimientos y Tres Temperaturas De Conservación en la calidad y vida útil de la Palta*” (*Persea americana Mill. Var. Hass*). Tesis Bach. Ciudad de Cajamarca, Perú, UNC. 120 P.
- Maccapa, R. (2021). “*Efecto de la aplicación de un recubrimiento biodegradable a base de aislado de proteína de suero sobre la vida útil de la chirimoya (Annona cherimola), fresa (Fragaria vesca) y pera (Pyrus communis)*”. Tesis grado.

Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

- MAGAP. (2021). *“La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural”* sostenible: 2015-2025. Recuperado de MAGAP: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu183434.pdf>
- Malquichahuac, R. (2022) *“Desarrollo de un recubrimiento comestible a partir de goma de tara (caesalpinia spinosa molina kuntze) para prolongar la vida útil de rocoto y tomate de árbol”*. Chachapoyas – Perú
- Mancero, L. (2018). *“Análisis de la Cadena Productiva en la Región”*. Pp. 41.
- Márquez, R. (2019). *“Aprovechamiento Tecnológico De La Cera De Abeja Para La Obtención De Productos Sintéticos Orgánicos, No Tóxicos Para El Ser Humano”*. Recuperado A Partir De <Http://Webdelprofesor.Ula.Ve/Ingenieria/Marquezronald/?P=832>.
- Mera, G. C., Tandalla, J. V. G., Carvajal, E. R. C., & Ordoñez, O. A. A. (2024). FACTORES DETERMINANTES EN EL PROCESO DE MADURACIÓN Y SU RELACIÓN CON LOS DIFERENTES CAMBIOS EN FRUTAS Y HORTALIZAS. RECIENA, 4(1), 79-86.
- Merodio, C., & de la Plaza, J. (1997). Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. CAB International, 269-293.
- México, UNAM. 118P. (en línea) consultado 06Jun.2018 en: <http://132.248.9.195/ptd2014/agosto/409016190/Index.html>.
- Morales, P. A. A. 2015. Aplicación de resveratrol y 6-bencilaminopurina para incrementar vida poscosecha en chirimoya. Facultad de Ciencias Agrícolas. Tesis de doctorado. 123p
- Moreu, M. (2019). Puleva. Obtenido de <https://www.lechepuleva.es/nutricionybienestar/la-chirimoya>. Moreira & Col.,

2013 Composición de Alimentos.

Moreiras & col., 2013. Chirimoya. Recomendaciones.

<https://www.fen.org.es/mercadoalimentosfen/pdfs/chirimoya.pdf>

Murrugarra Serrepe, K. C. (2019). “Influencia de la temperatura de almacenamiento sobre las características físicas y químicas de la chirimoya (*annona cherimola miller*) variedad cumbe durante su maduración postcosecha”. En línea:

<https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5185>

Mulkay T., Cáceres, R., Rodríguez, J., Paumier, A., Manejo de la maduración en frutos de papaya (*Carica papaya l.*) cv Maradol, *Revista CitriFrut*, 21, 9-13 (2004).

Morgan, J., Townley, S., & Smith, R. (2021). “Measurement of physical and mechanical properties of beeswax”. *Materials Science and Technology*.

Noreña, M. (2019). “*Elaboración de un recubrimiento comestible a partir de la goma de tara (Caesalpinia spinosa) y su efecto en la conservación pos cosecha del durazno (Prunus persica)*”. Huánuco – Perú.

Ordóñez, O. (2021). “*Distribución de las especies arbóreas y arbustivas basadas en los requerimientos ecológicos de los sistemas montañosos en la Provincia de Loja*”, Ecuador. La Habana, Cuba: Universidad de la Habana.

Pablo, Z. (2020). Chirimoyas: caracterización de la calidad bajo las exigencias cuarentenarias de exportación.

Pantastico, B. (1979). *Fisiología de la posrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales*. México: CECOSA.

Patarroyo Torres, C. A., & Cárdenas Rojas, A. J. (2014). Efecto de recubrimientos comestibles a base goma gellan, gelatina y caseína sobre la cinética de deterioro de la mora de castilla *rubus glaucus benth*.

- Pavón Vargas, D. J. (2015). *Uso potencial de la goma de tara (Caesalpinia spinosa), para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos*. Tesis de grado, Quito-Ecuador.
- Pavón-Vargas, D., & Valencia-chamorro, S. (2016). *Efecto de recubrimientos comestibles compuestos a base de goma tara en la calidad poscosecha de frutilla (Fragaria ananassa)*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 17(1), 65-70.
- Pedroza Carmona, J. H. (2017) APLICACIÓN DE EXTRACTOS PROCEDENTES DE *Cissus tiliacea* Kunth PARA INCREMENTAR LA VIDA POSTCOSECHA EN CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.).
- Pérez, S. (2014). “*Caracterización in situ de ecotipos de chirimoya (annona cherimola mill) con aptitudes potencialmente comerciales en el distrito de san francisco de cayran*” - huánuco 2014. consultado 5 oct. 2017. disponible en https://issuu.com/nandofer3/docs/tesis_-_chirimoya-2014 (issuu).
- Quintero, C., Falguera, V., Muñoz, H., Aldemar.I. (2020). “*Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola*”. Rev. Colombia. Tumbaga [online].2010, Vol.5, pp.93-118
- Ramos, E. (2021). “*Exportación de chirimoyas y guanábanas con importante caída en volúmenes y valor*”. Portal Agraria.pe: <http://agraria.pe/noticias/exportacion-dechirimoyas-y-guanabanas-cerro-el-2017-conimp-15885>
- Rojas, M. & Graü, A. (2019). “*Recubrimiento y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación*”. Tesis de doctorado. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad de Lleida. España.

- Raybaudi, R. (2018). *“Uso de agentes antimicrobianos para la conservación de frutas frescas y cortadas”*
- Ramírez, J. D., Aristizabal, I. D., & Restrepo, J. I. (2013). Conservación de mora de castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila. *Vitae*, 20(3), 172-183.
- Restrepo, A.; Cortés, M. y Rojano, B. (2009). Determinación de la vida útil de fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) fortificada con vitamina E. *Revista de Ingeniería Dyna* 76(159): 163-175.
- Ruiz, F. (2019). *“Aplicación de películas comestibles a base de quitosano y mucílago de nopal en fresa (*fragaria ananassa*) almacenada en refrigeración”*. Tesis profesional. Departamento de ingeniería química y alimentos. Universidad de las Américas Puebla.
- Ruiz, G. (2021). “Polímeros Biodegradables a partir de almidón de yuca”. *Eafit*, 15– 22 pg. En línea:
https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7364/Gladys_RuizAviles_2005.pdf?sequence=2
- Sanabria, N. (2019). *“Extracción de goma a partir de semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) y evaluación de sus propiedades reológicas”* (Tesis para optar el título profesional de ingeniero en Industrias Alimentarias). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú. 1- 83.
- Sánchez, Y. (2014). *“Efecto de la aplicación de coberturas biodegradables y la temperatura sobre el color, firmeza, pérdida de peso y la aceptabilidad general en la palta (*persea americana* Mill) variedad fuerte, durante el almacenamiento”*. Tesis Bach. Ciudad de Trujillo, Perú, UPAO. 135P. (en línea) Consultado el 04, oct.2017.

- Sarango Córdova, C. H., & Cruz Ninaquispe, I. *APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE MUCÍLAGO DE LINAZA Y PROPÓLEO PARA PROLONGAR EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL MANGO KENT (Mangifera Indica L.)*. LAMBAYEQUE–2015.
- Sosa, D. (2014). “*Aplicación de recubrimientos comestibles en pepino (Cucumis sativus L.) para el control de antracnosis*”. Tesis Bach. Ciudad de Cuautitlán Izcalli, Edo.
- Schiaffino, J. (2019). “*Estudio de mercado de la tara. Cajamarca*”: Programa de Desarrollo Rural Sostenible- GTZ Cajamarca- Universidad del Pacífico.
- Trejo, A. (2020). “*Aplicación de recubrimientos comestibles*”.
- Valega, O., (2018). “Usos terapéuticos de la cera de abeja”. [Página web en Línea].
 Disponible en: http://www.apiservices.com/articulos /cera_abeja_2.htm
- Vásquez, M. y Guerrero, J. (2021). “*Recubrimientos de frutas con biopelículas*”.
 Temas selectos de ingeniería de alimentos 7. Recuperado el 14 de abril de
[http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72- Vazquez-Briones-et-al2013.pdf](http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Vazquez-Briones-et-al2013.pdf)
- Vargas, J. (2021). “*Uso potencial de la goma de tara (Caesalpinia spinosa) para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos*”.
 Escuela Politécnica Nacional.
- Vargas, M.; Albors, A.; Chiralt, A. y González, C. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology* 41: 164–171.
- Vega, G; y Esther, M. (2013). “*Chirimoya (Annona cherimola Miller), frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios. Cultivos Tropicales*” 34(3): 52-63. (En línea) Consultado el 04 de oct. 2017 en:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/51005/1/1094908303.2015.pdf>.

- Veliz, B. (2020). “*Efecto de la concentración de nanopartículas de quitosano en recubrimientos de quitosano/goma de tara (caesalpinia spinosa) sobre la conservación de arándano (vaccinium myrtillus)*” Tumbes – Perú.
- Villamarín, D. (2020). “*Estudio taxonómico de chirimoya (Annona cherimola Mill.) en la isla puná, provincia de las guayas*”. Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero agrónomo, Guayaquil. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VILLAMARIN%20PLUSAS%20DALTON%20ALEXANDER.pdf>
- Velickova E, Winkelhausen E, Kuzmanova S, Alves VD, Moldão-Martins M. 2013. Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv. Camarosa) under commercial storage conditions. *LWT Food Science and Technology* 52(2):80-92.
- Villada, J. (2021). “Conservadores químicos utilizados en la industria alimentaria”.
- Wills R, Golding J. 2016. *Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*. 6 a ed. Sidney, Australia: UNSW press. 320 p.
- Yu, P. (2004). “*Efecto de la mezcla de plastificantes en las propiedades físicas, mecánicas y de transporte de películas de quitosano*”. Tesis profesional. Departamento de ingeniería química y alimentos. Universidad de las Américas, Puebla.
- Zamora. 2016 “Evaluación del efecto de cera de carnauba, cera de abeja en recubrimiento y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y microbiológicas de guanábana (*Annona muricata*)”

Zohdi, N. K., & Amid, M. (2013). Optimization of extraction of novel pectinase enzyme discovered in red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *Molecules*, 18(11), 14366– 14380. <https://doi.org/10.3390/molecules181114366>

Zulma Lizeth 2014, EFECTO DE RECUBRIMIENTO DE ALMIDÓN DE YUCA Y CERA DE ABEJAS SOBRE EL CHONTADURO

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

Anexo 1

Parámetros fisicoquímicos de la variedad lisa después de 10 días de almacenamiento

Trat.	Pi (g)	Media pi (g)	Pf (g)	Pi - Pf	%	Media	°Brix	Media °Brix	Ph	Media pH	Color de la cáscara del fruto chirimoya var. Lisa.					
											L*	Media L*	a*	Media a*	b*	Media b*
T1	312	307.33	276	36	11.54	13.14	20.00	21.67	5.41	5.38	33.64	35.35	3.25	2.72	18.53	16.96
	305		266	39	12.79		20.00		5.33		38.51		1.35		16.89	
	305		259	46	15.08		25.00		5.39		33.91		3.56		15.46	
T2	302	298.33	258	44	14.57	11.18	20.00	22.67	5.67	5.52	29.98	30.94	4.21	3.97	14.59	17.53
	280		251	29	10.36		21.00		5.22		30.10		5.54		16.49	
	313		286	27	8.63		27.00		5.66		32.74		2.15		21.51	
T3	265	313.33	220	45	16.98	10.98	15.10	18.37	4.97	5.25	28.96	35.34	3.54	1.32	5.27	14.71
	339		293	46	13.57		15.00		5.27		39.24		-1.8		22.14	
	336		328	8	2.38		25.00		5.50		37.82		2.23		16.72	
T4	246	333.33	211	35	14.23	8.40	25.10	21.70	5.43	5.30	29.91	38.31	2.93	-0.36	12.75	16.61
	385		349	36	9.35		20.00		5.15		44.65		-2.13		14.84	
	369		363	6	1.63		20.00		5.31		40.38		-1.89		22.25	
T5	235	230.00	203	32	13.62	12.40	22.00	23.33	5.21	5.47	39.56	41.98	2.11	0.58	21.45	19.10
	223		205	18	8.07		26.00		5.47		42.75		1.64		22.18	
	232		196	36	15.52		22.00		5.72		43.62		-2.02		13.68	
T6	211	211.33	178	33	15.64	13.57	21.00	22.33	6.56	6.01	39.56	41.98	4.05	4.23	13.86	16.55
	212		190	22	10.38		23.00		5.94		42.75		5.47		16.35	
	211		180	31	14.69		23.00		5.53		43.62		3.18		19.45	
T7	269	250.00	0	269	100.00	100.00	20.00	21.00	5.53	5.50	8.03	9.23	3.58	3.56	5.54	5.56
	231		0	231	100.00		22.00		5.46		9.23		3.56		5.56	
	250		0	250	100.00		21.00		5.50		10.43		3.54		5.58	
	pi=peso inicial fruto chirimoya						°Brix=sólidos solubles totales			L*=brillo, o a 100		a*=color rojo(+a) hasta color verde (-a)				
	pf=peso final fruto chirimoya										0 (oscuro)		b*=color amarillo(+b) hasta color azul(-b)			
											100 (claro)					

Anexo 2*Panel fotográfico de trabajos en laboratorio**a) Pesado de goma de tara**b) Medición de color de los frutos de chirimoya**c) Chirimoya después de los 10 días de almacenamiento de la chirimoya*

Anexo 3

Características físicas y químicas

- **Grado de maduración:**

La maduración es un conjunto de cambios estructurales, fisiológicos y bioquímicos que ocurren naturalmente en los frutos desde su desarrollo en la planta hasta alcanzar su estado óptimo para el consumo, Durante la maduración, las frutas verdes contienen almidón que se convierte en azúcares, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa. (Mera et al 2024)

La maduración en las chirimoyas se produce debido a la actividad hormonal interna y enzimática, antes del cambio en la apariencia física.

- **Grado de oxidación:**

El pardeamiento enzimático oxidativo es la oxidación de compuestos fenólicos orgánicos (que tienen un anillo molecular insaturado con múltiples grupos -OH) en frutas y hortalizas cortadas cuando las enzimas se exponen al oxígeno. La conversión de un compuesto fenólico presente en el tejido de la chirimoya provoca la reacción de oscurecimiento. (Pedroza 2019).

Una forma de retardar la oxidación es evitando el contacto entre el sustrato y el oxígeno, para el estudio se utilizó un recubrimiento a base de goma de tara, que permitió bloquear el oxígeno impidiendo la permeabilidad del mismo, inhibiendo los procesos de oxidación, prolongando la vida útil de la chirimoya.

- **Actividad de agua en los alimentos:**

Una expresión de humedad relativa que rodea el sistema alimentario es la actividad del agua (a_w) (deMan et al., 2018). La presión de vapor de agua de un alimento siempre es menor a la del agua pura, ya que una parte de su líquido está ligado

y tiene muy poca movilidad. Su escala va de 0 a 1.0 y es adimensional (Badui, 2015). Hay dos fracciones de agua en el alimento: una ligada a la materia seca y otra más libre o disponible, la suma de ambas representa el contenido total. El agua ligada representa solo de 3 a 6% del total y el resto corresponde a la libre, la cual es la que favorece el crecimiento microbiano y las reacciones químicas y enzimáticas y la que esencialmente da origen al término de actividad de agua (Badui, 2015). Durante el almacenamiento de la chirimoya con recubrimiento a base de goma de tara se redujo la actividad de macromoléculas en la liberación de agua, de esta manera se logró prolongó la vida útil de la chirimoya.

➤ **Bacterias propias de la fruta:**

Dentro de las bacterias se encontraron dos especies del género *Bacillus*: *Bacillus* sp. mostró intolerancia hacia todos los patógenos potenciales; *B. cereus* que demostró ser antagonista a *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria brassicicola* y *Fusarium* sp. Mientras que *Penicillium chrysogenum* al ser un hongo reportado como endófito, también presentó un alto grado de antagonismo y un porcentaje de inhibición mayor al 70 por ciento frente a *Colletotrichum gloeosporioides* y hongos del género *Alternaria*. (Corral 2018)

Para la investigación se realizó el análisis microbiológico a la chirimoya con recubrimiento comestible, donde se obtuvo resultados aceptables según la NTP, determinándose su aptitud para el consumo humano.

➤ **Activación enzimática:**

Cuando la chirimoya sufre daños mecánicos, como roces, desprendimiento de partes de la cáscara, magulladuras, rajaduras, etc., las células quedan en contacto con el aire y por acción de la enzima mencionada, se dan reacciones de oxidación que hacen que el tejido de la cáscara y la pulpa se oscurezca, afectando la apariencia (Morales, 2015).

Las enzimas tienen grupos iónicos en su sitio activo que deben estar en una forma estable y la variación en el pH del medio da como resultado cambios en la forma iónica del sitio activo que afecta la velocidad de reacción y disminuye la actividad enzimática, de ahí la importancia que el medio para los ensayos de actividad este a un pH óptimo (Zohdi & Amid, 2013). Por lo antes mencionado el aporte de la goma de tara en la investigación es gracias a su actuación como gelificante, coagulante, estabilizante y antimicrobiana reduciendo la activación enzimática.

➤ **Enzimas que intervienen en la degradación del fruto**

La maduración normal, desde el pre climaterio hasta el pos climaterio, provoca una pérdida gradual de firmeza en los frutos. Esta pérdida está relacionada con liberación del agua ligada y desintegración del tejido, la cual está estrechamente relacionada con la alteración enzimática de la laminilla media y pared celular compuestos por polisacáridos como almidón, pectinas, celulosa y hemicelulosa debido a acciones enzimáticas y también en cambios en la permeabilidad de la membrana y la cantidad de espacios intercelulares. (Pedroza 2017)

En este punto de la investigación para evitar las reacciones químicas de las enzimas, se utilizó recubrimiento a base de goma de tara, evitando la descomposición de la chirimoya, por ende, logrando extender la vida útil de las chirimoyas.

Anexo 4

Requisitos norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos

para frutas, hortalizas, frutos secos y similares: Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas.

- **PRODUCTO:** Recubrimiento comestible a base de goma de tara sobre la vida útil de la chirimoya (*Annona cherimola Mill*).

Limite por g.						
Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	c	m	M
Aerobios mesofilos	1	3	5	3	10 ⁴	10 ⁶
Escherichia coli	5	3	5	2	10	10 ²
Salmonella	10	2	5	0	Ausencia/ 25g	-----
Listeria monocytogenes	10	2	5	0	Ausencia/ 25g	-----

Donde:

n = número de muestras por examinar.

m = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad.

M = índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad.

c = número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M.

Anexo 5

Análisis Microbiológico

Para determinar la actitud para consumo humano según la norma técnica peruana de alimentos, de la chirimoya recubierta con goma de tara.

Anexo 6

Resultados del análisis microbiológico realizado a las chirimoyas recubiertas


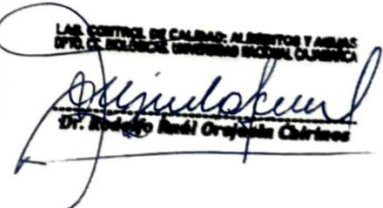
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS							
SOLICITANTE: Tesista: Huamán Burga Merlyn Cirila		Producto: Recubrimiento comestible a base de goma de tara sobre la vida útil de la chirimoya (<i>Annona cherimola Mill</i>)					
FECHA: 25-06-2024.		HORA DE INGRESO: 09:00 am					
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DS N° 007-98-SA							
RM N° 591-2008 SA/DM							
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA FRUTAS, HORTALIZAS, FRUTOS SECOS Y SIMILARES: Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas							
		Categoria	Clase	n	c	Limite por g.	
						m M	
		Aerobios mesofilos	1	3	5	3	10 ⁴ 10 ⁶
		<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10 10 ²
		<i>Salmonella</i>	10	2	5	0	Ausencia/ 25g —
		<i>Listeria Monocytogenes</i>	10	2	5	0	Ausencia/ 25g —

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO					
Repetición N° 01	Tratamiento	Aerobios mesofilos (UFC/g)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<i>Salmonella</i> UFC/g	<i>Listeria M.</i> UFC/g
1	T1	14x 10 ³	7 x 10	Ausencia	Ausencia
1	T2	20x 10 ²	5 x 10	Ausencia	Ausencia
1	T3	35x 10 ³	2 x 10	Ausencia	Ausencia
1	T4	25x 10 ²	4 x10	Ausencia	Ausencia
1	T5	22x 10 ²	8 x 10	Ausencia	Ausencia
1	T6	12x 10 ³	9 x 10	Ausencia	Ausencia

Repetición N° 02	Tratamiento	Aerobios mesofilos (UFC/g)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<i>Salmonella</i> UFC/g	<i>Listeria M.</i> UFC/g
2	T1	19x 10 ²	2 x 10	Ausencia	Ausencia
2	T2	10x 10 ³	8 x 10	Ausencia	Ausencia
2	T3	32x 10 ¹	4 x 10	Ausencia	Ausencia
2	T4	28x 10 ²	7 x 10	Ausencia	Ausencia
2	T5	14x 10 ³	5 x 10	Ausencia	Ausencia
2	T6	15x 10 ³	3 x 10	Ausencia	Ausencia

Repetición N° 03	Tratamiento	Aerobios mesofilos (UFC/g)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<i>Salmonella</i> UFC/g	<i>Listeria M.</i> UFC/g
3	T1	12x 10 ³	4 x 10	Ausencia	Ausencia
3	T2	20x 10 ²	6 x 10	Ausencia	Ausencia
3	T3	19x 10 ³	8 x 10	Ausencia	Ausencia
3	T4	25x 10 ¹	3 x 10	Ausencia	Ausencia
3	T5	28x 10 ²	5 x 10	Ausencia	Ausencia
3	T6	17x 10 ²	9 x 10	Ausencia	Ausencia

V.B.


ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO					
Repetición N° 04	Tratamiento	Aerobios mesofilos	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Listeria M.</i>
		(UFC/g)	(UFC/g)	UFC/g	UFC/g
4	T1	12x 10 ³	8 x 10	Ausencia	Ausencia
4	T2	25x 10 ²	5 x 10	Ausencia	Ausencia
4	T3	30x 10 ²	7 x 10	Ausencia	Ausencia
4	T4	38x 10 ¹	2 x 10	Ausencia	Ausencia
4	T5	22x 10 ²	9 x 10	Ausencia	Ausencia
4	T6	23x 10 ¹	6 x 10	Ausencia	Ausencia
Repetición N° 05	Tratamiento	Aerobios mesofilos	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Listeria M.</i>
		(UFC/g)	(UFC/g)	UFC/g	UFC/g
5	T1	27x 10 ²	2 x 10	Ausencia	Ausencia
5	T2	15x 10 ²	8 x 10	Ausencia	Ausencia
5	T3	32x 10 ²	5 x 10	Ausencia	Ausencia
5	T4	28x 10 ²	6 x 10	Ausencia	Ausencia
5	T5	35x 10 ¹	7 x 10	Ausencia	Ausencia
5	T6	5x 10 ²	9 x 10	Ausencia	Ausencia
RESULTADOS					
Producto apto para el consumo humano					
<p>Observaciones: La carga microbiana esta dentro de los limites minimo y maximo permisibles, pero aun así, si tomamos en consideración que la multiplicación microbiana es de forma logaritmica en promedio de tiempo de 10 a 20 minutos, por lo que se recomienda sistemas de minimización de carga microbiana para no poner en riesgo a los consumidores.</p>					
 <p>LAB. CONTROL DE CALIDAD: ALIMENTOS Y AGUAS <small>OPRO. CO. BIOLÓGICA, UNIVERSIDAD NACIONAL CLÁSICA</small>  Dr. Rodrigo José Cruzada Chirinos</p>					

Anexo 7*Panel fotográfico de siembra de cultivos*

a) Siembra de cultivos



b) Estufa para activación de microorganismos



c) Placas finales de microorganismos

