

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“Formulación de recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de palta, y glicerina para conservar las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales de las fresas”

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Bach. Chacon Calvo, Luis Erick

Asesor:

Dr. Símpalo López, Wilson Daniel

Código OCRID: 0000-0002-8397-7145

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadro dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

**“FORMULACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE
LENTEJAS, ACEITE DE PALTA, Y GLICERINA PARA CONSERVAR LAS
PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, SENSORIALES Y NUTRICIONALES DE LAS
FRESAS”**

Autor:

Bach. Chacon Calvo Luis Erick

Dr. Wilson Daniel Símpalo López
ASESOR
DNI: 40186130

Codigo Orcid: 0000-0002-8397-7145

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

ACTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

El presente trabajo de tesis titulado "FORMULACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE LENTEJAS, ACEITE DE PALTA, Y GLICERINA PARA CONSERVAR LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, SENSORIALES Y NUTRICIONALES DE LAS FRESAS", para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por el bachiller: Chacon Calvo Luis Erick, con código de matrícula N° 0201812051, que tienen como Asesor al docente Dr. Wilson Daniel Símpalo López designado por resolución N° 812-2022- UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 31 de marzo del 2025 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N° 742-2024-UNS-CFI. Revisado y evaluado por el siguiente jurado evaluador.

Dra. Luz Maria Paucar Menacho
Presidente

DNI: 08099817

Código ORCID: 0000-0001-5349-6167

M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara
Secretario

DNI: 08099817

Código ORCID: 0000-0001-6875-240X

Dr. Wilson Daniel Símpalo López
Integrante

DNI: 40186130

Código ORCID: 0000-0002-8397-7145

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 horas del día treinta y uno de marzo del dos mil veinticinco, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 742-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Presidente)
- **M. Sc. Saúl Marco Eusebio Lara** (Secretario)
- **Dr. Wilson Daniel Simpalo Lopez** (Integrante)
- **Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca** (Accesitario)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado:

“FORMULACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE LENTEJAS, ACEITE DE PALTA, Y GLICERINA PARA CONSERVAR LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, SENSORIALES Y NUTRICIONALES DE LAS FRESAS”, elaborado por el bachiller en Ingeniería Agroindustrial.

- **CHACON CALVO LUIS ERICK**

Asimismo, tiene como Asesor al docente: **Dr. Wilson Daniel Simpalo López**


Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:


NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
CHACON CALVO LUIS ERICK	19	Excelente

Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 31 de marzo del 2025.



Dra. Luz María Paucar Menacho
Presidente



M. Sc. Saúl Marco Eusebio Lara
Secretario



Dr. Wilson Daniel Simpalo López
Integrante

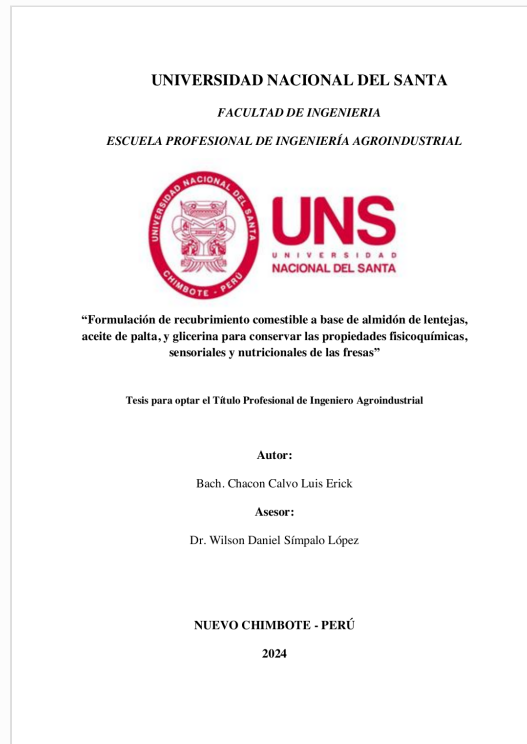


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: **Wilson Símpalo López**
Título del ejercicio: **Formulación de recubrimiento comestible a base de almidó...**
Título de la entrega: **TESIS FINAL.docx**
Nombre del archivo: **TESIS_FINAL.docx**
Tamaño del archivo: **5.28M**
Total páginas: **202**
Total de palabras: **44,281**
Total de caracteres: **223,199**
Fecha de entrega: **11-oct.-2024 10:58a. m. (UTC-0500)**
Identificador de la entre... **2482274873**



TESIS FINAL.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

4%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.unajma.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

oldri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

1%

5

cybertesis.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repository.unilasallista.edu.co

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

9

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1%

DEDICATORIA

Deseo expresar mi completo agradecimiento hacia Dios, quien con su luz, guía y soporte durante las arduas horas de investigación me permitió obtener la iluminación y fuerza que necesitaba para concluir con este proyecto.

A mis padres por su apoyo incondicional, tanto económica como emocionalmente, ya que fueron la base de mi formación académica y la razón de mi progreso, agradezco todo su sacrificio y lo tomare como inspiración para mis futuros proyectos.

A mi pequeño y amado hijo, quien por su existencia me motiva cada día a salir adelante, me enseñó a ser paciente, es mi motor y mis ganas de ser mejor para darle lo mejor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios por guiarme a lo largo de este proceso, brindándome fuerza y perseverancia. Sin su constante compañía y bendiciones, este logro no habría sido posible.

A mis padres, quienes con su amor y apoyo incondicional me han inspirado a dar lo mejor de mí. A mi madre Erika Calvo Gracias por creer siempre en mí y brindarme el empuje necesario para alcanzar mis metas. Su esfuerzo y sacrificio han sido el pilar fundamental de este logro.

A mi asesor Wilson Símpalo, por su orientación y paciencia durante todo el desarrollo de esta tesis. Su experiencia, conocimiento y consejos han sido esenciales para superar cada desafío. Su compromiso y dedicación han dejado una huella imborrable en mi formación.

Al ingeniero Lenin, por su paciencia, tiempo y dedicación en la guía para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A los ingenieros del Instituto Tecnológico de Tecnología Agroindustrial (ITTA), les agradezco por brindarme las facilidades para el uso de las instalaciones y los equipos. Por su profesionalismo, que ha sido un ejemplo a seguir.

Al ingeniero Jordy Erick Campos por sus valiosos consejos, su guía ha sido fundamental para concluir este trabajo y en especial por su amistad a lo largo de nuestra carrera.

Agradezco especialmente a mi familia Daniela Haro y Fabián Vallejos quienes me brindaron su tiempo y apoyo constante durante el desarrollo del trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

Páginas

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	MARCO TEORICO.....	5
2.1.	Métodos de conservación de los productos	5
2.2.	Lentejas.....	6
2.2.1.	Generalidades de las lentejas lens culinaris.....	6
2.2.2.	Taxonomía de las lentejas lens culinaris	7
2.2.3.	Composición nutricional de las lentejas lens culinaris.....	8
2.2.4.	Composición proximal de las lentejas lens culinaris.....	9
2.3.	Almidón	10
2.3.1.	Generalidades del almidón	10
2.3.2.	Aplicación en la industria del almidón.....	11
2.3.3.	Propiedades en biopolímeros.....	12
2.4.	Palta.....	13
2.4.1.	Generalidades de la palta.....	13
2.4.2.	Taxonomía de la palta.....	14
2.4.3.	Producción de Palta en el Perú	14
2.4.4.	Variedades de la palta.....	15
2.4.5.	Composición nutricional de la palta	16
2.4.6.	Composición proximal de la palta	18
2.5.	Aceite de palta.....	19
2.5.1.	Generalidades del aceite de palta.....	19
2.5.2.	Aplicación en la industria del aceite de palta	19
2.5.3.	Perfil de ácidos grasos del aceite de palta	19
2.5.4.	Métodos de extracción del aceite de palta	20

	Pág.
2.6. Glicerina.....	21
2.6.1. Generalidades de la glicerina.....	21
2.6.2. Aplicación en la industria de la glicerina	21
2.7. Recubrimiento comestible	22
2.7.1. Generalidades del recubrimiento comestible.....	22
2.7.2. Principales componentes del recubrimiento comestible.....	22
2.7.3. Propiedades de conservación de los recubrimientos comestibles	24
2.8. Fresas	26
2.8.1. Generalidades de las fresas.....	26
2.8.2. Tipo de cultivo de las fresas	27
2.8.3. Composición nutricional de las fresas	27
2.8.4. Composición proximal de las fresas.....	28
2.9. Análisis fisicoquímicos.....	29
2.9.1. pH	29
2.9.2. °Brix	29
2.9.3. Acidez Titulable	30
2.9.4. Pérdida de peso.....	30
2.10. Análisis nutricionales.....	30
2.10.1. Vitaminas.....	30
2.11. Análisis sensoriales.....	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. Lugar de ejecución.....	32
3.2. Materiales y equipos	32
3.2.1. Materia prima	32
3.2.2. Insumos.....	32
3.2.3. Equipos	32
3.2.4. Materiales de laboratorio y otros	33

	Pág
3.2.5. Reactivos	33
3.3. Metodología	33
3.3.1. Proceso de insumos para la Producción del recubrimiento comestible.....	34
3.3.2. Producción del recubrimiento comestible	36
3.3.3. Aplicación del recubrimiento comestible en las fresas	37
3.4. Diseño experimental	38
3.4.1. Variables independientes	39
3.4.2. Variables dependientes	40
3.4.3. Diseño estadístico	40
3.4.4. Análisis estadístico	41
3.4.5. Evaluación fisicoquímica de la materia prima	41
3.4.6. Evaluación de la formulación óptima a través del análisis sensorial.	42
3.4.7. Determinación de la vida útil de la fresa posterior a la aplicación del..... recubrimiento óptimo.	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	44
4.1. Caracterización de la materia prima – fresas	44
4.2. Obtención del almidón de lentejas para la elaboración del recubrimiento..... comestible	45
4.3. Determinación de la formulación óptima del recubrimiento comestible en..... fresas, en base a sus características fisicoquímicas y nutricionales.....	46
4.3.1.Evaluación de los parámetros fisicoquímicos en los tratamientos de fresas con y sin recubrimiento comestible desde el día 1 hasta el día 5 de..... almacenamiento.....	47
4.3.2. Evaluación de los parámetros nutricionales fresas con y sin recubrimiento..... comestible desde el día 1 hasta el día 5 de almacenamiento.....	63
4.3.2.Análisis de los parámetros fisicoquímicos en fresas recubiertas en el día..... 0 y analizadas en el quinto día de su almacenamiento a temperatura..... ambiente	67

4.3.3. Análisis de los parámetros nutricionales en fresas recubiertas en el día 0..... y analizadas en el quinto día de su almacenamiento a temperatura ambiente..87	
4.3.4. Evaluación de la superficie de respuesta para los parámetros fisicoquímicos.... de las fresas con recubrimiento comestible posterior a los 5 días de..... almacenamiento.....92	
4.3.5. Evaluación de la superficie de respuesta para los parámetros nutricionales de las fresas con recubrimiento comestible posterior a los 5 días de..... almacenamiento..... 107	
4.3.6. Evaluación de los parámetros sensoriales de las fresas con recubrimiento.... comestible durante los 5 días de almacenamiento 111	
4.3.7. Determinación del recubrimiento comestible con mayor aceptabilidad por..... los panelistas. 124	
4.3.8. Optimización de los parámetros fisicoquímicos y nutricionales en fresas con..... recubrimiento comestible posterior a los 5 días de almacenamiento 128	
4.4. Determinación de la vida útil del recubrimiento comestible óptimo en fresas 132	
4.4.1. Análisis microbiológico de las fresas recubiertas con el tratamiento..... óptimo..... 136	
V. CONCLUSIONES 137	
VI. RECOMENDACIONES..... 138	
VII. BIBLIOGRAFÍA 139	
VIII. ANEXOS..... 149	

ÍNDICE DE FIGURAS	Página
Figura 1 Grano de lentejas (<i>lens culinaris</i>)	7
Figura 2 Almidón de lentejas	11
Figura 3 Fresa de la variedad fragaria.....	26
Figura 4 Proceso de Extracción de Almidón	34
Figura 5 Proceso de producción del recubrimiento comestible	36
Figura 6 Proceso de aplicación del recubrimiento comestible.....	37
Figura 7 : Balance de materia para la extracción de almidón de lentejas	45
Figura 8: Pérdida de peso (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días	47
Figura 9 Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD para la pérdida de peso (%) en..... fresas con y sin recubrimiento (tratamientos)	49
Figura 10: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD para la pérdida de peso (%) en..... fresas con y sin recubrimiento (Días)	50
Figura 11: Niveles de Ph en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días	51
Figura 12 Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD Ph en fresas con y sin recubrimiento..... durante 5 días (tratamientos).....	53
Figura 13: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD pH en fresas con y sin recubrimiento..... durante 5 días (Días)	54
Figura 14 Niveles de los °Brix en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días	55
Figura 15 Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD °Brix en fresas con y sin recubrimiento..... durante 5 días (tratamientos).....	57
Figura 16: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD °Brix en fresas con y sin recubrimiento.... durante 5 días por (Días).....	58
Figura 17 Porcentaje de Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días.....	59

Figura 18: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD Acidez (%) en fresas con y..... sin recubrimiento durante 5 días (tratamientos).....	61
Figura 19: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD Acidez (%) en fresas con y..... sin recubrimiento durante 5 días (Días).....	62
Figura 20 Vitamina C en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días	63
Figura 21: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD vitamina C en fresas con y..... sin recubrimiento durante 5 días (tratamientos).....	65
Figura 22: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD vitamina C en fresas con y..... sin recubrimiento durante 5 días (Días).....	66
Figura 23: Gráfico de caja y Bigotes comparando la desviación estándar de la pérdida de..... peso (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos.....	70
Figura 24: Gráfico de medias para la pérdida de peso (%) en las fresas recubiertas en..... el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos por Tratamientos con intervalos de 95.0%.....	71
Figura 25 Gráfico de caja y Bigotes comparando la desviación estándar de los niveles..... de Ph en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.....	75
Figura 26 Gráfico de medias para el contenido de los niveles de pH con intervalos de..... 95.0% en las fresas en el quinto día.....	76
Figura 27 Gráfico de caja y Bigotes comparando la desviación estándar de los niveles de..... °Brix en fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.	80
Figura 28 Gráfico de medias para el contenido de niveles de °Brix en fresas recubiertas..... en el día 0, pasado los 5 días. por Tratamientos con intervalos de 95.0.....	81
Figura 29 Gráfico de caja y Bigotes comparando la desviación estándar de la Acidez (%)..... en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.....	85
Figura 24 Gráfico de medias para el contenido de la Acidez (%) en las fresas recubiertas en..... el día 0, pasado los 5 días con intervalos de 95.0%.....	86

Figura 25 Gráfico de caja y Bigotes comparando la desviación estándar de la vitamina C.....	
en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.....	90
Figura 32 Gráfico de medias para el contenido de la vitamina C en las fresas recubiertas.....	
en el día 0, pasado los 5 días con intervalos de 95.0%	91
Figura 33: Superficie de Respuesta para la pérdida de peso (%) en las fresas en el día 5.....	
de ser recubiertas.....	94
Figura 34: Superficie de Respuesta para los niveles de pH en las fresas en el día 5.....	
de ser recubiertas.....	98
Figura 35 Superficie de Respuesta para los °Brix en las fresas en el día 5 de ser.....	
recubiertas.....	102
Figura 36: Superficie de Respuesta para la acidez (%) en las fresas en el día 5.....	
de ser recubiertas.....	106
Figura 37 Superficie de Respuesta para la vitamina C en las fresas en el día 5.....	
de ser recubiertas.....	109
Figura 38: Análisis del olor de las fresas recubiertas y analizadas durante 5 días	112
Figura 39: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas.....	
durante 5 días (tratamientos).....	114
Figura 40: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas.....	
durante 5 días (días).....	115
Figura 41: Análisis del sabor de las fresas recubiertas y analizadas durante 5 días	116
Figura 42: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas.....	
durante 5 días (tratamientos).....	118
Figura 43: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas.....	
durante 5 días (días).....	119

Figura 44: Análisis de la textura de las fresas recubiertas y analizadas durante..... 5 días.....	120
Figura 45: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante..... 5 días (tratamientos).....	122
Figura 46: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante..... 5 días (días).....	123
Figura 47: Análisis de la aceptabilidad de las fresas recubiertas y analizadas durante..... 5 días.....	125
Figura 48: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante..... 5 días (tratamientos).....	126
Figura 49: Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante..... 5 días (días).....	127
Figura 50: Análisis sensorial para el olor de las fresas con recubrimiento optimo y sin..... recubrimiento	132
Figura 51 Análisis sensorial para el sabor de las fresas con recubrimiento optimo y sin..... recubrimiento	133
Figura 52 Análisis sensorial para la textura de las fresas con recubrimiento optimo y sin..... recubrimiento	134
Figura 53 Análisis sensorial para la aceptabilidad general de las fresas con recubrimiento..... optimo y sin recubrimiento	135

ÍNDICE DE TABLAS

Páginas

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la lenteja	8
Tabla 2 Contenido de proteínas y vitaminas de lentejas Lens Culinaris	8
Tabla 3: Contenido de minerales de la lenteja (Lens culinaris).....	9
Tabla 4 Composición proximal de la lenteja (Lens culinaris)	10
Tabla 7 Taxonomía de la Palta Hass.....	14
Tabla 8: Composición de aminoácidos por 100 g de pulpa de palta	17
Tabla 9: Composición química en vitaminas en 100 g de pulpa de palta.....	17
Tabla 10: Aporte nutricional en minerales en 100 g de pulpa de palta.....	18
Tabla 11: Análisis proximal de la palta hass en 100gr	18
Tabla 12: Composición proximal de la palta hass en 100 gr según diferentes autores	18
Tabla 13: Perfil de ácidos grasos de aceite de la palta.....	20
Tabla 14: Composición en vitaminas de la porción comestible de la fresa	28
Tabla 15: Composición proximal de la fresa	29
Tabla 16: Matriz de Operacionalización de Variables.....	39
Tabla 17: Variables independientes	40
Tabla 18: Matriz experimental.....	40
Tabla 19 : Caracterización de la materia prima fresa (fragaria)	44
Tabla 20 Análisis de Varianza para la Pérdida de peso (%) en fresas con y sin recubrimiento..... durante 5 días	48
Tabla 21 Análisis de Varianza para los niveles de Ph en fresas con y sin recubrimiento..... durante 5 días (%).....	52
Tabla 22 Análisis de Varianza para los niveles de °Brix en fresas con y sin recubrimiento..... durante 5 días - Suma de Cuadrados Tipo III	56

Tabla 23: Análisis de Varianza para el porcentaje de Acidez (%) en fresas con y sin..... recubrimiento durante 5 días - Suma de Cuadrados Tipo III.....	60
Tabla 24: Análisis de Varianza para la vitamina C en fresas con y sin recubrimiento durante..... 5 días - Suma de Cuadrados Tipo III	64
Tabla 25 Efecto de la pérdida de peso (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los..... 5 días.	67
Tabla 26 Resumen Estadístico para la Pérdida de peso (%) en las fresas recubiertas en el..... día 0, pasado los 5 días por Tratamientos por Tratamientos.....	69
Tabla 27: Tabla ANOVA para la pérdida de peso en las fresas recubiertas en el día 0,..... pasado los 5 días por Tratamientos.....	70
Tabla 28 Efecto de los niveles de pH en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.....	71
Tabla 29 Resumen Estadístico para los niveles de Ph de las fresas recubiertas en el día..... 0, pasado los 5 días	74
Tabla 30 Tabla ANOVA para los niveles de pH por Tratamientos en las fresas recubiertas..... en el día 0, pasado los 5 días.....	76
Tabla 31 Efecto de los °Brix en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.	77
Tabla 32 Resumen Estadístico para los niveles de °Brix en las fresas recubiertas en el día..... 0, pasado los 5 días.	79
Tabla 33 Tabla ANOVA para °Brix en fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días..... por Tratamientos	81
Tabla 34: Efecto de la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.	82
Tabla 35 Resumen Estadístico para la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0,..... pasado los 5 días	84

Tabla 36 Tabla ANOVA para la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado..... los 5 días por Tratamientos	86
Tabla 37: Efecto de la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.....	87
Tabla 38 Resumen Estadístico para la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0,..... pasado los 5 días	89
Tabla 39 Tabla ANOVA para la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0, pasado..... los 5 días por Tratamientos	91
Tabla 40 Pérdida de peso (%) de las fresas recubiertas durante día 5	92
Tabla 41 Análisis de Varianza para la pérdida de peso (%) en las fresas en el quinto día -..... Suma.. de Cuadrados Tipo III	93
Tabla 42 Niveles de pH en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días	96
Tabla 43 Análisis de Varianza para los niveles de pH en las fresas en el quinto día – Suma..... de Cuadrados Tipo III	97
Tabla 44 Niveles de °Brix en las fresas con y sin recubrimiento durante 5 días.....	100
Tabla 45: Análisis de Varianza para los °Brix en fresas recubiertas en el día 0, pasado..... los 5 días. por Tratamientos - Suma de Cuadrados Tipo III	101
Tabla 46 Porcentaje de Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días	104
Tabla 47 Análisis de Varianza para la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0,..... pasado los 5 días en las fresas en el quinto día - Suma de Cuadrados Tipo III	105
Tabla 48 Cantidad de Vitamina C en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días	107
Tabla 49 Análisis de Varianza para la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0,..... pasado los 5 días en las fresas en el quinto día - Suma de Cuadrados Tipo III	108
Tabla 50: Promedio del olor de las fresas recubiertas durante 5 días	112
Tabla 51 Análisis de Varianza para el olor de las fresas recubiertas durante los 5 días (%)	113
Tabla 52: Promedio del sabor de las fresas recubiertas durante 5 días.....	116

Tabla 53	Análisis de Varianza para el sabor de las fresas recubiertas durante los 5 días	117
Tabla 54:	Promedio de la textura de las fresas recubiertas durante 5 días	120
Tabla 55	Análisis de Varianza para la textura de las fresas recubiertas durante los 5 días ..	121
Tabla 56:	Promedio de la aceptabilidad general de las fresas recubiertas durante 5 días	124
Tabla 57	Análisis de Varianza para la textura de las fresas recubiertas durante los 5 días ..	125
Tabla 58:	Optimización de los parámetros fisicoquímicos y nutricionales en las fresas.....	129
Tabla 59:	Optimización de las variables de respuesta	130
Tabla 60:	Determinación de la formulación optima	130
Tabla 61:	Conteo Microbiológico en fresas recubiertas en su quinto día de almacenamiento.....	
	a temperatura ambiente	136

ÍNDICE DE ANEXOS

Páginas

<i>ANEXO 1. Recepción de las lentejas lens culinaris</i>	149
<i>ANEXO 2 Molido de las lentejas lens culinaris</i>	149
<i>ANEXO 3. Remojado de las lentejas lens culinaris</i>	149
<i>ANEXO 4. Filtrado de las lentejas lens culinaris</i>	149
<i>ANEXO 5. Segundo lavado de las lentejas lens culinaris</i>	150
<i>ANEXO 6. Segundo lavado de las lentejas lens culinaris</i>	150
<i>ANEXO 7. Secado del almidón de las lentejas lens culinaris</i>	150
<i>ANEXO 8. Segundo filtrado de las lentejas lens culinaris</i>	150
<i>ANEXO 9. Pesado del almidón de las lentejas lens culinaris</i>	151
<i>ANEXO 10. Pesado del aceite de palta</i>	151
<i>ANEXO 11. Pesado del agua</i>	151
<i>ANEXO 12. Pesado de la glicerina</i>	151
<i>ANEXO 13 Obtención del recubrimiento comestible</i>	152
<i>ANEXO 14. Mezcla de las variables independientes</i>	152
<i>ANEXO 15. Secado de las fresas recubiertas</i>	152
<i>ANEXO 16. Aplicación del recubrimiento</i>	152
<i>ANEXO 17 Pesado de fresas</i>	153
<i>ANEXO 18 Ecuación para determinación de la pérdida de peso</i>	153
<i>ANEXO 19 Tabla de la pérdida de peso (%) de las fresas con y sin recubrimiento luego</i> <i>de ser recubiertas en el día 0, y analizadas desde el día 1 hasta el día 5</i>	153
<i>ANEXO 20 Tabla de MMC para la pérdida de peso (%) en fresas con y sin recubrimiento</i> <i>durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%</i>	154
<i>ANEXO 21 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la pérdida de peso (%) en</i> <i>fresas</i> <i>con y sin recubrimiento por Días</i>	154

<i>ANEXO 22 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la pérdida de peso (%) en..... fresas con y sin recubrimiento por Tratamientos</i>	<i>155</i>
<i>ANEXO 23 Pruebas de Múltiple Rangos para la pérdida de peso (%) en las fresas..... recubiertas. en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos.....</i>	<i>155</i>
<i>ANEXO 24 Análisis de los niveles de pH en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5..... días por Tratamientos en el potenciómetro</i>	<i>156</i>
<i>ANEXO 25 Tabla de los niveles de pH de las fresas con y sin recubrimiento luego de..... ser recubiertas en el día 0, y analizadas desde el día 1 hasta el día 5.....</i>	<i>156</i>
<i>ANEXO 26 Tabla de MMC para los niveles de ph en fresas con y sin recubrimiento durante..... 5 días con intervalos de confianza del 95.0%.....</i>	<i>157</i>
<i>ANEXO 27 Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD Ph en fresas con y sin..... recubrimiento durante 5 días (Días).....</i>	<i>157</i>
<i>ANEXO 28 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para los niveles de Ph en fresas con..... y sin recubrimiento durante 5 días por Tratamientos</i>	<i>158</i>
<i>ANEXO 29 Pruebas de Múltiple Rangos para la pérdida de peso (%) en las fresas..... recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos.....</i>	<i>158</i>
<i>ANEXO 30 Análisis de los niveles de pH en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los..... 5 días por Tratamientos en el potenciómetro</i>	<i>159</i>
<i>ANEXO 31 Tabla de los °Brix de las fresas con y sin recubrimiento luego de ser..... recubiertas en el día 0, y analizadas desde el día 1 hasta el día 5.....</i>	<i>159</i>
<i>ANEXO 32 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para los niveles de °Brix en fresas..... con y sin recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%.....</i>	<i>160</i>
<i>ANEXO 33 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para Brix en fresas con y sin..... recubrimiento durante 5 días por Días.....</i>	<i>160</i>

<i>ANEXO 34 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para los niveles de °Brix en fresas.....</i>	
<i>con y sin recubrimiento durante 5 días por Tratamientos.....</i>	<i>161</i>
<i>ANEXO 35 Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix en fresas recubiertas en el día 0,.....</i>	
<i>pasado los 5 días. por Tratamientos.....</i>	<i>161</i>
<i>ANEXO 36: Flujograma para la acidez titulable en fresas.....</i>	<i>162</i>
<i>ANEXO 37. Adición de fenolftaleína</i>	<i>163</i>
<i>ANEXO 38 Pesado de la muestra</i>	<i>163</i>
<i>ANEXO 39. Adición de agua destilada.....</i>	<i>163</i>
<i>ANEXO 40. Titulación de acidez</i>	<i>164</i>
<i>ANEXO 41. Adición de NaOH.....</i>	<i>164</i>
<i>ANEXO 42 Tabla del gasto de N 0.1 de hidróxido de sodio.....</i>	<i>164</i>
<i>ANEXO 43 Tabla de la acidez (%) de las fresas con y sin recubrimiento luego de ser.....</i>	
<i>recubiertas en el día 0, y analizadas desde el día 1 hasta el día 5.....</i>	<i>164</i>
<i>ANEXO 44 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para la Acidez (%) en fresas con y.....</i>	
<i>sin recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%.....</i>	<i>165</i>
<i>ANEXO 45 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para Acidez (%) en fresas con y.....</i>	
<i>sin recubrimiento durante 5 días por Días</i>	<i>165</i>
<i>ANEXO 46 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para el porcentaje de Acidez (%).....</i>	
<i>en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días por (Tratamientos).....</i>	<i>166</i>
<i>ANEXO 47 Pruebas de Múltiple Rangos para la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el.....</i>	
<i>día 0, pasado los 5 días por Tratamientos.....</i>	<i>166</i>
<i>ANEXO 48. Flujograma para la acidez titulable en fresas</i>	<i>167</i>
<i>ANEXO 49. Adición del ácido oxálico.....</i>	<i>168</i>
<i>ANEXO 50. Pesado de la muestra</i>	<i>168</i>
<i>ANEXO 51. Rotulado de las muestras</i>	<i>168</i>

<i>ANEXO 52. Dilución en ácido oxálico</i>	<i>169</i>
<i>ANEXO 53. Segunda adición de ácido oxálico</i>	<i>169</i>
<i>ANEXO 54. Centrifugación de las muestras.....</i>	<i>169</i>
<i>ANEXO 55. Baño María de las muestras</i>	<i>169</i>
<i>ANEXO 56. Análisis de Vitamina C.....</i>	<i>170</i>
<i>ANEXO 57. Adición de muestras en las micro placas.....</i>	<i>170</i>
<i>ANEXO 58 Tabla de la vitamina C de las fresas con y sin recubrimiento luego de ser..... recubiertas en el día 0, y analizadas desde el día 1 hasta el día 5.....</i>	<i>170</i>
<i>ANEXO 59 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para la vitamina C en fresas con y..... sin recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%.....</i>	<i>171</i>
<i>ANEXO 60 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la vitamina C en fresas con y..... sin recubrimiento durante 5 días por Días</i>	<i>171</i>
<i>ANEXO 61 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la vitamina C en fresas con y..... sin recubrimiento durante 5 días por (Tratamientos).....</i>	<i>172</i>
<i>ANEXO 62 Pruebas de Múltiple Rangos para la vitamina C en las fresas recubiertas en..... eldía 0, pasado los 5 días por Tratamientos.....</i>	<i>172</i>
<i>ANEXO 63: Entrega de las fichas de evaluación sensorial a los panelistas.....</i>	<i>173</i>
<i>ANEXO 64: Evaluación sensorial de los panelistas.....</i>	<i>173</i>
<i>ANEXO 65: Ficha de analisis sensorial del tratamiento T2, T3 Y T5.....</i>	<i>174</i>
<i>ANEXO 66: Ficha de analisis sensorial del tratamiento optimo y el control.....</i>	<i>175</i>
<i>ANEXO 67 Tabla de puntuación de los panelistas en el olor característico de las fresas..... recubiertas durante 5 días</i>	<i>176</i>
<i>ANEXO 68 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para el olor en fresas con y sin..... recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%</i>	<i>177</i>

<i>ANEXO 69 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para el olor en fresas con y sin..... recubrimiento por Tratamientos.....</i>	<i>177</i>
<i>ANEXO 70 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para el olor en fresas con y sin..... recubrimiento por Días.....</i>	<i>177</i>
<i>ANEXO 71 Tabla de puntuación de los panelistas en el sabor característico de las fresas..... recubiertas durante 5 días.....</i>	<i>178</i>
<i>ANEXO 72 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para el sabor en fresas con..... recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%.....</i>	<i>179</i>
<i>ANEXO 73 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para el sabor en fresas con..... recubrimiento por Tratamientos.....</i>	<i>179</i>
<i>ANEXO 74 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para el sabor en fresas con..... recubrimiento por Días.....</i>	<i>179</i>
<i>ANEXO 75 Tabla de puntuación de los panelistas en la textura característica de las fresas..... recubiertas durante 5 días.....</i>	<i>180</i>
<i>ANEXO 76 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para la textura en fresas con..... recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%.....</i>	<i>181</i>
<i>ANEXO 77 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la textura en fresas con..... recubrimiento por Tratamientos.....</i>	<i>181</i>
<i>ANEXO 78 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la textura en fresas con..... recubrimiento por Días.....</i>	<i>181</i>
<i>ANEXO 79 Tabla de puntuación de los panelistas en la aceptabilidad general de las fresas..... recubiertas durante 5 días.....</i>	<i>182</i>
<i>ANEXO 80 Tabla de MMC para la aceptabilidad general en fresas con recubrimiento..... durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%.....</i>	<i>183</i>

<i>ANEXO 81 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la aceptabilidad general en.....</i>	
<i>fresas con recubrimiento por Tratamientos.....</i>	<i>183</i>
<i>ANEXO 82 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la aceptabilidad general en.....</i>	
<i>fresas con recubrimiento por Días</i>	<i>183</i>
<i>Anexo 85 Recubrimiento comestible T2 Día 1.....</i>	<i>184</i>
<i>Anexo 84 Recubrimiento comestible T1 Día 1.....</i>	<i>184</i>
<i>Anexo 83 Recubrimientos comestibles Día 1.....</i>	<i>184</i>
<i>Anexo 91 Recubrimiento comestible T8 Día 1.....</i>	<i>185</i>
<i>Anexo 90 Recubrimiento comestible T7 Día 1.....</i>	<i>185</i>
<i>Anexo 89 Recubrimiento comestible T6 Día 1.....</i>	<i>185</i>
<i>Anexo 88 Recubrimiento comestible T5 Día 1.....</i>	<i>185</i>
<i>Anexo 87 Recubrimiento comestible T4 Día 1.....</i>	<i>185</i>
<i>Anexo 86 Recubrimiento comestible T3 Día 1.....</i>	<i>185</i>
<i>Anexo 93 Recubrimiento comestible T10 Día 1.....</i>	<i>186</i>
<i>Anexo 92 Recubrimiento comestible T9 Día 1.....</i>	<i>186</i>
<i>Anexo 94 Recubrimiento comestible Tratamiento Control Día 1.....</i>	<i>186</i>
<i>Anexo 95 Recubrimientos comestibles Día 2.....</i>	<i>187</i>
<i>Anexo 97 Recubrimiento comestible T2 Día 2.....</i>	<i>187</i>
<i>Anexo 96 Recubrimiento comestible T1 Día 2.....</i>	<i>187</i>
<i>Anexo 101 Recubrimiento comestible T6 Día 2.....</i>	<i>188</i>
<i>Anexo 100 Recubrimiento comestible T5 Día 2.....</i>	<i>188</i>
<i>Anexo 99 Recubrimiento comestible T4 Día 2.....</i>	<i>188</i>
<i>Anexo 98 Recubrimiento comestible T3 Día 2.....</i>	<i>188</i>
<i>Anexo 103 Recubrimiento comestible T8 Día 2.....</i>	<i>188</i>
<i>Anexo 102 Recubrimiento comestible T7 Día 2.....</i>	<i>188</i>

<i>Anexo 105 Recubrimiento comestible T10 Día 2</i>	189
<i>Anexo 104 Recubrimiento comestible T9 Día 2</i>	189
<i>Anexo 106 Recubrimiento comestible Tratamiento Control Día 2</i>	189
<i>Anexo 107 Recubrimientos comestibles Día 3</i>	190
<i>Anexo 109 Recubrimiento comestible T2 Día 3</i>	190
<i>Anexo 108 Recubrimiento comestible T1 Día 3</i>	190
<i>Anexo 111 Recubrimiento comestible T4 Día 3</i>	191
<i>Anexo 110 Recubrimiento comestible T3 Día 3</i>	191
<i>Anexo 113 Recubrimiento comestible T6 Día 3</i>	191
<i>Anexo 112 Recubrimiento comestible T5 Día 3</i>	191
<i>Anexo 115 Recubrimiento comestible T8 Día 3</i>	191
<i>Anexo 114 Recubrimiento comestible T7 Día 3</i>	191
<i>Anexo 117 Recubrimiento comestible T10 Día 3</i>	192
<i>Anexo 116 Recubrimiento comestible T9 Día 3</i>	192
<i>Anexo 118 Recubrimiento comestible Tratamiento Control Día 3</i>	192
<i>Anexo 119 Recubrimientos comestibles Día 4</i>	193
<i>Anexo 121 Recubrimiento comestible T2 Día 4</i>	193
<i>Anexo 120 Recubrimiento comestible T1 Día 4</i>	193
<i>Anexo 125 Recubrimiento comestible T6 Día 4</i>	194
<i>Anexo 124 Recubrimiento comestible T5 Día 4</i>	194
<i>Anexo 123 Recubrimiento comestible T4 Día 4</i>	194
<i>Anexo 122 Recubrimiento comestible T3 Día 4</i>	194
<i>Anexo 126 Recubrimiento comestible T7 Día 4</i>	194
<i>Anexo 127 Recubrimiento comestible T8 Día 4</i>	194
<i>Anexo 129 Recubrimiento comestible T10 Día 4</i>	195

	Pág.
<i>Anexo 128 Recubrimiento comestible T9 Día 4.....</i>	<i>195</i>
<i>Anexo 130 Recubrimiento comestible Tratamiento Control Día 4.....</i>	<i>195</i>
<i>Anexo 133 Recubrimiento comestible T2 Día 5.....</i>	<i>196</i>
<i>Anexo 132 Recubrimiento comestible T1 Día 5.....</i>	<i>196</i>
<i>Anexo 131 Recubrimientos comestibles Día 5.....</i>	<i>196</i>
<i>Anexo 139 Recubrimiento comestible T8 Día 5.....</i>	<i>197</i>
<i>Anexo 138 Recubrimiento comestible T7 Día 5.....</i>	<i>197</i>
<i>Anexo 137 Recubrimiento comestible T6 Día 5.....</i>	<i>197</i>
<i>Anexo 136 Recubrimiento comestible T5 Día 5.....</i>	<i>197</i>
<i>Anexo 135 Recubrimiento comestible T4 Día 5.....</i>	<i>197</i>
<i>Anexo 134 Recubrimiento comestible T3 Día 5.....</i>	<i>197</i>
<i>Anexo 140 Recubrimiento comestible T9 Día 5.....</i>	<i>198</i>
<i>Anexo 141 Recubrimiento comestible T10 Día 5.....</i>	<i>198</i>
<i>Anexo 142 Recubrimiento comestible Tratamiento Control Día 5.....</i>	<i>198</i>

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfoca en la formulación de un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, glicerina y aceite de palta para conservar las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales de las fresas. El objetivo fue extender la vida útil de las fresas mediante la formulación de un recubrimiento que aproveche el almidón proveniente de una leguminosa que no es aprovechada en la industria, para ello se tomó en cuenta los rangos de la formulación del recubrimiento comestible a base de 7% a 9% de Almidón de lentejas, 5% a 7% de Glicerina y de 11% a 13% Aceite de palta. Se aplicó un Diseño de mezclas Simplex Centroides, con 7 formulaciones y 3 réplicas, se obtuvo 10 tratamientos.

Los análisis fisicoquímicos y nutricionales mostraron resultados significativos cuando se comparó fresas con y sin recubrimiento comestible, en los cuales se demostró que aquellos recubrimientos con cantidades mínimas de glicerina y almidón, pero con cantidades altas de aceite, conservan de mejor manera parámetros fisicoquímicos como la pérdida de peso, pH, sólidos solubles (°Brix), acidez titulable, nutricionales como la vitamina C y parámetros sensoriales tales como el sabor, olor y textura. Esto es debido a la concentración de glicerina que, si es muy alta, se forma un recubrimiento demasiado denso que impedirá que la fruta pueda respirar, mientras que, si se mezcla con una cantidad baja de aceite, que es el encargado de las propiedades de permeabilidad, no protegerá por completo las fresas.

La formulación óptima obtenida en base a los parámetros fisicoquímicos, nutricionales y sensoriales fue la formulación del tratamiento T5 que está constituida por 7 % de almidón de lentejas, 5 % de glicerina y 13 % de aceite de palta

Palabras clave: Recubrimiento comestible, Fisicoquímico, pH, glicerina, permeabilidad.

ABSTRACT

The present research work to obtain the title of Agroindustrial Engineer focuses on the formulation of an edible coating based on lentil starch, glycerin, and avocado oil to preserve the physicochemical, sensory, and nutritional properties of strawberries. The objective was to extend the shelf life of strawberries by formulating a coating that takes advantage of starch derived from a legume that is underutilized in the industry. For this purpose, the formulation ranges for the edible coating were considered, consisting of 7% to 9% lentil starch, 5% to 7% glycerin, and 11% to 13% avocado oil. A Simplex Centroid Mixture Design was applied, with 7 formulations and 3 replicates, resulting in 10 treatments.

The physicochemical and nutritional analyses showed significant results when comparing strawberries with and without edible coating. These results demonstrated that coatings with minimal amounts of glycerin and starch but higher amounts of oil better preserve physicochemical parameters such as weight loss, pH, soluble solids (°Brix), titratable acidity, nutritional components like vitamin C, and sensory parameters such as flavor, smell, and texture. This is due to the concentration of glycerin, which, if too high, forms a coating that is too dense, preventing the fruit from breathing. Meanwhile, if it is mixed with a low amount of oil, which is responsible for the permeability properties, the coating will not completely protect the strawberries.

The optimal formulation obtained based on the physicochemical, nutritional, and sensory parameters was the formulation of treatment **T5**, consisting of 7% lentil starch, 5% glycerin, and 13% avocado oil.

Keywords: Edible coating, Physicochemical, pH, glycerin, permeability.

I. INTRODUCCION

En el mercado actual cada vez es más común el uso de biopolímeros como las películas o los recubrimientos comestibles en los productos procesados, la mayor demanda se centra en la obtención de productos inocuos y de calidad, estos biopolímeros buscan reemplazar el uso de los plásticos convencionales para la conservación de los productos procesados, sin embargo, muchos de los bioplásticos presentan un coste significativo para su proceso de elaboración, no obstante, los recubrimientos comestibles pueden ser elaborados a partir de polisacáridos como el almidón, el cual es un producto de bajo costo y fácil obtención (Oñate L. 2018).

Además, otro de los problemas fundamentales de la agro sostenibilidad radica en que algunos productos frescos son altamente perecederos, es decir, estos productos poseen una vida útil extremadamente corta, ya que se descomponen rápidamente si es que estas no son refrigeradas. Al alcanzar su punto de madurez en un corto período de tiempo, se convierten en desechos si no son consumidos de inmediato, tal como ocurre con las fresas (Muley et al. 2022).

Paralelo a ello, el Perú exporta grandes cantidades de palta, pero esta es más de la que se puede procesar o exportar, generando residuos que serían muy bien aprovechados, sin embargo, la palta tiene muchos beneficios, y es utilizado principalmente para los cosméticos por sus propiedades antibacterianas, por consiguiente, estas características también se pueden aplicar a un recubrimiento comestible (Flórez J. 2017), a pesar de ello, es necesario tomar en cuenta el método de extracción del aceite, pues algunos métodos, requieren reactivos que vuelven toxico el aceite de palta si este es consumido, el método de extracción recomendado es el presando en frio ya que no afecta sus propiedades nutricionales y funcionales.

Dado que los recubrimientos comestibles necesitan una fuente de almidón, se les suele asociar con uso del almidón obtenido de las papas o de las yucas, sin embargo, las leguminosas como las lentejas son una fuente alta en proteínas y en almidón, ya que cuentan con un porcentaje de almidón aproximado de 47% (Guanga et al. 2021) y su bajo costo es consecuencia de su alta producción y su disponibilidad durante todo el año. Estas lentejas no han sido industrializadas, puesto que su producción y comercio se basa en la exportación y consumo de este producto, por lo que se vuelve una oportunidad para las lentejas la extracción del almidón para su uso industrial. Por otro

lado, en algunas zonas productoras, al existir mucho producto, genera poca demanda, lo que ocasiona pérdidas significativas para el productor.

El proyecto de investigación tiene como propósito alargar la vida útil de la fresa, ya que, durante su venta en los mercados, no son almacenados en refrigeración, sino expuestos, llegando al punto de senescencia más rápido, debido a ello se busca elaborar un recubrimiento comestible de uso comercial aprovechando la palta, ya que sus aceites tienen propiedades antibacterianas (Vivero et al. 2019).

Económicamente, es una alternativa más cómoda que emplea recursos baratos y efectivos que permitan alargar vida útil con la misma efectividad o superior que los recubrimientos actuales, ya que aprovecha el alto porcentaje del almidón de la lenteja, el cual tiene una larga vida útil, además de ser barato y se encuentra disponible durante todo el año (Condori & Magaña, 2020), y la palta el cual se vuelve un desecho cuando está por llegar a su estado de senescencia.

Como aspecto social, las personas reducirían el porcentaje de residuos generados por la palta, para ser reutilizados, a cambio de poder adquirir en los mercados un producto con un recubrimiento comestible que alargue la vida útil del producto que consumirán. Teóricamente es posible la elaboración de este recubrimiento que alargará la vida útil de un producto altamente perecedero, conservando la mayoría de sus características principales fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales, de esta manera dicho producto no dependería de la refrigeración para alargar la vida útil, lo que evitaría pérdidas en caso de fallos con la refrigeración durante el proceso de exportación y durante su comercialización en un mercado local (Oñate L. 2018).

El desarrollo de recubrimientos comestibles ha sido objeto de investigación en los últimos años debido a su capacidad para extender la vida útil de frutas y hortalizas, preservando sus características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales. Hanco (2017), por ejemplo, formuló un recubrimiento basado en glicerina, lecitina de soya y gel de aloe vera aplicado a naranjas, logrando mantener propiedades clave como el color, la pérdida de peso y los sólidos solubles durante cuatro semanas a 5 °C. Estos resultados resaltaron la importancia de elegir cuidadosamente los ingredientes para optimizar las propiedades de conservación.

La introducción del almidón como componente principal en los recubrimientos ha ganado interés, especialmente el almidón extraído de legumbres. Condori y Magaña

(2020) utilizaron almidón de lenteja combinado con aceite esencial de muña y proteína de soya para aumentar la vida útil de guayabas en postcosecha, extendiéndola hasta 15 días a temperatura ambiente. Su investigación destacó la capacidad del almidón para formar matrices que actúan como barrera contra el intercambio de gases y humedad.

El glicerol, utilizado como plastificante en múltiples estudios, ha demostrado ser esencial para mejorar la flexibilidad y la resistencia de las películas y recubrimientos comestibles. Jima I. (2015) utilizó glicerol en la formulación de recubrimientos para fresas, observando una prolongación significativa de la vida útil hasta 16 días con alta aceptación sensorial. Similarmente, García R. (2019) empleó glicerol y aceite esencial de romero en recubrimientos para saúco, identificando su efecto positivo en la aceptabilidad de los consumidores.

Además, los aceites esenciales han sido estudiados por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Molocho y Orbegoso (2017) formularon un recubrimiento a base de aloe vera y aceite esencial de canela para tomates Roma, logrando duplicar su vida útil en comparación con el tratamiento control. Por su parte, Chasiloa P. (2019) evaluó el impacto de los aceites esenciales de canela y clavo de olor en frutos de mora, mejorando significativamente su firmeza y reduciendo la pérdida de peso sin alterar las características sensoriales.

Por otra parte, Ramos et al. (2018) señalaron las ventajas de los almidones modificados frente a los nativos, destacando su mayor resistencia mecánica y propiedades de barrera, esenciales para aplicaciones en frutas y hortalizas frescas. En esta línea, Guanga et al. (2020) desarrollaron un proceso eficiente para la obtención de almidón de lenteja con un rendimiento del 27.13%, destacando su potencial como componente funcional en recubrimientos comestibles.

La interacción entre los componentes estructurales y funcionales también ha sido estudiada. Orozco (2017) observó que el glicerol mejora las propiedades mecánicas de películas basadas en mucílago de nopal y pectina, mientras que Márquez et al. (2007) concluyeron que, aunque el sorbitol proporciona mayor resistencia a la tracción, el glicerol aporta elasticidad, factor relevante para la manipulación de las películas.

Finalmente, Cruzado y Tinoco (2023) demostraron la efectividad de un recubrimiento a base de mucílago de linaza, cera de abeja y colágeno en la conservación

de papaya mínimamente procesada, preservando sus propiedades nutricionales durante el almacenamiento a 4 °C.

Estos estudios aportan información valiosa sobre el impacto de los ingredientes y las formulaciones en la conservación de frutas y hortalizas, estableciendo una base sólida para tu investigación. En este contexto, el uso de almidón de lentejas, glicerina y aceite de palta como componentes principales en recubrimientos comestibles para fresas representa una propuesta innovadora para optimizar las características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales, alineándose con las tendencias actuales en la agroindustria sostenible.

Para el desarrollo de este estudio, planteamos como problema de investigación: ¿Cuál es la formulación óptima para un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de palta, y glicerina para conservar las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales de fresas?

Es por ello, que el principal objetivo de la presente investigación consiste en Formular un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de palta, y glicerina para conservar las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales de las fresas. Además, se ha planteado objetivos específicos, los cuales involucran la evaluación fisicoquímica de la materia prima, es decir, la fresa fresca de la variedad fragaria procedente del Valle del Santa, la obtención del almidón de lentejas, la determinación de la formulación óptima del recubrimiento comestible en base a sus características fisicoquímicas y nutricionales, posterior a la aplicación del recubrimiento, evaluar la vida útil de la fresa con el tratamiento óptimo, obtenidas a partir de Diseño experimental aplicado a un Diseño de Mezclas donde el programa estadístico realizara formulaciones con los rangos de porcentajes introducidos para poder determinar la formulación óptima

La hipótesis propuesta por esta investigación consiste en que es posible la elaboración de un recubrimiento comestible formulado en un rango de 7 a 9% de almidón de lentejas, 5 a 7% de glicerina y 11 a 13% de aceite de palta, permitirá conservar las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales de las fresas.

II. MARCO TEORICO

2.1.Métodos de conservación de los productos

A lo largo de los años, se ha buscado distintas maneras de preservar los alimentos, los métodos más comunes son mediante procesos térmicos, ya sea mediante la reducción de temperatura, como la congelación y refrigeración, a fin de ralentizar el proceso de descomposición de muchos productos, ya sea de origen animal, o vegetal, además que, a bajas temperaturas, muchos microorganismos no se encuentran en condiciones para poder sobrevivir, así como también existen microorganismos termófilos con la capacidad de adaptarse a bajas temperaturas.

Así mismo, se emplean procesos térmicos como el ahumado, la cocción, pasterización, esterilización, etc. Su función es elevar la temperatura del producto a condiciones que los microorganismos no puedan sobrevivir, cada método, se diferencia según las condiciones según el tiempo y temperatura a la que llevan el producto, sin embargo, este proceso también le quita ciertas propiedades al producto, como la evaporación de las vitaminas y pérdida de algunos componentes que favorecen a la salud del cuerpo humano.

Otros métodos, se basan en el principio de la ausencia de humedad, ya que, sin humedad, los microorganismos no pueden proliferar, esto se consigue mediante la deshidratación, liofilización y el salado, sin embargo, esto altera significativamente las propiedades mecánicas del producto.

Los aditivos son ampliamente aplicados en productos procesados, como embutidos, productos horneados y bebidas, su uso involucra la incorporación de sustancias químicas, como conservantes, antioxidantes y antimicrobianos, para inhibir el crecimiento microbiano y retardar las reacciones químicas que causan el deterioro de los alimentos. Los aditivos como el benzoato de sodio, el ácido ascórbico y los nitratos son comunes en la industria alimentaria. Sin embargo, muchos de estos aditivos, no pueden ser expulsados por completo del cuerpo humano, generando así, problemas de salud perjudiciales a largo plazo a causa de su consumo en exceso.

Los biopolímeros por otro lado, son la nueva tendencia como método de conservación de los productos procesados, son una técnica de conservación que implica aplicar una capa delgada y comestible sobre la superficie de los alimentos para

protegerlos contra factores externos que causan deterioro. Estos recubrimientos, compuestos de biopolímeros como proteínas, polisacáridos y lípidos, actúan como barreras a la humedad, al oxígeno y a otros gases, retardando así la deshidratación, la oxidación y el crecimiento microbiano. Además de prolongar la vida útil de los alimentos, los recubrimientos comestibles pueden mejorar la apariencia, textura y frescura de los productos, y pueden incorporar aditivos funcionales como antioxidantes y agentes antimicrobianos para aumentar aún más la calidad y seguridad alimentaria. Esta técnica es aplicable a una amplia variedad de productos, incluyendo frutas, verduras, carnes y productos horneados.

2.2.Lentejas

2.2.1. Generalidades de las lentejas lens culinaris

Las lentejas se consideran una de las legumbres más antiguas y valiosas del Viejo Mundo por su alta calidad nutricional. Se estima que su edad es de 8000 a 9000 años (Araneda M. 2022). Los granos son ondulados, el tamaño es de 15 a 30 μm de largo y de 10 a 25 μm de ancho. Este grano se llama "carne de pobre" porque es más barato que la carne. Complementa los alimentos ricos en cereales proporcionando alimentos nutritivos que equilibren los requisitos de aminoácidos y micronutrientes en la dieta. Cada media taza de lentejas cocidas contiene 9 gramos de proteína, esenciales para el desarrollo y mantenimiento de los tejidos corporales, especialmente importantes en dietas vegetarianas y veganas, lo que las convierte en una muy buena fuente de proteína de origen vegetal. Dependiendo de la variedad, el contenido proteico de las lentejas varía entre el 22 y el 32% (Alvarado et al. 2022).

Hay dos tipos de proteínas metabólicas y proteínas de almacenamiento que constituyen aproximadamente el 80% de la proteína total en las semillas, de las cuales 31,8-49,7% son albúminas, 26,2-34,6% son globulinas y menos del 5% son prolaminas y glutelinas (Bermejo C. 2021).

Además, son ricas en fibra dietética, que favorece la salud digestiva, ayuda a regular los niveles de azúcar en la sangre y promueve la saciedad, lo cual es beneficioso para el control del peso. Las lentejas también contienen una variedad de vitaminas y minerales importantes, como el hierro, esencial para la formación de glóbulos rojos y la prevención de la anemia; el folato, crucial durante el embarazo para prevenir defectos del tubo neural; y el magnesio, que contribuye a la salud cardiovascular. Su perfil

nutricional se completa con antioxidantes y compuestos bioactivos que tienen propiedades antiinflamatorias y pueden reducir el riesgo de enfermedades crónicas. Las vitaminas que se encuentran en las lentejas incluyen las vitaminas A, E y B (en mayores proporciones). Este nutriente contiene grandes cantidades de niacina (B3) y ácido fólico (B9), y además, los cereales tienen un alto contenido de fósforo, hierro, zinc y potasio, así como pequeñas cantidades de otros componentes necesarios (Araneda M. 2022).

En el Perú se cultivan varias variedades, principalmente en los departamentos de la Sierra norte de Cajamarca, La Libertad y Ancash (La República, 2019).

Figura 1

Grano de lentejas (*lens culinaris*)



2.2.2. Taxonomía de las lentejas *lens culinaris*

La taxonomía de la lenteja *lens culinaris* se explica en la Tabla 1 en la que describe que está constituida de la siguiente manera:

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la lenteja

Clasificación taxonómica de la lenteja lens culinaris	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Tribu	Fabeae
Género	Lens
Especie	L. culinaris

Fuente: (Chicaiza & García, 2017).

2.2.3. Composición nutricional de las lentejas lens culinaris

Las lentejas además de aportar alrededor de un 25% en proteínas, son bajas en grasas, y son una fuente importante de aminoácidos esenciales, que contienen leucina, lisina y fenilalanina (39,3 g/100 g de proteína) (Alvarado et al. 2022).

Tabla 2

Contenido de proteínas y vitaminas de lentejas Lens Culinaris

Componente	Hidalgo et al. (2018)	Chicaiza & García (2017)	Guanga et al. (2021)
Proteína (g)	25.4	24.63	28.4
Grasa (g)	1.8	1.06	1.2
Carbohidrato (g)	57.4	63.35	69.9
Fibra cruda(g)	10.7	10.7	5.7
Vitamina A (mg)	4	-	0.025
Tiamina (BI)	0.5	-	0.34
Riboflavina (mg)	0.25	0.211	0.31
Niacina (mg)	2.5	2.605	1.73
Ácido ascórbico (C)	-	4.5	0.73
α - Tocoferol (E)	-	-	0.47

Este grano también contiene niveles suficientes de antioxidantes, que actúan como defensa contra los radicales libres (Bermejo C. 2021). Entre los minerales que componen la lenteja, destaca el calcio, fósforo y potasio, los cuales se encuentran en mayor medida en estas legumbres, la composición de compuestos fenólicos retarda o inhibe el daño oxidativo, previniendo así el desarrollo de diabetes, osteoporosis, enfermedades cardiovasculares, trastornos gastrointestinales, enfermedades suprarrenales, hipertensión y reduciendo la incidencia de colesterol malo y cáncer de mama (Guanga et al. 2021).

Tabla 3:

Contenido de minerales de la lenteja (*Lens culinaris*)

Componente	Hidalgo et al. (2018)	Chicaiza & García (2017)	Guanga et al. (2021)
Calcio (g)	51	35	64.0
Fósforo (g)	454	281	465.5
Zinc (g)	3.6	3.27	4.4
Hierro (g)	9	6.51	8.0
Magnesio (g)	107	47	136.1
Potasio (g)	855	677	976-4
Cobre (g)	0.8	-	1.2

2.2.4. Composición proximal de las lentejas *lens culinaris*

Entre los carbohidratos de las lentejas, el almidón es el componente principal (35-53%), del cual 34,8-45,5% es amilosa y 0,2-8,0% es amilopectina. Otros carbohidratos son los azúcares, siendo la estaquiosa el azúcar principal, que representa entre el 35% y el 64% del total de azúcares libres, presentan un bajo porcentaje de humedad y un alto valor proteico. (Condori, 2019).

Tabla 4

Composición proximal de la lenteja (*Lens culinaris*)

%	Guanga et al. (2021)	Nambo et al. (2023)	Condori & Magaña (2020)
Almidón %	40.74	-	-
Humedad %	11.93	8.49 ±0.10a	8.4
Cenizas %	2.42	2.80 ±0.06b	2.3
Proteínas %	23.51	30.62 ±1.85a	23.2
Lípidos %	1.933	1.56 ±0.08b	1.1
Fibra %	5.96	10.92 ±0.15a	4.0

2.3. Almidón

2.3.1. Generalidades del almidón

El almidón es la mayor fuente de carbohidratos en la dieta humana y el polisacárido de almacenamiento más abundante en las plantas. Se presenta naturalmente en forma de gránulos en los cloroplastos de las hojas verdes almacenados en los tejidos de las plantas, especialmente en los amiloplastos de semillas, raíces y tubérculos como una fuente de energía. El almidón se extrae y purifica para ser utilizado en una variedad de aplicaciones debido a sus propiedades fisicoquímicas versátiles (Torrenegra et al., 2021)

Se caracteriza por su capacidad de gelatinización y retrogradación. Durante la gelatinización, el almidón en presencia de agua y calor se hincha y forma un gel viscoso, lo que lo hace útil como agente espesante y estabilizante. La retrogradación se refiere a la reorganización de las moléculas de almidón después de la gelatinización, lo cual puede influir en la textura y estabilidad de los productos finales (Guanga et al., 2021).

A nivel molecular, el almidón natural se compone de dos componentes distintos, amilosa y amilopectina, que pueden separarse y estudiarse de forma independiente mediante fraccionamiento. La amilosa, un polímero esencialmente lineal, normalmente constituye entre el 15 y el 20 % del almidón, y la amilopectina, una molécula ramificada más grande, es el componente principal del polisacárido. (Ramos et al. 2018)

Figura 2

Almidón de lentejas



2.3.2. Aplicación en la industria del almidón

El almidón es un componente versátil y esencial en múltiples industrias, ofreciendo propiedades funcionales que mejoran la calidad, textura y estabilidad de una variedad de productos. Entre los usos más comunes del almidón dentro de la industria alimentaria es su aplicación en los recubrimientos y películas comestibles, ya que están compuestos de una base de polisacáridos, como lo son los derivados de la celulosa, en este caso, el almidón, el cual representa una alternativa debido a su fácil procesamiento, bajo costo, abundancia, inocuidad, y fácil manipulación, lo favorece el alcance de una agricultura sostenible (Fernández et al. 2015).

El almidón también se suele modificar el almidón, a fin de mejorar propiedades como la resistencia mecánica, a la humedad y a los gases, obteniendo como resultado un recubrimiento o película comestible con mejores propiedades que con almidón nativo, y así extender la vida útil del producto aún más, conservando su textura, firmeza y reduciendo su tasa de respiración (Torrenegra et al. 2021)

2.3.3. Propiedades en biopolímeros

Los recubrimientos comestibles pueden emplear distintas bases para ser formadas, cada uno le confiere propiedades diferentes, en el caso del uso del almidón, el recubrimiento comestible adquiere las siguientes propiedades:

- Propiedades de barrera:

El almidón es conocido por su capacidad para actuar como una barrera eficaz contra el oxígeno, lo que es esencial para prevenir la oxidación de los alimentos. Esta propiedad ayuda a mantener la frescura y calidad de los productos al evitar que se deterioren debido a la exposición al aire. Además, el almidón también ofrece cierta resistencia al paso del dióxido de carbono, lo cual es beneficioso para conservar la atmósfera modificada alrededor del alimento. Aunque su capacidad para bloquear el vapor de agua no es óptima por sí sola, el almidón puede modificarse químicamente o combinarse con otros biopolímeros para mejorar esta función. (De Ancos et al., 2015)

- Propiedades mecánicas:

El almidón tiene la capacidad de formar películas delgadas y transparentes, lo que permite una aplicación uniforme sobre la superficie de los alimentos. Estas películas no solo son visualmente atractivas debido a su transparencia, sino que también ofrecen flexibilidad y resistencia, lo que ayuda a proteger los alimentos durante su manipulación y almacenamiento. La flexibilidad del almidón evita que los recubrimientos se rompan fácilmente, asegurando así una protección continua (Condori & Magaña, 2020).

- Compatibilidad y biodegradabilidad:

Una de las ventajas más significativas del almidón es su biodegradabilidad, lo que lo hace ambientalmente amigable. Los recubrimientos de almidón se descomponen naturalmente sin dejar residuos tóxicos, lo que es crucial en la reducción de desechos plásticos. Además, el almidón es compatible con otros biopolímeros, como proteínas y lípidos, lo que permite su uso en combinación para mejorar las propiedades deseadas del recubrimiento (Fernandez et al., 2017).

- Propiedades sensoriales:

Los recubrimientos de almidón son generalmente transparentes, lo que preserva la apariencia visual del alimento sin afectar su atractivo estético. Además de presentar un

sabor y olor neutro, lo que significa que no altera las características organolépticas de los alimentos. Esto es especialmente importante para mantener el sabor y aroma originales de los productos recubiertos. (García R., 2019)

- Funcionalidad adicional:

El almidón puede actuar como un portador de aditivos funcionales, como antioxidantes, antimicrobianos, o colorantes naturales, para mejorar aún más la calidad y la estabilidad del alimento.

El almidón es un componente clave en los recubrimientos comestibles debido a su capacidad para formar películas protectoras, su bajo costo, y su compatibilidad con otros materiales biopoliméricos. Estas propiedades hacen del almidón una opción versátil y efectiva para aplicaciones en la industria alimentaria, donde la prolongación de la vida útil y la mejora de la calidad de los productos son fundamentales (Rosero et al., 2020).

2.4.Palta

2.4.1. Generalidades de la palta

La palta Hass, también conocido como el aguacate Hass (Persea Americana Mill. cv. 'Hass'), es un fruto perteneciente a la familia Laureceae, presenta propiedades nutricionales que son aprovechables para la salud, es originario de California, actualmente la variedad de palta más cultivado en el mundo, cubriendo aproximadamente el 80% de las variedades de palta consumidos en el mundo y generando más de mil millones de dólares en ganancias anuales en los Estados Unidos (Fava P. 2020).

La palta es una fruta muy valorada y popular en todo el mundo tanto por su valor sensorial, sabor y aroma como por su alto valor nutricional y está reconocido como una buena fuente de energía, por lo que se considera un alimento funcional. Contiene una gran cantidad de ácidos grasos insaturados, principalmente ácido oleico, que es un ácido monograso insaturado estable y bueno para la salud, y además de vitaminas necesarias para una formación de los niños, pues tiene propiedades que contribuyen a la promoción de la salud.

La pulpa de la palta Hass tiene un mayor contenido de aceite (31,1 %). Algunos (Flórez J. 2017) confieren propiedades sensoriales y nutricionales especiales como el ácido oléico, por lo que son los preferidos por los consumidores de todo el mundo. Esta propiedad ha llevado al uso de la pulpa de la palta en la producción de aceite comercial, generando nuevo punto de interés en el comercio con un producto beneficioso para la salud, volviéndose la extracción de aceite de palta como una nueva industria de formación de alta rentabilidad.

2.4.2. Taxonomía de la palta

La taxonomía de la palta hass está compuesta de la siguiente manera:

Tabla 5

Taxonomía de la Palta Hass

Clasificación taxonómica de la palta hass (<i>Persea americana</i>)	
Reino	Vegetal
División	Spermatophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Subclase	Dipétala
Orden	Ranales
Familia	Lauraceae
Género	Persea
Especie	Persea americana Miller

Fuente: Tigrero S. (2018)

2.4.3. Producción de Palta en el Perú

La producción de palta en Perú ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, consolidándose como uno de los principales cultivos de exportación del país. Las regiones más significativas de producción son lima, la libertad, Ica, Arequipa y Áncash, con un potencial significativo para seguir expandiéndose y mejorando su posicionamiento debido a sus condiciones climáticas, en consecuencia, la producción de palta tiene un impacto significativo en la economía rural peruana, generando empleo e ingresos para millas de agricultores. Además, contribuye al

desarrollo económico de las regiones productoras y mejora la calidad de vida de las comunidades agrícolas. (Vivero et al. 2019)

2.4.4. Variedades de la palta

En Perú, la producción de paltas se ha consolidado como una de las más importantes del mundo, destacándose especialmente por la variedad **Hass**, aunque hay otras variedades que también tienen relevancia. A continuación, se describen las variedades de palta con mayor producción en el Perú:

- Palta Hass

La palta Hass es la variedad más cultivada y exportada desde Perú. Se reconoce por su piel rugosa y de color verde oscuro que se vuelve casi negra cuando está madura. Tiene un tamaño mediano y su forma es ovalada. El interior de la fruta es de color amarillo cremoso, con un sabor suave y mantecoso, ideal para guacamole y otras preparaciones culinarias, esta variedad representa la mayor parte de las exportaciones de palta en Perú debido a su alta demanda en los mercados internacionales. Esta variedad se adapta bien a las condiciones climáticas y de suelo de diversas regiones del país, lo que ha facilitado su expansión y producción a gran escala. (Tigrero, 2018).

- Palta Fuerte

La palta Fuerte es reconocida por su piel lisa y verde brillante, incluso cuando está madura. Tiene una forma de pera más definida y es generalmente más grande que la Hass. Su pulpa es verde pálido y ofrece un sabor más fresco y menos cremoso que la Hass. Aunque no se produce en la misma cantidad, la palta Fuerte sigue siendo importante en el mercado local peruano. Es apreciada por su capacidad de resistir mejor los golpes y por su disponibilidad en temporadas donde la Hass no está tan presente. (Tigrero, 2018).

- Palta Ettinger

Esta variedad tiene una piel fina y brillante de color verde que no cambia al madurar. La palta Ettinger es más alargada y en forma de pera. Su carne es de color verde pálido, con un sabor suave y ligero, menos graso en comparación con otras variedades. Se cultiva principalmente para el consumo local y en menor escala para

exportación. Su temporada de cosecha suele ser más temprana, lo que la hace disponible en el mercado antes que otras variedades. (Bedoya & Julca, 2020).

- Palta Bacon

La palta Bacon tiene una piel verde suave que se mantiene sin grandes cambios al madurar. Es de tamaño mediano a grande, con una forma ovalada. Su pulpa es más acuosa y menos cremosa, con un sabor ligeramente dulce. La Bacon es apreciada en el mercado interno por su textura ligera y su menor contenido de grasa. Se cultiva principalmente en regiones de menor altitud, donde otras variedades pueden no prosperar (Tigrero, 2018).

- Palta Zutano

La Zutano presenta piel lisa y brillante de color verde claro, que se mantiene así al madurar. Tiene una forma de pera más delgada y alargada. Su pulpa es más acuosa y menos aceitosa, ofreciendo un sabor más refrescante. Se cultiva principalmente para el mercado interno debido a su resistencia al frío y a las plagas, lo que la hace ideal para regiones con condiciones climáticas más adversas (Bedoya & Julca, 2020).

2.4.5. Composición nutricional de la palta

La palta es reconocida por los beneficios que le brindan al consumidor, como su contenido alto de fibra dietética promueve la salud digestiva y ayuda a mantener niveles estables de azúcar en la sangre. Los antioxidantes presentes en la palta, como la luteína y la zeaxantina, son beneficiosos para la salud ocular, mientras que sus compuestos antiinflamatorios pueden ayudar a reducir el riesgo de enfermedades crónicas. También se ha descubierto que los antioxidantes bioactivos como la vitamina E y los tocoferoles actúan como neutralizadores de radicales libres. Además, está catalogado como fuente de luteína y contiene carotenoides como betacaroteno, ácido fólico, vitamina A y muchos otros que ayudan a proteger los ojos de enfermedades como las cataratas (Tigrero S. 2018).

Tabla 6:

Composición de aminoácidos por 100 g de pulpa de palta

Aminoácidos	Tirado et al. (2023)	Lemus et al. (2017)
Valina	63	25.1
Lisina	59	22.7
Fenilalanina	48	22.9
Isoleucina	47	19.8
Leucina	46	34.1
Treonina	40	19.8
Metionina	29	14.1

Tabla 7:

Composición química en vitaminas en 100 g de pulpa de palta

Vitaminas	Tirado et al. (2023)	Lemus et al. (2017)
Vitamina A	85	900
Vitamina D	10	5
Vitamina K	8	110
Vitamina E	3	9
Vitamina B1	0.1	1.4
Vitamina B2	0.2	1.6
Vitamina B6	0.4	2.1
Acido pantoténico	1	5.5
Niacina	1.6	16
Biotina	10	100
Vitamina C	14	60
Ácido fólico	32	200

Tabla 8:

Aporte nutricional en minerales en 100 g de pulpa de palta

Minerales ¹ (mg)	Tirado et al. (2023)	Lemus et al. (2017)
Potasio	340	-
Fosforo	38	21
Calcio	10	11
Sodio	3	3
Hierro	0.6	-

2.4.6. Composición proximal de la palta

Entre sus componentes más destacados se encuentra un alto nivel de humedad en la pasta, un bajo valor de proteínas y casi el 20% son grasas o lípidos que la conforman, sin embargo, representa un alto valor nutricional (Tirado et al., 2023).

Tabla 9:

Análisis proximal de la palta hass en 100gr

Componentes %	Tirado et al. (2023)	Tigrero S. (2018)	Lemus et al. (2017)
Humedad	86.73	72.2	83.0
Proteínas	6.70	5.07	5.5
Lípidos	2.71	2.52	4.65
Carbohidratos	74.65	79.54	78.58
Cenizas	3.82	4.16	3.27

Tabla 10:

Composición proximal de la palta hass en 100 gr según diferentes autores

Componentes	Humedad	Ceniza	Proteína	Fibra	Grasa	Carbohidratos
Triguero	12.23 %	4.15%	5.04%	9.68%	2.51%	78.59%
Bressani	69.35±1.31	6.05±0.60	3.71±0.31	24.55±0.69	60.07±0.70	2.67±0.95
Moreiras	78.8 gr	-	1.5 gr	1.8 gr	12 gr	5.9 gr
Fava	-	-	2 gr	-	15 gr	9 gr
Tigrero	72.33 g	-	1.96 g	6.8 g	15.41 g	8.64 g

FUENTE: (Fava P. 2020)

2.5. Aceite de palta

2.5.1. Generalidades del aceite de palta

El aceite de palta, conocido por sus numerosos beneficios para la salud y sus propiedades nutricionales excepcionales. Rico en ácidos grasos monoinsaturados, especialmente ácido oleico, este aceite contribuye a la salud cardiovascular al ayudar a reducir los niveles de colesterol LDL y aumentar los niveles de colesterol HDL (Fava P. 2020). Está compuesto de triglicéridos, diglicéridos y monoglicéridos, y la fruta madura tiene aproximadamente un 85% de triglicéridos. Generalmente, la fracción oleosa constituye hasta el 70% de la materia seca y está compuesta principalmente por ácido oleico (50-60% del contenido de ácidos grasos), ácido palmítico y (15-20%) ácido palmitoleico (6-10% del contenido de ácidos grasos), ácido linoleico (11-15%) y ácido linolénico (1%). El contenido de ácidos grasos de las frutas está influenciado por varios factores, entre ellos: Variedad, ubicación del fruto en el árbol, ubicación dentro del fruto, madurez, prácticas culturales, condiciones ambientales y manejo postcosecha (Vivero et al. 2019).

En términos de consumo, Su perfil antiinflamatorio ayuda a reducir la inflamación en el cuerpo, lo que es Beneficioso para condiciones como la artritis. Además, su uso tópico es popular en productos de cuidado de la piel y el cabello debido a sus propiedades hidratantes y rejuvenecedoras. El aceite de palta también es estable a altas temperaturas, lo que lo hace ideal para cocinar y freír, manteniendo sus beneficios nutricionales incluso después la cocción (Pérez et al. 2015).

2.5.2. Aplicación en la industria del aceite de palta

Su uso en la industria se centra principalmente en fines cosméticos, ya que las propiedades antioxidantes del aceite de palta ayudan a tratar las puntas abiertas. A menudo se utiliza como mascarilla facial porque elimina la suciedad y tiene propiedades antibacterianas. Además, en cuanto a propiedades nutricionales, aceite de palta está compuesto por casi un 70% de ácido oleico, es un ácido graso omega-9 monoinsaturado caracterizado por sus efectos antihipertensivos. (Flórez J. 2017).

2.5.3. Perfil de ácidos grasos del aceite de palta

Como se muestra en la Tabla 16, se muestra el porcentaje de ácidos presentes en el aceite de palta, siendo el ácido oleico el que se encuentra en mayor medida,

representando en algunos casos más del 50% de contenido, esto está sujeto a la calidad de la palta del cual fue extraído, también del método de extracción empleado. (Flórez J. 2017).

Tabla 11:

Perfil de ácidos grasos de aceite de la palta

Compuesto / autor	% Acido Palmítico (16:0)	% Acido Palmitoleico (16:1-16:9)	% Acido Estearico (18:0)	% Ácido Oleico (18:1-18:9)	% Ácido Linoleico (18:2)
Vivero et al. (2019)	16-25	4-6	0.1-1.5	58-68	7-13
Flórez J., 2017	26.59	13.33	0.90	44.20	3.75

2.5.4. Métodos de extracción del aceite de palta

Las principales técnicas de extracción empleados en la obtención de aceite de palta han sido: extracción con solventes y prensado en frío, sin embargo, a lo largo de los años se desarrollaron distintos métodos de extracción de aceite de palta como la aplicación de enzimas, extracción asistida por microondas, y extracción por fluidos supercríticos.

- Extracción con solventes

También llamado método clásico, es una técnica que permite aumentar el rendimiento al realizarse varias extracciones simultáneamente, El aceite de palta se obtiene al disolver la pulpa en un solvente orgánico, como el hexano. El proceso implica triturar la pulpa, mezclarla con el solvente para disolver el aceite, separar el solvente y luego destilar para eliminar el solvente residual, dejando el aceite puro. Este método maximiza la extracción del aceite disponible. (Dos Santos et al., 2014)

- Extracción por prensado en frío

Este método es ampliamente utilizado en la extracción de aceite comestible por ser un método libre del uso de solventes, el prensado en frío implica extraer el aceite de la pulpa de la palta sin aplicar calor, preservando así sus propiedades nutricionales y organolépticas. El proceso comienza con la selección y deshuesado de la palta, seguido de la trituration de la pulpa. Luego, la masa resultante se somete a una prensa mecánica

que extrae el aceite a baja temperatura. Finalmente, el aceite se filtra para eliminar impurezas, obteniendo un producto de alta calidad, rico en nutrientes y con sabor y aroma fresco. (Dos Santos et al., 2014,).

- Tratamiento con microondas

El tratamiento con microondas utiliza energía de microondas para calentar la pulpa de la palta. Este calentamiento rompe las células y facilita la liberación del aceite. Luego, se presiona la pulpa tratada para extraer el aceite. Este proceso mejora la eficiencia de extracción, reduce el tiempo y preserva las propiedades nutricionales y sensoriales del aceite. (Dos Santos et al., 2014,).

- Extracción por enzimas hidrolíticas

Este método emplea enzimas para descomponer las paredes celulares de la pulpa de la palta. El proceso comienza triturando la pulpa y luego agregando enzimas específicas que hidrolizan las paredes celulares. Esto libera el aceite, que se separa mediante centrifugación. Este método mejora la eficiencia de extracción y preserva la cal (Dos Santos et al., 2014,). por su parte reportó una obtención de un 80% de aceite de palta Hass.

2.6.Glicerina

2.6.1. Generalidades de la glicerina

La glicerina pura es un alcohol polihídrico con una cadena carbonada de 3 átomos de carbono y 3 grupos hidroxilo ($\text{CH}_2 \text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2 \text{OH}$). Debido a la presencia de grupos alcohol (primarios y secundarios) en sus moléculas que pueden ser sustituidos con otros grupos funcionales, ocurren diversas reacciones para formar derivados como ésteres, aminas y aldehídos. Es estable al oxígeno en condiciones atmosféricas normales, pero se convierte en CO_2 y agua en presencia de agentes oxidantes fuertes. Es un líquido incoloro, inodoro, de pH neutro y de baja toxicidad ambiental, soluble en agua y otros solventes polares, pero insoluble en hidrocarburos, hidrocarburos clorados y éteres, y no se considera un líquido volátil. (De Ancos et al. 2015).

2.6.2. Aplicación en la industria de la glicerina

En la industria de la glicerina, esta se puede utilizar en diferentes alimentos para diferentes propósitos. Es precursor de la síntesis de triglicéridos y fosfolípidos en el

hígado y el tejido adiposo. Cuando el cuerpo utiliza la grasa almacenada para obtener energía, se liberan glicerina y ácidos grasos al torrente sanguíneo. Además, la glicerina se convierte en glucosa en el hígado, proporcionando energía para el metabolismo celular (Rosero et al. 2020).

Los usos de la glicerina son muy diversos y otros posibles usos incluyen:

- La fabricación de productos cosméticos, sobre todo en la industria jabonera.
- Dentro del área médica se usa en las composiciones de medicamentos, a modo de jarabes, cremas, etc.
- Puede utilizarse como lubricante y anticongelante.
- En la fabricación de distintos productos sobretodo en la preparación de tés, cafés y otros extractos vegetales, así como la elaboración de bebidas refrescantes, donde se añade como aditivo para aumentar la calidad.
- Se utilizan en la fabricación de resinas utilizadas como aislantes.
- Es un componente usado en barnices y en la industria de la pintura

2.7. Recubrimiento comestible

2.7.1. Generalidades del recubrimiento comestible

Un recubrimiento comestible (RC) se define como una matriz transparente continua, comestible y delgada, que se estructura alrededor de un alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento con el fin de preservar su calidad y servir de empaque (Suárez et al. 2015). Por otra parte, una película comestible (PC) es una matriz preformada, obtenida por moldeo, cuyo espesor es siempre es mayor al de los RC (Mora et al. 2021). Dichas soluciones formadoras de la película o recubrimiento pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de éstos (Solano et al. 2018). A pesar de sus diferencias, ambas proceden de igual manera frente a diversas sustancias que actúan sobre el alimento como barrera frente al transporte de gases y vapor de agua durante su conservación (Fernández et al. 2017).

2.7.2. Principales componentes del recubrimiento comestible

Tanto los recubrimientos comestibles como las películas comestibles se pueden agrupar e 3 distintas categorías según sus componentes.

Hidrocoloides

Los hidrocoloides son polímeros hidrofílicos que se dispersan en agua para formar geles o soluciones viscosas, proporcionando estructura y textura a los recubrimientos comestibles. Estos compuestos incluyen polisacáridos como el almidón, la pectina, la goma guar y la celulosa, así como proteínas como la gelatina y la caseína. Los hidrocoloides son fundamentales para formar películas protectoras que mejoran la estabilidad y la apariencia de los alimentos. Por ejemplo, la goma xantana se utiliza comúnmente en recubrimientos comestibles para frutas y verduras frescas, debido a su capacidad para formar películas transparentes y flexibles que ayudan a reducir la deshidratación y la oxidación. (Cruzado & Tinoco, 2023)

Lípidos

Los lípidos en recubrimientos comestibles incluyen grasas, aceites y ceras que proporcionan una barrera hidrofóbica contra la humedad y los gases. Estos compuestos son esenciales para prevenir la pérdida de agua en productos frescos y la absorción de humedad en productos secos. Los lípidos utilizados en recubrimientos comestibles pueden ser de origen animal o vegetal, como la cera de abejas, el aceite de palma o los ácidos grasos derivados del coco. Un ejemplo típico es el uso de cera de carnauba en el recubrimiento de frutas como manzanas, donde proporciona un brillo atractivo y reduce la deshidratación al crear una barrera efectiva contra la humedad. (De Ancos et al, 2015)

Compuestos

Los compuestos se refieren a la combinación de diferentes biopolímeros y aditivos para lograr propiedades específicas en los recubrimientos comestibles. Estos aditivos pueden incluir plastificantes, agentes antimicrobianos, antioxidantes y colorantes naturales. Los plastificantes, como el glicerol, se añaden para mejorar la flexibilidad y la resistencia de las películas formadas por hidrocoloides. Los agentes antimicrobianos, como los aceites esenciales de plantas, se incorporan para inhibir el crecimiento microbiano y prolongar la vida útil del alimento. Un ejemplo de compuesto es un recubrimiento hecho de almidón combinado con glicerol y aceite esencial de orégano, utilizado para recubrir productos cárnicos y mejorar su conservación y seguridad. (Molocho & Orbegoso, 2017)

Adicional a ellos también se les suele adicionar componentes minoritarios que complementen la formación del recubrimiento o película comestible, como es el caso de los agentes plastificantes, los emulsificantes y reguladores de pH. En menor medida, se les suele adicionar saborizantes, colorantes y agentes antimicrobianos (Escalante, 2015)

2.7.3. Propiedades de conservación de los recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles aplicados generan una atmósfera modificada en la que la fruta recubierta, es capaz de retrasar el período de deterioro a fin de extender su vida útil, sin embargo, existen diferentes factores que pueden alterar la calidad de la fruta, factores externos como la humedad, pérdida de aromas, etc (García, 2019). Es por ello que los recubrimientos comestibles cuentan con diferentes propiedades que permiten retrasar la maduración del producto:

Propiedades de barrera:

Las propiedades de barrera de un recubrimiento comestible se refieren a su capacidad para proteger los alimentos contra factores externos que pueden causar deterioro, como el oxígeno, el dióxido de carbono y la humedad. Un recubrimiento eficaz puede evitar la oxidación de los alimentos, preservando su frescura y calidad durante más tiempo. También puede reducir la transferencia de gases, lo que es esencial para mantener las atmósferas modificadas utilizadas en el envasado de alimentos frescos. La resistencia a la humedad puede ser particularmente importante para evitar la deshidratación o la absorción excesiva de agua, dependiendo del alimento. (Condoi & Magaña, 2020)

Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de los recubrimientos comestibles incluyen la resistencia, la flexibilidad y la integridad estructural. Estos recubrimientos deben ser lo suficientemente fuertes como para soportar la manipulación y el transporte sin romperse o desgarrarse. La flexibilidad es crucial para permitir que el recubrimiento se adapte a las superficies irregulares de los alimentos sin formar grietas. Además, un recubrimiento debe mantener su integridad a lo largo del tiempo, protegiendo eficazmente al alimento durante su vida útil (Oñate, 2018).

Propiedades físicas

Las propiedades físicas de un recubrimiento comestible abarcan aspectos como la transparencia, la textura y el brillo. Un recubrimiento transparente es deseable porque permite ver el alimento debajo, mejorando su apariencia visual sin ocultar sus características naturales. La textura del recubrimiento también es importante, ya que no debe ser desagradable al tacto ni alterar la experiencia sensorial del alimento. Un brillo adecuado puede mejorar la apariencia estética del alimento, haciéndolo más atractivo para los consumidores (Mora et al. 2021).

Propiedades de solubilidad

Las propiedades de solubilidad de un recubrimiento comestible determinan cómo se comporta en presencia de líquidos. Un recubrimiento puede necesitar ser soluble en agua para ciertos usos, permitiendo su fácil eliminación con agua o su disolución en la boca sin dejar residuos. Alternativamente, en algunos casos, se puede preferir un recubrimiento insoluble para evitar que se disuelva en condiciones de alta humedad. La solubilidad del recubrimiento debe ser ajustada según las necesidades específicas del producto y su aplicación. (Fernández et al., 2015)

Propiedades de permeabilidad

Las propiedades de permeabilidad se refieren a la capacidad del recubrimiento para permitir o impedir el paso de gases y vapores. Una baja permeabilidad al oxígeno y al dióxido de carbono es importante para prevenir la oxidación y la pérdida de calidad de los alimentos. La permeabilidad al vapor de agua también debe ser controlada para evitar la deshidratación o la absorción de humedad. Estas propiedades son fundamentales para mantener la frescura y la estabilidad de los alimentos recubiertos. (Solano et al., 2018)

Propiedades antimicrobianas

Las propiedades antimicrobianas de un recubrimiento comestible son esenciales para inhibir el crecimiento de microorganismos que pueden causar deterioro o enfermedades. Un recubrimiento con agentes antimicrobianos puede proteger los alimentos contra bacterias, hongos y levaduras, prolongando su vida útil y mejorando su seguridad. Estos recubrimientos pueden contener aditivos naturales o sintéticos que actúan contra los microorganismos, proporcionando una capa adicional de protección para los alimentos. (Rosero et al., 2020)

2.8.Fresas

2.8.1. Generalidades de las fresas

Las fresas (*Fragaria x ananassa*) son frutos rojos de alta demanda por su sabor y valor nutricional. Son ricas en vitamina C, antioxidantes y fibra, contribuyendo a la salud cardiovascular y fortalecen el sistema inmunológico, además, promueven la salud de la piel al contribuir a la producción de colágeno. Su alto contenido de antioxidantes, como los flavonoides y antocianinas, ayuda a combatir el daño oxidativo y reducir la inflamación, lo que puede disminuir el riesgo de enfermedades crónicas como enfermedades cardíacas y cáncer. Su bajo contenido calórico las convierte en una opción saludable. En el cultivo agroindustrial, se valoran variedades que combinan alta productividad, resistencia a enfermedades y calidad del fruto. El manejo adecuado del suelo, riego y control de plagas es esencial para optimizar la producción y calidad de las fresas, que son fundamentales tanto para el mercado fresco como para la industria de procesamiento (Acosta J. 2019).

Figura 3

Fresa de la variedad fragaria



2.8.2. Tipo de cultivo de las fresas

Existen diferencias notables entre la fresa orgánica y la de cultivo tradicional, desde el punto de vista organoléptico, la fresa orgánica presenta características superiores: es más dulce y sabrosa, y su color es más intenso. Esto se debe a las prácticas de cultivo que optimizan las condiciones del suelo y el manejo ecológico, lo cual mejora la calidad de los nutrientes absorbidos por la planta y, en consecuencia, el sabor y apariencia. (Escalante A. 2015)

Además, hay una diferencia notable en la estructura interna de las fresas. Si se parte una fresa de cultivo convencional por la mitad, se observa grandes huecos en su interior y un color rojo blanquecino. Estos huecos y la decoloración son indicativos del uso de productos químicos durante su cultivo, que afectan negativamente la formación natural del fruto. En cambio, la fresa orgánica, al ser cortada, muestra una pulpa más compacta y de un color rojo uniforme, sin huecos. Esto no solo refleja un cultivo sin químicos, sino también una mejor calidad y densidad del fruto. (Escalante A. 2015)

2.8.3. Composición nutricional de las fresas

Las fresas contienen diversos minerales, aunque en cantidades relativamente pequeñas. El potasio es el mineral más abundante, seguido de manganeso, magnesio y hierro, todos ellos importantes para múltiples funciones biológicas. En la tabla 14 se muestra la composición de vitaminas disponibles en la fresa, en la cual se destaca el ácido fólico, el cual es muy recomendado para las personas gestantes ya que ayudan al desarrollo cognitivo del bebé, y la vitamina C, que forma parte de una dieta saludable, descrita por diferentes autores:

Tabla 12:

Composición en vitaminas de la porción comestible de la fresa

COMPONENTES en 100 mg	Chordi S. (2013)	Escalante A. (2015)	InfoAgro (2021)
Tiamina (mg)	0.02	0.04	0.02
Riboflavina (mg)	0.04	0.05	0.02
Equivalentes niacina (mg)	0.6	0.26	0.39
Vitamina B6 (mg)	0.06	-	0.05
Ácido fólico (µg)	20	7	-
Vitamina B12 (µg)	0	-	-
Vitamina C (mg)	60	42.0	58.8
Retinol (µg)	0	-	-
Equivalentes de retinol (µg)	1	-	-
Carotenos (µg)	4	0.007	-
Vitamina D (µg)	0	-	-
Vitamina E (mg)	0.2	-	0.3

2.8.4. Composición proximal de las fresas

La composición proximal general de las fresas es un aspecto crucial que permite determinar tanto su valor nutricional como sus propiedades funcionales en la producción de alimentos. Se componen principalmente de agua, representando aproximadamente el 90% de su peso fresco, lo que las convierte en una fruta altamente hidratante y de baja densidad calórica, ideal para dietas saludables. El contenido de carbohidratos en las fresas es de alrededor del 7-8%, con fructosa, glucosa y sacarosa como los principales azúcares, contribuyendo a su sabor dulce característico. Las fresas también contienen fibra dietética (aproximadamente 2%), tanto soluble como insoluble, que favorece la salud digestiva y contribuye a la sensación de saciedad. En términos de proteínas, las fresas poseen un bajo contenido, generalmente alrededor del 1%, lo que es típico para frutas frescas. Las grasas son prácticamente inexistentes en las fresas, con menos del 0.5%, lo que las hace ideales para dietas bajas en grasa.

Tabla 13:
Composición proximal de la fresa

COMPONENTE %	Amézquita M. (2018)	Escalante A. (2015)	Chordi S. (2013)
Humedad	88.4	89	89.6
Proteínas	0.9	0.7	0.7
Grasas	0.6	0.8	0.5
Fibra	1.9	1.4	2.2
Ceniza	0.5	0.5	-
Carbohidratos	13.0	7.5	7.0

2.9. Análisis fisicoquímicos

2.9.1. pH

También conocido como potencial de hidrógeno $[H_3O^+]$. Es una medida que expresa la concentración de iones de hidrogeno presentes en la solución, el cual varía según el tipo de fluido a analizar, se basa en la obtención del log de la inversa de la concentración de iones de hidrogeno, entre los métodos más comunes para su medición involucran el papel tornasol y las tiras reactivas son métodos cualitativos que permiten determinar si una solución es ácida o básica mediante un cambio de color en el papel al ser sumergido en la muestra. Aunque son fáciles de usar y económicos, su precisión es limitada. Por otro lado, los medidores de pH electrónicos, que consisten en un electrodo de vidrio conectado a un dispositivo de medición, ofrecen una mayor precisión y pueden proporcionar lecturas cuantitativas del pH con exactitud decimal. Estos medidores requieren calibración regular y un manejo cuidadoso del electrodo para asegurar resultados confiables. Cada método tiene sus aplicaciones específicas, siendo los medidores electrónicos preferidos en contextos que requieren alta precisión, como en laboratorios de investigación y procesos industriales. (Vázquez et al. 2018)

2.9.2. °Brix

Los grados Brix son la unidad de medida de los sólidos solubles presentes en una solución, definido en porcentaje de sacarosa, sin embargo, también están compuestos por ácidos, sales, azúcares y otros componentes solubles en agua. (Gutiérrez et al. 2017)

2.9.3. Acidez Titulable

Se refiere a los ácidos orgánicos presentes que están en forma libre y se cuantifica mediante la neutralización de la solución ácida con una base fuerte. Para determinar la acidez de una sustancia, se recurre a métodos volumétricos, a través de la titulación. Esto implica la interacción de tres elementos esenciales: el titulante, el analito y el indicador. Cuando un ácido y una base reaccionan, se desencadena una respuesta química observable, la cual puede ser detectada mediante el uso de un indicador de pH, en este caso, la fenolftaleína (C₂₀H₁₄O₄), que cambia de color a rosa al estar presente una reacción ácido-base. (Pillco et al. 2021)

2.9.4. Pérdida de peso

Esta se refiere a la disminución del peso durante su almacenamiento, transporte y procesamiento. Esta pérdida puede ser causada por la evaporación de agua, la respiración natural de la fruta, la actividad microbiana y el deterioro físico. La gestión adecuada de la temperatura, humedad y condiciones de almacenamiento, junto con técnicas de manejo postcosecha, como el empaque adecuado y la higiene, además del empleo de nuevas tecnologías como las bolsas de CO₂, son fundamentales para minimizar esta pérdida. Controlar estos factores garantiza la calidad y la vida útil de las frutas, preservando su valor nutricional y comercial. (Chasiloa P. 2019)

2.10. Análisis nutricionales

2.10.1. Vitaminas

Son Definidos como nutrientes vitales, esenciales y orgánicos que son fundamentales para una dieta equilibrada, ya que influyen directamente en el crecimiento, desarrollo y mantenimiento apropiado del organismo, debido a que estas funcionan como agentes reguladores en forma de coenzimas influyentes en los procesos metabólicos del cuerpo y el organismo no puede sintetizarlas en cantidades suficientes. Son fundamentales para el mantenimiento de la salud, ya que desempeñan roles cruciales en una variedad de procesos biológicos. Se divide en dos categorías principales: vitaminas liposolubles (A, D, E y K), que se almacenan en los tejidos grasos del cuerpo, y vitaminas hidrosolubles (C y el complejo B), que deben ser consumidas regularmente ya que no se almacenan, ni son producidas en el cuerpo, estas son excretadas a través de la orina. (Giraldo et al. 2022)

2.11. Análisis sensoriales

La evaluación sensorial abarca una serie de métodos destinados a una medición precisa de las respuestas humanas ante los alimentos, reduciendo al mínimo los posibles sesgos o preferencias derivados de la identidad de marca u otra información que pudiera influir en la percepción del consumidor del olor, color sabor y textura. Por consiguiente, su objetivo es aislar las propiedades sensoriales inherentes a los alimentos, ofreciendo así información relevante y prácticas de los productos a los desarrolladores, científicos de alimentos y gerentes. (Pérez P., 2021).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.Lugar de ejecución

La ejecución del proyecto de tesis fue llevada a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional del Santa (UNS).

- Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA)
 - o Laboratorio de Composición de Productos Agroindustriales
- Planta Piloto Agroindustrial (PPA)
 - o Área de Evaluación Sensorial
- Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria (IITA)
 - o Laboratorio de Operaciones Unitarias
 - o Laboratorio de Diseño y Desarrollo de Nuevos Productos

3.2.Materiales y equipos

3.2.1. Materia prima

Para la elaboración del recubrimiento comestible se utilizó las fresas de la variedad fragaria procedente del Valle del Santa como materia prima, la cantidad empleada son 4 kilos, 3 kilos serán recubiertos por las diferentes formulaciones, para análisis y caracterización de la formulación óptima, mientras que el kilo restante será empleado como muestra control

3.2.2. Insumos

- Lentejas (Lens Culinaris) 10 kilos, obtenidos en el mercado el progreso.
- Acite de palta Hass por método de prensado en frío 200 ml, obtenido de Agroindustria NutriAvo Perú.
- Glicerina de 60 ml, obtenido de Insumos Químicos.

3.2.3. Equipos

- Horno Electrico marca Wurden, Modelo: WOV-KONVEKT40 serie 00990
- Molinillo Eléctrico marca Li-Helper
- Analizador de Textura, marca TA.HDplus (Stable Micro System, Surrey, Reino Unido)
- Balanza analítica Marca: Precisa gravimétrica – Modelo: XB 320M

- Espectrofotómetro. Marca: UNICO – Modelo: SQ2800
- Estufa Marca POL-EKO
- Sistema extractor de grasa. Marca: Foss MOD. SOXTEC
- Refractómetro Marca: Atago; Modelo: HSR-500
- Medidor de pH (pHmetro) Marca: Thermo Scientific™ Orion™ Versa Star

3.2.4. Materiales de laboratorio y otros

- Microplacas de 96 pocillos.
- Probeta 50ml
- Matraces erlenmeyer (500ml)
- Colador de cocina
- Cubetas de plástico 2L
- Ollas
- Cucharas
- Tocas desechables
- Guantes quirúrgicos de nitrilo.

3.2.5. Reactivos

- Agua destilada x 1L.
- Solución NaOH 0.1N PA x 100 ml.
- Fenolftaleína PA x 25 ml, Marca Albor.
- Acido Oxálico (C₂H₂O₄) al 0.4% PA x 50 ml, Marca BETHLABS.
- Ácido Ascórbico (C₆H₈O₆) al 0.1% PA x 50 ml, Marca Kelve.
- Colorante 2.6 DFIF (2,6-Diclorofenolindofenol) PA x 25 ml, Marca Albor.

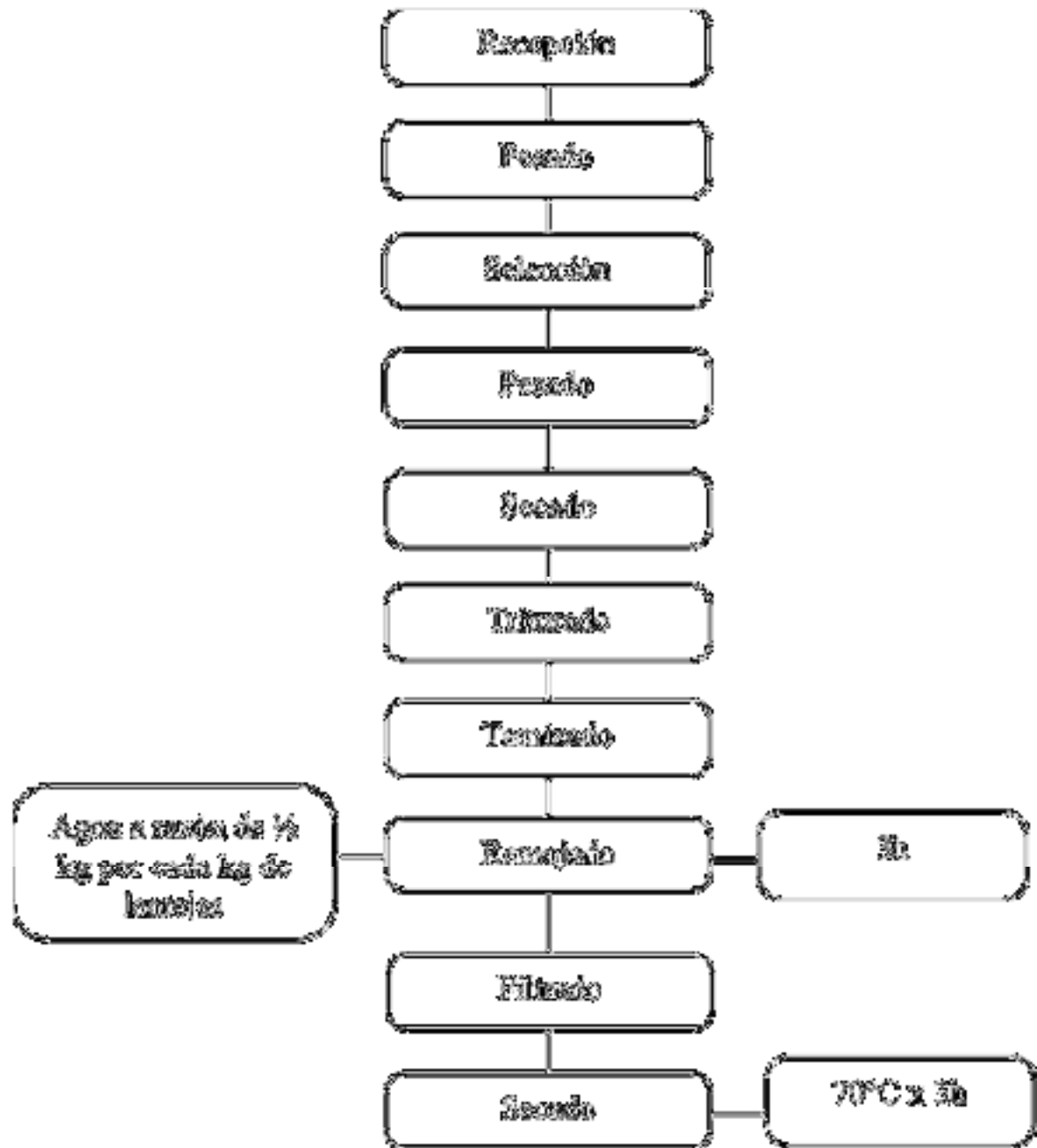
3.3. Metodología

Para la elaboración del recubrimiento comestible, es necesario la preparación de los insumos, como lo es la extracción del almidón de las lentejas, luego de ello se procede a elaborar las diferentes formulaciones del recubrimiento comestible, para ser aplicadas en las fresas a través de la inmersión, estas serán sometidas a los diferentes análisis día tras día para evaluar la evolución de los defectos, como la pérdida de peso, alteraciones en el sabor, aumento de acidez y propagación de microorganismos, a través del tiempo para determinar la formulación óptima, que será la que mejor conserve las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales de las fresas.

3.3.1. Proceso de insumos para la Producción del recubrimiento comestible

Figura 4

Proceso de Extracción de Almidón



Fuente: Guanga et al. (2021)

RECEPCION: Las lentejas suelen encontrarse en los mercados locales como lo es el del mercado Progreso ubicado en la ciudad de Chimbote, posterior a su obtención, se llevó las muestras hasta las instalaciones de la planta piloto para proceder con la extracción del almidón.

PESADO 1: Las lentejas se pesan para poder obtener el peso total de las lentejas adquiridas

SELECCIÓN: En esta etapa se selecciona cuidadosamente las lentejas ya que suelen venir con pequeñas ramas o incluso con materiales extraños ajenos a las lentejas, lo podría dar inicio a la contaminación de las muestras.

PESADO 2: Se procede a volver a pesar la muestra sin los defectos ni los materiales extraños para así obtener el peso neto de la muestra adquirida.

LAVADO: Una vez pesado se procede a lavar con el fin de desinfectar la muestra y evitar contaminación.

SECADO 1: La muestra lavada, se colocó en un horno a fin de que sea secada de manera uniforme y su humedad baje hasta un 5%, podemos corroborar, que ya haya llegado hasta dicho nivel, ya que, en este punto, las lentejas se vuelven muy duras.

TRITURADO: En esta etapa la muestra es triturada por medio de un molinillo Eléctrico marca Li-Helper ya que, al contener baja cantidad de humedad, el grano se vuelve muy duro, y la licuadora no es capaz de molerlo por completo, se tritura hasta el punto de volverse harina.

TAMIZADO: La harina resultante es tamizada con el objetivo de separar el grano molido del grano que aún no ha sido triturado por completo y este vuelva a pasar por un proceso de triturado a fin de que esta sea lo más fina posible, y facilite su disolución.

REMOJADO: Se procede lavar la harina en un depósito con agua para que esta suelte el almidón que contiene, luego se debe dejar reposar hasta que los sólidos del grano precipiten para su posterior filtración.

FILTRADO: Una vez separado por precipitación, se procede a filtrar tanto la parte líquida como la sólida para que el almidón, ahora libre de los demás sólidos que contiene la harina de las lentejas, pueda precipitar, sin embargo, se deberá repetir el proceso hasta que la solución sea únicamente almidón y agua, posterior a ellos se filtra

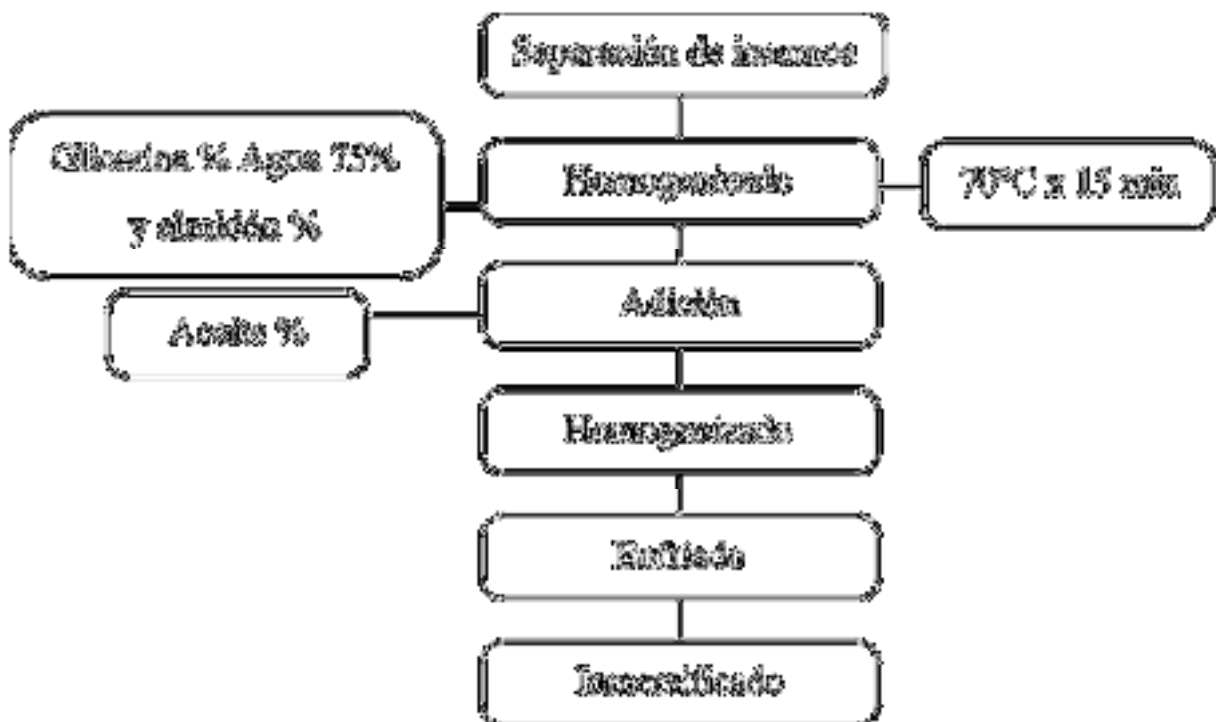
por última vez para obtener el almidón del fondo del recipiente en forma de una pasta blanca.

SECADO 2: El almidón obtenido presenta mucha humedad, por lo que se somete a un segundo secado a fin de obtener almidón totalmente seco.

3.3.2. Producción del recubrimiento comestible

Figura 5

Proceso de producción del recubrimiento comestible



SEPARACION DE INSUMOS: Inicialmente, se busca que todos los insumos necesarios se encuentren listos y pesados para la elaboración del recubrimiento comestible.

HOMOGENIZADO: Se añade 75% de agua, almidón % y glicerina % a un recipiente, se calienta a 70°C mientras se homogeniza la solución con agitación constante.

ADICION: Se adiciona aceite a la solución una vez que el almidón haya alcanzado la etapa de gelatinización a causa del calor, de esta manera el aceite permite adherirse a la solución sin necesidad de un emulsionante.

HOMOGENIZADO: Posterior a la etapa de adición del aceite, es necesario homogenizar la solución para que se el recubrimiento absorba las propiedades antimicrobianas del aceite de palma.

ENFRIADO: El recubrimiento se procede a enfriar a temperatura ambiente, ya que las altas temperaturas, resultado de la formación del gel del recubrimiento podría afectar negativamente la dermis de las fresas.

INMERSIFICADO: Es necesario aplicar el recubrimiento por medio de la inmersificación a las fresas mientras este aun este ligeramente caliente, ya que sera más fácil su aplicación de manera uniforme para su posterior almacenado.

3.3.3. Aplicación del recubrimiento comestible en las fresas

Figura 6

Proceso de aplicación del recubrimiento comestible



RECEPCION: Las fresas de la variedad fragaria fueron adquiridas en el mercado el progreso, ubicado en Chimbote, luego se trasladaron a las instalaciones del IITA para la aplicación del recubrimiento comestible.

LAVADO Y DESINFECTADO: las fresas fueron lavadas y desinfectadas en una cubeta con 1 litro de agua con concentraciones de 50 ppm de hipoclorito de sodio durante 3 minutos.

SECADO: Posterior a su etapa de lavado, se procedió a dejar secar las fresas a temperatura ambiente ya que, aplicar el recubrimiento con el producto húmedo podría generar la proliferación de microorganismos.

INMERSIFICADO: Se procede a inmersificar las fresas de manera uniforme en la solución del recubrimiento mientras aun mantenga una temperatura aproximada de 30°C puesto que, a temperaturas mayores, estas pueden dañar la dermis de las fresas y a inferiores, el recubrimiento se habría secado y no sería posible su aplicación.

SECADO: Una vez se haya aplicado el recubrimiento comestible a las fresas se procede a secar el producto a temperatura ambiente.

ENVASADO: El producto, una vez seco es envasado en un taper de plástico cerrado etiquetado con las diferentes formulaciones aplicadas.

ALMACENADO: Los tapers que contienen el producto es almacenado a temperatura ambiente para facilitar la evolución de sus defectos y la proliferación de los microorganismos

ANALISIS: Se procede a evaluar mediante los análisis fisicoquímicos, sensoriales y nutricionales las diferentes formulaciones del recubrimiento comestible a fin de obtener la formulación optima y determinar la cantidad de días que las fresas pueen ser expuestas al ambiente sin presentar cambios significativos en sus características y propiedades.

3.4.Diseño experimental

La presente investigación emplea un enfoque experimental, ya que las variables independientes son manipuladas intencionalmente para analizar el resultado obtenido (Ramos C. 2021), y aplicado. debido al uso de conocimientos para la adquisición de nuevos, luego se implementan y se sistematizan en la práctica (Amaiquema et al. 2019),

como en la recopilación de datos dirigidos a los resultados de las diferentes formulaciones empleando variables como el almidón de lentejas y el aceite de palta, los cuales presentaran diferentes propiedades sensoriales, nutricionales y físicas en los recubrimientos comestibles.

A continuación, se muestra en la Tabla 16 la matriz de Operacionalización de las variables dependientes e independientes en las que describe las dimensiones y su respectivo indicador de respuesta.

Tabla 14:
Matriz de Operacionalización de Variables

Tipo de variable	Nombre de la variable	Definición conceptual	DIMENSION	INDICADOR	Escala de medición
Variable Independiente	Porcentaje de almidón	Es un hidrato de carbono complejo, impulsador de energía de origen vegetal (Ramos et al. 2018)	Almidón	(7-9) %	Intervalo
	Porcentaje de glicerina	La glicerina es un agente plastificante que funciona como aditivo en alimentos a base de aceite. (Hanco N. 2017)	Glicerina	(5-7) %	
	Porcentaje de aceite de palta	Aceite vegetal con amplio uso en la industria cosmética por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Vivero et al. 2019)	Aceite de palta	(11-13) %	
Variable Dependiente:	Características Físicoquímicas	Para su análisis se toma en cuenta los parámetros de calidad como lo son el peso, ph, °Brix y % de acidez titulable. (Chasiloa P. 2019)	% Pérdida de Peso Ph °Brix % Acidez	% (H+) °	Razón
	Características Nutricionales	Estas cuantifican el valor energético y la carga nutricional como las vitaminas y minerales presentes en las frutas (AOAC, 2000)	Vitamina C	mg/100g	Razón
	Características Sensoriales	Estas características pueden ser percibidas mediante los sentidos y la unión de estas indica si el producto de manera general es aceptado o rechazado. (Cruzado F. & Tinoco V. 2023)	Color Olor Sabor Textura	escala no estructurada	Ordinal

3.4.1. Variables independientes

- Porcentaje de almidón de lentejas
- Porcentaje de aceite de palta
- Porcentaje de glicerina

3.4.2. Variables dependientes

- Características fisicoquímicas (ph, °Brix, acidez, % pérdida de peso).
- Características sensoriales (olor, color, sabor, textura).
- Propiedades nutricionales (Vitamina C).

3.4.3. Diseño estadístico

Se plantea realizar un diseño experimental aplicado a un diseño de mezclas de carácter factorial y multifactorial donde el programa estadístico realizara formulaciones con los rangos de porcentajes introducidos para poder determinar la formulación óptima.

Tabla 15:

Variables independientes

Variables independientes			
Almidón de Lentejas	7	9	%
Glicerina	5	7	%
Aceite de palta	11	13	%

En base al diseño experimental propuesto, se plantearon diez tratamientos experimentales con 3 repeticiones del punto central.

Tabla 16:

Matriz experimental

Tratamientos	Almidón	Aceite	Glicerina	Agua	%
T1	7	11	7	75	100
T2	8	11	6	75	100
T3	9	11	5	75	100
T4	8	12	5	75	100
T5	7	13	5	75	100
T6	7.7	11.7	5.6	75	100
T7	7	12	6	75	100
T8	7	11	7	75	100
T9	9	11	5	75	100
T10	7	13	5	75	100

3.4.4. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se empleó el uso de un software STATGRAPHICS Centurion Versión XVI para el análisis de varianza ANOVA, y así, nos permitirá observar si existen significancias entre los resultados de los tratamientos y hallar la formulación óptima en función de sus características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales, teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%.

3.4.5. Evaluación fisicoquímica de la materia prima

% de Pérdida de Peso:

Se determinó el porcentaje de pérdida de peso mediante la fórmula que relaciona el peso final por 100 sobre el peso inicial, para el cual se pesó una muestra en el día 0, se aplicó el recubrimiento y se dejó reposar durante 3 días, pasado el tiempo se pesó la muestra y se determinó el % de pérdida de peso debido a la deshidratación de la fresa.

$$\% \text{ de pérdida de peso} = \left(\frac{P_i - P_f}{P_i} \right) \times 100$$

Donde:

P_f : Peso final

P_i : Peso Inicial

(Oñate, 2018)

Ph:

Se realizó la medición de pH mediante el Método AOAC 981.12, En un vaso de precipitado, se coloca la muestra que será analizada, con el volumen suficiente en el vaso de precipitado para sumergir completamente el electrodo que medirá los niveles de pH, posterior a ello se mantiene con agitaciones constantes y, para terminar, se procedió a medir el ph con un potenciómetro (marca del laboratorio) que fue calibrado previamente.

°Brix:

Se determinó los °Brix aplicando el Método oficial AOAC 932.12, En la que se colocó extracto de la muestra en el refractómetro y se obtuvo el % de sólidos solubles

%Acidez Titulable:

Se aplicó el Método AOAC 942.15, en la que se homogenizo 5g de muestra con 45 mL de agua destilada en un vaso de precipitado, que se mantuvo con agitación constante y luego se dejó en reposo, Se tomó los 50 mL de la solución y se tituló empleando hidróxido de sodio 0,1 N y 2 gotas de fenolftaleína, observando el cambio de viraje de incoloro a un tono rosa.

Vitaminas:

Se evaluó la cantidad de ácido ascórbico, por medio de la espectrofotometría, aplicando el Método colorimétrico del 2,6-diclorofenol-indofenol detallado en la AOAC (2000).

Según Cruzado F. & Tinoco V. (2023) se hizo reaccionar 100 μ L de extracto acuoso, con 900 μ L de 2,6 diclorofenolindofenol, lo que nos permitirá registrar la absorbancia de la vitamina C según la siguiente Ecuación:

$$A_{mm} = A_{control} - A_{muestra}$$

Donde la Absorbancia control fue obtenida por la reacción de 100 μ L de ácido oxálico al 0,4%, con 900 μ L de 2,6 diclorofenolindofenol

3.4.6. Evaluación de la formulación óptima a través del análisis sensorial.

Las características sensoriales fueron evaluadas en las instalaciones de la planta piloto por un grupo de 30 panelistas no entrenados, quienes fueron los encargados de la puntuación de aceptabilidad del producto, mediante una escala no estructurada, es decir, una escala que permite a los evaluadores expresar sus opiniones de manera libre y sin restricciones en lugar de seguir una escala predeterminada, específica y cuantificable, las escalas no estructuradas brindan un espacio en blanco o una línea continua en la que los evaluadores pueden marcar o escribir su percepción del producto. Así mismo los atributos a evaluar fueron el color, olor, sabor, textura, deshidratación, brillantez y aceptabilidad general, en compañía de una fresa fresca a fin de comparar la efectividad del recubrimiento comestible en la aceptabilidad de los panelistas no entrenados.

3.4.7. Determinación de la vida útil de la fresa posterior a la aplicación del recubrimiento óptimo.

El recubrimiento comestible óptimo será evaluado según los criterios de aceptabilidad sensoriales por medio de los panelistas, como criterio nutricional, se determinará mediante análisis el tiempo máximo que el recubrimiento puede conservar las vitaminas presentes en la fruta, se medirá los factores fisicoquímicos como el pH, acidez titulable y °Brix, cada aspecto presentara un límite de tiempo máximo según las características específicas evaluadas, y serán plasmadas para determinar el tiempo máximo que el recubrimiento puede conservar la mayoría de sus propiedades, para finalizar se comparará con fresas que no lleven el recubrimiento comestible para que los panelistas comparen sus características sensoriales con una fresa control en el día 0 con fresas recubiertas en el día 5.

Este es el método empleado en la investigación de Cruzado & Tinoco (2023), basado en la aceptabilidad general de los panelistas para determinar la vida útil de las frutas que poseen recubrimiento comestible.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Caracterización de la materia prima – fresas

Las fresas de la variedad fragaria, toman el papel de materia prima empleada para ser recubiertas con un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina.

Para la elaboración de un recubrimiento comestible aplicado en fresas, es necesario conocer las características fisicoquímicas de las mismas, de esta manera, se comparará los resultados obtenidos, con los resultados que se obtendrán de las fresas a las que se le aplicaron un recubrimiento comestible previo a ser sometidas a un período de 5 días de almacenamiento a temperatura ambiente

Tabla 17 :

Caracterización de la materia prima fresa (fragaria)

CARACTERÍSTICAS	VALORES PROMEDIO*
pH [H ⁺]	3.48 ± 1.15
°Brix (sólidos solubles)	5.20 ± 1.31
Acidez Titulable (%)	1.01 ± 1.13
Vitamina C (ácido cítrico) mg	43.12 ± 0.85

*Valores promedio de 3 repeticiones

Escalante A. (2015) reporta niveles de pH promedio de 3.5 ± 1.5 mientras que Acosta J. (2019) reporta pH de 3.77 para su día 0, mientras que, para los niveles de acidez, reporta valores de 1.0851 de ácido cítrico%, similares a los obtenidos en el laboratorio, los sólidos solubles obtenidos por Acosta (2019) son de 8.80 °Brix, mientras que los resultados reportados por Oñate L. (2018), llegan son de 7.55 °Brix en el día 0, llegando hasta los 11.60° Brix en el día 16 de su almacenamiento en refrigeración.

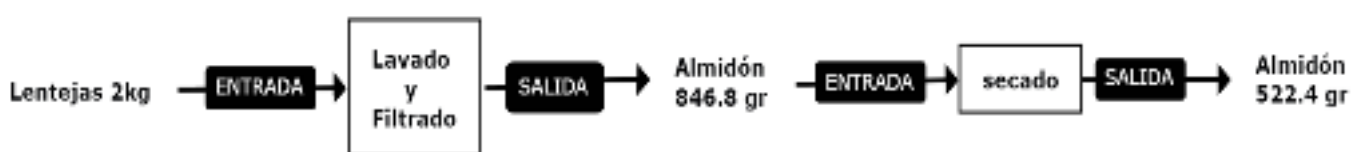
Para el análisis de vitamina C, Jima I. (2015) reporta valores de máximos de 75.32g de vitamina C / 100 g fresa ± 0,795, y valores mínimos de 63.97 mg vitamina C / 100 g fresa ± 2,419, sin embargo, en los datos obtenidos, las fresas tienen un valor máximo de 43.12g vitamina C / 100 g fresa ± 0.85g mientras que sus valores mínimos de 29.48g vitamina C / 100 g fresa ± 1.264g.

4.2. Obtención del almidón de lentejas para la elaboración del recubrimiento comestible

Se obtuvo el almidón de lentejas mediante el método descrito en la Figura 3. En la que se muestra las etapas de extracción, en la figura 7 se observa el balance de materia que se realizó para determinar el rendimiento del almidón de lentejas

Figura 7 :

Balance de materia para la extracción de almidón de lentejas



Masa inicial: 2kg

Rendimiento: 26.12%

Masa final: 522.4

Residuos totales: 73.88%

Tiempo de duración: 5 días

El proceso de lavado y filtrado se repite hasta que se obtuvo agua semi cristalina tras filtrar el grano, posterior a la sedimentación se observa una separación de fases en el **anexo** en la que se muestra el agua, una delgada capa de restos sólidos y una gruesa capa de almidón, posterior a la extracción del almidón, este aún contiene una gran cantidad de agua, por lo que se dejó secar, y se obtuvo 522.4 gr de almidón de lentejas secas.

Además, se observó que factores como el tiempo de almacenamiento de las lentejas también influyen en la calidad del almidón, ya que cuando se intenta extraer almidón de una lenteja que ha estado almacenada por mucho tiempo, es posible que el proceso de extracción sea menos eficiente debido a la retrogradación del almidón.

Guanga et al. (2021) expone que, durante la retrogradación, las cadenas de almidón se reorganizan en estructuras más rígidas y cristalinas, lo que las hace menos solubles en agua y más difíciles de disolver o separar. Aunque técnicamente aún es posible extraer el almidón, la retrogradación puede reducir su calidad y cantidad, además de que se necesitarán procesos más intensos, como un mayor calor o agitación, para romper las estructuras cristalinas y facilitar la extracción.

4.3. Determinación de la formulación óptima del recubrimiento comestible en fresas, en base a sus características fisicoquímicas y nutricionales.

Para la determinación de la formulación óptima del recubrimiento a base de almidón de lentejas, aceite de palta y glicerina, esta debe cumplir con retrasar los efectos de la maduración de las fresas, para ello se realizó 3 tipos de análisis, fisicoquímico, nutricional y sensorial, para el análisis fisicoquímico y nutricional, se evaluó el efecto de los diferentes tratamientos en las fresas durante 5 días almacenadas a temperatura ambiente, a fin de que, tanto la evolución de sus parámetros fisicoquímicos, como el pH, °Brix, acidez y peso, y como la de sus parámetros nutricionales, como la vitamina C, sean comparadas con fresas que no serán recubiertas, sometidas a las mismas condiciones de almacenamiento, de este modo se evaluó la eficiencia del recubrimiento comestible por prolongar la vida útil de las fresas, y así, demostrar si existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos mediante un análisis de varianza.

Posterior a ello, se evaluará los diferentes tratamientos comparando sus efectos entre sí, para determinar el tratamiento óptimo en base a la conservación de sus parámetros fisicoquímicos y nutricionales.

Para el análisis sensorial, no es posible la degustación de todos los tratamientos, ya que no todas las formulaciones son capaces de llegar al 5to día en un estado inocuo, por lo tanto, solo se realizará el análisis sensorial a aquellas fresas cuyo recubrimiento comestible le haya permitido llegar al 5to día en un estado inocuo.

Así mismo, con los datos adquiridos se obtendrá la formulación óptima de un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de palta y glicerina, al cual se le determinará la vida útil, mediante la comparación con fresas frescas sin recubrimiento en su día 0.

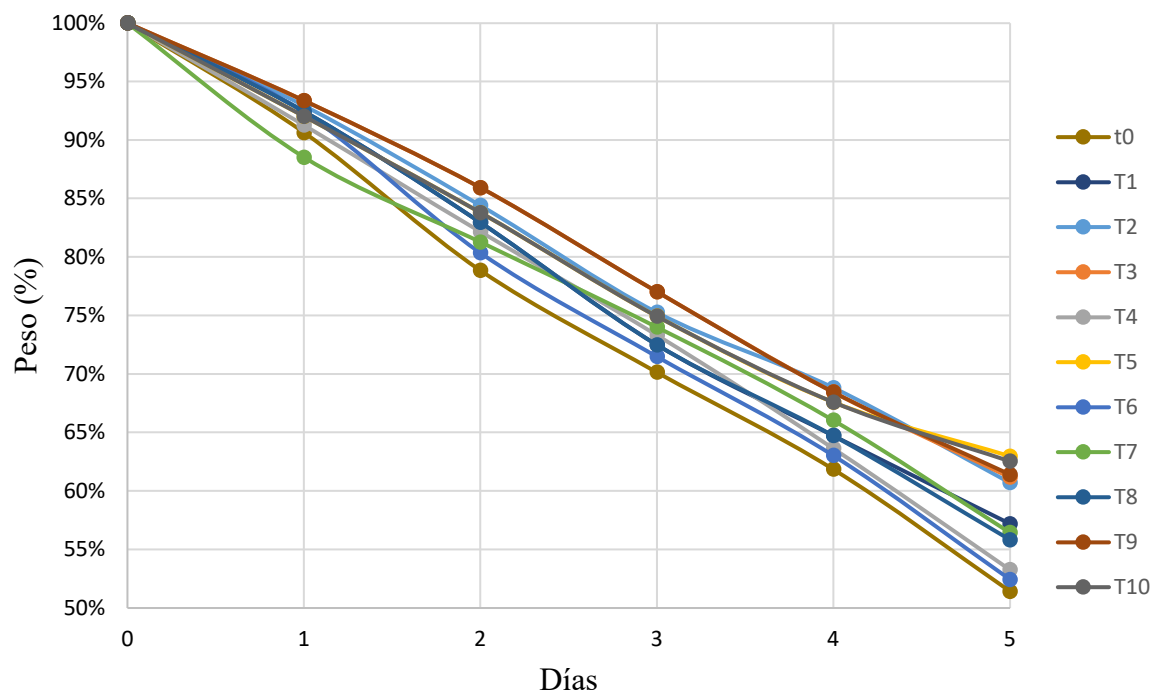
4.3.1. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos en los tratamientos de fresas con y sin recubrimiento comestible desde el día 1 hasta el día 5 de almacenamiento

4.3.1.1. Evaluación del efecto del porcentaje de pérdida de peso en fresas no recubiertas y fresas con un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina.

En la figura 8 se determinó la tendencia del comportamiento de la pérdida de peso (%) de las fresas recubiertas en el día 0 con las diferentes formulaciones, para ser analizados día con día a temperatura ambiente hasta llegar al día 5, en la que el T0 se refiere al tratamiento control, es decir, fresas que no hayan sido recubiertas

Figura 8:

Pérdida de peso (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días



En la figura 8 se observa la tendencia a la pérdida del porcentaje inicial de peso en todos los tratamientos, esto debido a la deshidratación que sufre la fresa a través del tiempo, la pérdida de peso repercute directamente en las características sensoriales de las fresas, ya que debido a su deshidratación interfiere en su textura, olor y sabor.

A pesar del recubrimiento aplicado, las fresas perdieron entre 37.03% y 46.74% de su peso total. Las fresas que mayor porcentaje de peso perdieron, fueron las fresas control (sin recubrimiento), con una pérdida del 48.59%.

Sin embargo, el tratamiento con el mayor porcentaje de pérdida de peso fue el tratamiento T6 (7.7% de almidón, 5.7% de glicerina y 11.6% de aceite de palta) ya que, en el día 0, un conjunto de 3 fresas, tenían un peso total de 73.3 gr, que paso a ser un peso de 38.4 gr en el día 5, el cual representa una pérdida 34.9 gr, equivalente a un 47.57% de pérdida de peso por deshidratación. Por otro lado, el tratamiento con menor pérdida de peso fue el T5 (9% de almidón, 5% de glicerina y 11% de aceite de palta) con una pérdida de 29.7gr, equivalente a un 37.03% de su peso total, debido a que un grupo de 3 fresas paso de pesar 80.2 gr en el día 0 a 50.5 gr en el día 5.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la variación del peso de las fresas entre los tratamientos y el tratamiento control durante los días transcurridos, con los resultados obtenidos, se realizó un análisis de varianza para la pérdida de peso (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días.

Tabla 18

Análisis de Varianza para la Pérdida de peso (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tratamientos	259.104	10	25.9104	10.86	0.0000*
B:Dias	8007.95	4	2001.99	839.41	0.0000*
RESIDUOS	95.3998	40	2.38499		
TOTAL (CORREGIDO)	8362.46	54			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

La tabla 20 de ANOVA analizó la variabilidad de la pérdida de peso (%) de las fresas, al evaluar la significancia estadística de cada efecto individualmente al comparar su cuadrado medio de 25.9136 con una estimación del error experimental. Los resultados obtenidos muestran que tanto los tratamientos como los días en su forma lineal es significativa estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

En el **anexo** se presenta las medias ajustadas por mínimos cuadrados (MME) para evaluar la pérdida de peso porcentual en fresas bajo diferentes tratamientos (T0 a T10), con y sin recubrimiento, durante un período de 5 días. Cada tratamiento incluye 5 casos,

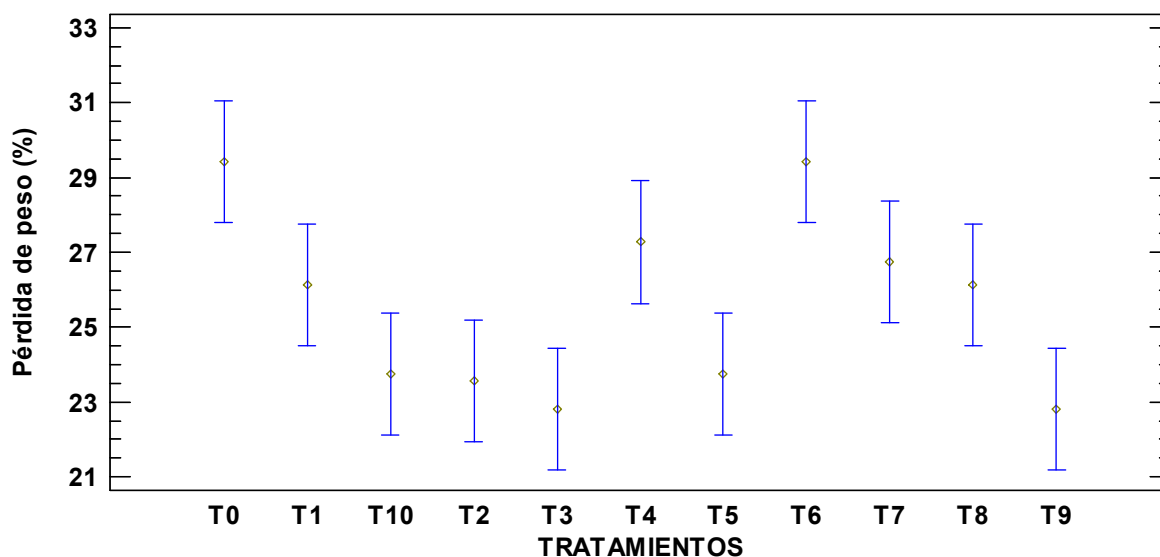
y se reportan las medias ajustadas junto con su error estándar y los límites inferiores y superiores del intervalo de confianza del 95%.

Estos intervalos proporcionan un rango dentro del cual se espera que se encuentre la verdadera pérdida de peso, lo que añade precisión y confiabilidad a los resultados. En general, los tratamientos T0 (control) y T6 muestran una mayor pérdida de peso, con medias ajustadas de 29.42% y 28.076%, respectivamente, mientras que los tratamientos T5 y T10, con 23.74%, sugieren ser más efectivos en reducir la pérdida de peso.

En la tabla del **anexo** Se realizó un análisis anova multifactorial, en la que se comparó los diferentes tratamientos durante 5 días, en la que el tratamiento T6 (7.7% de almidón, 5.7 de glicerol y 11.6% de aceite) presento el valor de media más alto, seguido del T4 (8% de almidón, 5% de glicerina y 12% de aceite de palta), lo que representa que son los tratamientos que mayor porcentaje de pérdida de peso presentaron en comparación a los demás tratamientos, seguido del tratamiento T0

Figura 9

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD para la pérdida de peso (%) en fresas con y sin recubrimiento (tratamientos)

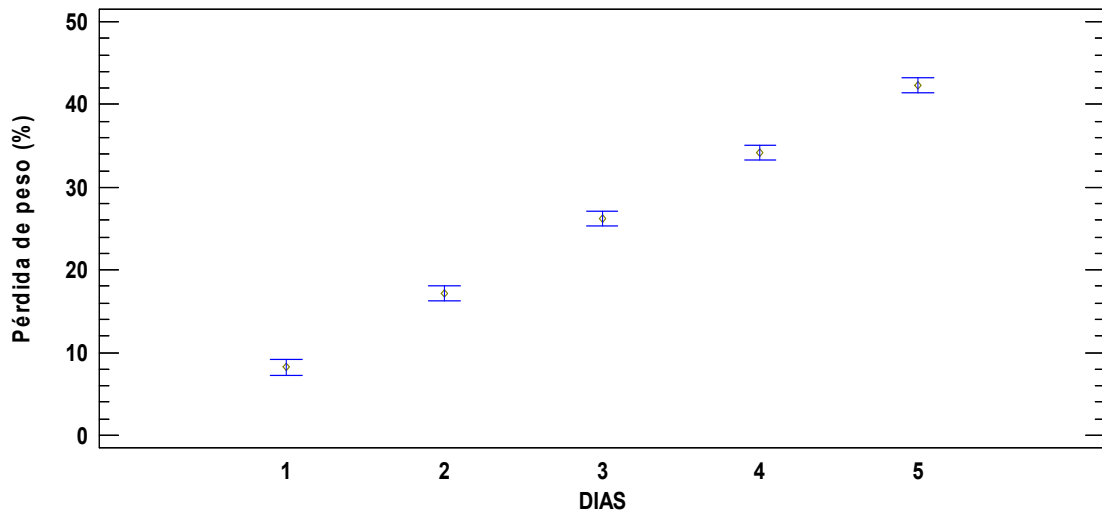


En la figura 9 se observa la diferencia significativa existente entre los tratamientos, por medio de una prueba de múltiples rangos por el método 95.0 porcentaje Tukey HSD, a pesar que el T0 (CONTROL) presenta el mayor índice de pérdida de peso con una pérdida total de 48.55%, el T6 (7.7% de almidón, 5.7% de glicerol y 11.6% de

aceite), presenta la mayor variación en la pérdida de peso, ya que del día 1 al día 4 pierde mayor porcentaje mientras que al llegar al día 5, su pérdida de peso total equivale al 47.57%

Figura 10:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD para la pérdida de peso (%) en fresas con y sin recubrimiento (Días)



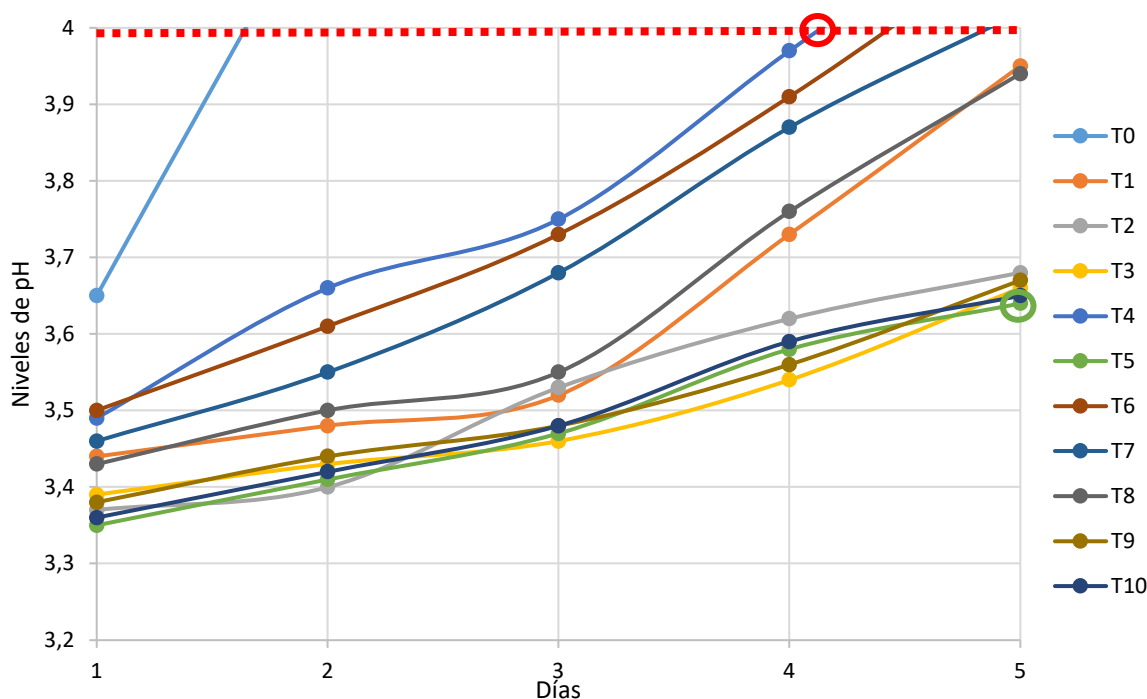
En la figura 10 se muestra una clara diferencia significativa respecto a los valores de los pesos a lo largo de los días transcurridos, en la que se observa como aumenta su porcentaje de pérdida de peso, día tras día.

4.3.1.2. Evaluación del efecto del pH en fresas no recubiertas y fresas con un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina.

En la figura 11 se observó la tendencia del comportamiento de los niveles de pH de las fresas recubiertas en el día 0 con las diferentes formulaciones, para ser analizados día con día a temperatura ambiente hasta llegar al día 5, en la que el T0 se refiere al tratamiento control, es decir, fresas que no hayan sido recubiertas

Figura 11:

Niveles de Ph en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días



En la figura 11 se observa la tendencia al aumento de los niveles de pH de las fresas en función a los días transcurridos, en la que se aprecia una diferencia significativa de la muestra control (T0) con respecto a los tratamientos, el T4 (8% de almidón, 5% de glicerina y 12% de aceite de palta) es el primer tratamiento en sobrepasar los 4.0 [H]⁺ pasado los 4 días, mientras que el tratamiento T1, T8, T3 (9% de almidón, 5% de glicerina y 11% de aceite de palta), T2 (8% de almidón, 6% de glicerina y 11% de aceite de palta) y T5 (7% de almidón, 5% de glicerina y 13% de aceite de palta), son los únicos tratamientos que aun pasado los 5 días, mantienen sus niveles de ph por debajo de los 4.0 [H]⁺, llegando a valores de ph de entre 3.69, 3.68 y 3.67 [H]⁺ respectivamente.

Según Kilic (et. al 2021) el ph rango aproximado de las fresas para su adecuado e inocuo consumo varía entre 3.0 a 4.0 [H]⁺, puesto que la acidez natural de las fresas funciona como inhibidor de los microorganismos, responsables de la descomposición de las fresas, sin embargo, conforme las fresas maduran estos ácidos son metabolizados en azúcares, aumentando sus °Brix, al disminuir su porcentaje de acidez y aumentando sus niveles de azúcar, su pH tiende a aumentar, lo que genera un ambiente apto para la proliferación de microorganismos, afectando a sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales cuando no está sometida a refrigeración, y en consecuencia, la fresa llega más rápido a la etapa de senescencia.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la variación de los niveles de pH en las fresas entre los tratamientos y el tratamiento control durante los días transcurridos, con los resultados obtenidos, se realizó un análisis de varianza para los niveles de pH en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días.

Tabla 19

Análisis de Varianza para los niveles de Ph en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días (%)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tratamientos	10.4433	10	1.04433	9.3	0.0000*
B:Dias	3.39904	4	0.849761	7.57	0.0001*
RESIDUOS	4.48992	40	0.112248		
TOTAL (CORREGIDO)	18.3323	54			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

La tabla 21 de ANOVA analizó la variabilidad los niveles de pH de las fresas, al evaluar la significancia estadística de cada efecto individualmente al comparar su cuadrado medio de 1.04891 con una estimación del error experimental. Los resultados obtenidos muestran que tanto los tratamientos como los días en su forma lineal es significativa estadísticamente, ya que presenta un valor de p<0.05, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

En el **anexo** se presenta las medias ajustadas por mínimos cuadrados (MME) para evaluar los niveles de pH en fresas bajo diferentes tratamientos con y sin recubrimiento, durante un período de 5 días. Cada tratamiento incluye 5 casos, y se reportan las medias

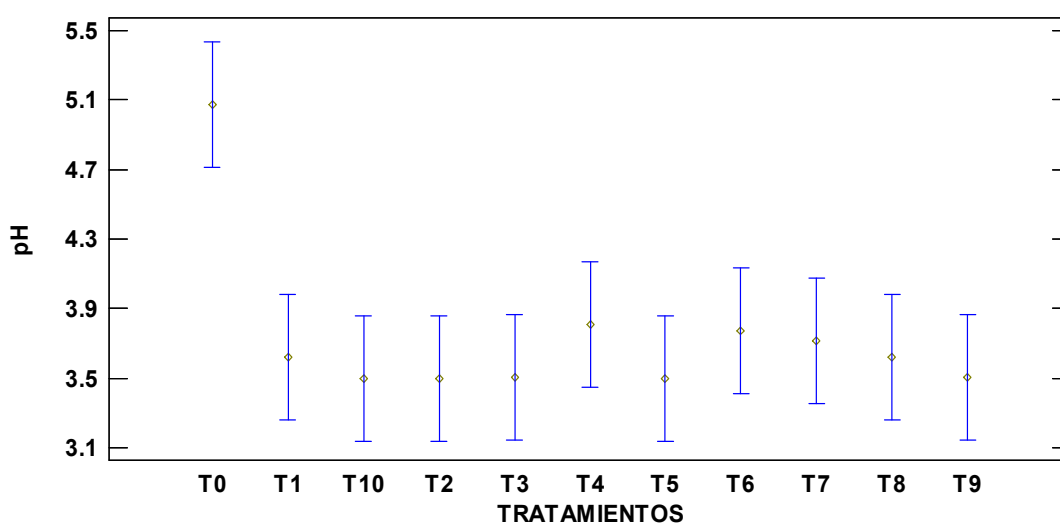
ajustadas junto con su error estándar y los límites inferiores y superiores del intervalo de confianza del 95%.

Los tratamientos varían en su efecto sobre el pH, con el tratamiento T0 (control) mostrando el pH más alto con una media de 5.072, y un intervalo de confianza entre 4.77087 y 5.37313, lo que indica una diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos que presentan valores de pH más bajos. Los tratamientos con recubrimiento, como T1, T2, T3, T5 y T10, tienen niveles de pH similares, con medias ajustadas cercanas a 3.5, lo que sugiere que los recubrimientos ralentizan el aumento del pH de las fresas. El T10 tiene una media de 3.496, con un intervalo entre 3.19487 y 3.79713, lo que lo coloca dentro del rango esperado para tratamientos con recubrimiento. Los tratamientos T4 y T6 presentan niveles de pH ligeramente más altos, con medias de 3.81 y 3.776, respectivamente, lo que podría indicar una menor efectividad en la estabilidad del pH en comparación con otros recubrimientos y con los resultados obtenidos por Acosta J. (2019).

En el **anexo**, se realizó un análisis anova multifactorial, en la que se comparó los diferentes tratamientos durante 5 días, en la que el tratamiento T5 y T10 (7% de almidón, 5% de glicerina y 13% de aceite de palta) presento el valor de media más bajo, por el contrario, el tratamiento T0, es el tratamiento que presento mayor variación en la media con respecto a los demás tratamientos.

Figura 12

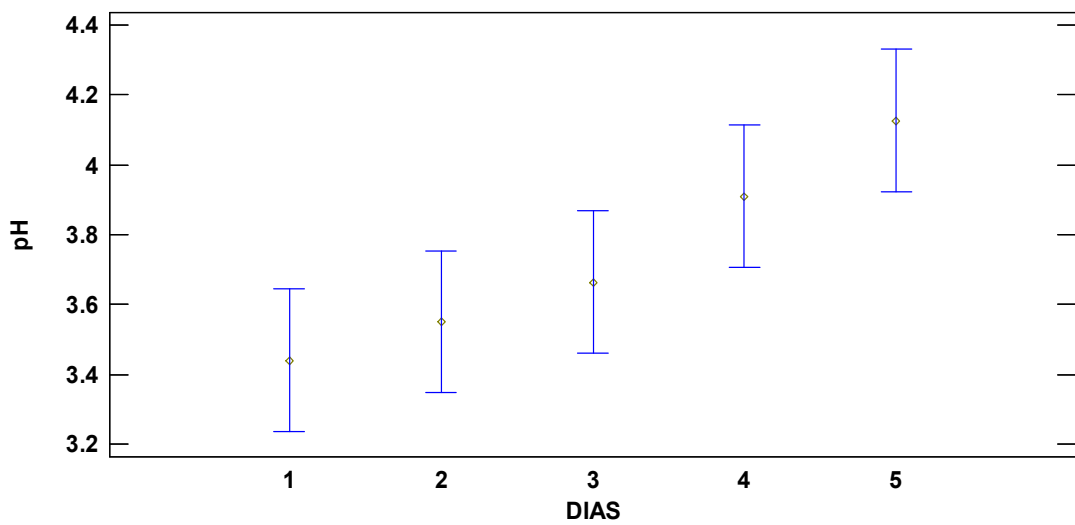
Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD Ph en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días (tratamientos)



Como se muestra en la figura 12, existe diferencia significativa entre los tratamientos y el T0, por medio de una prueba de múltiples rangos por el método 95.0 porcentaje Tukey HSD, sin embargo, en el gráfico se aprecia mejor la diferencia significativa que existen entre tratamientos, en la que se muestra el T2 (8% de almidón, 6% de glicerina y 11% de aceite de palta) y T5 (7% de almidón, 5% de glicerina y 13% de aceite de palta) como los que presentaron menor aumento en los niveles de ph.

Figura 13:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD pH en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días (Días)



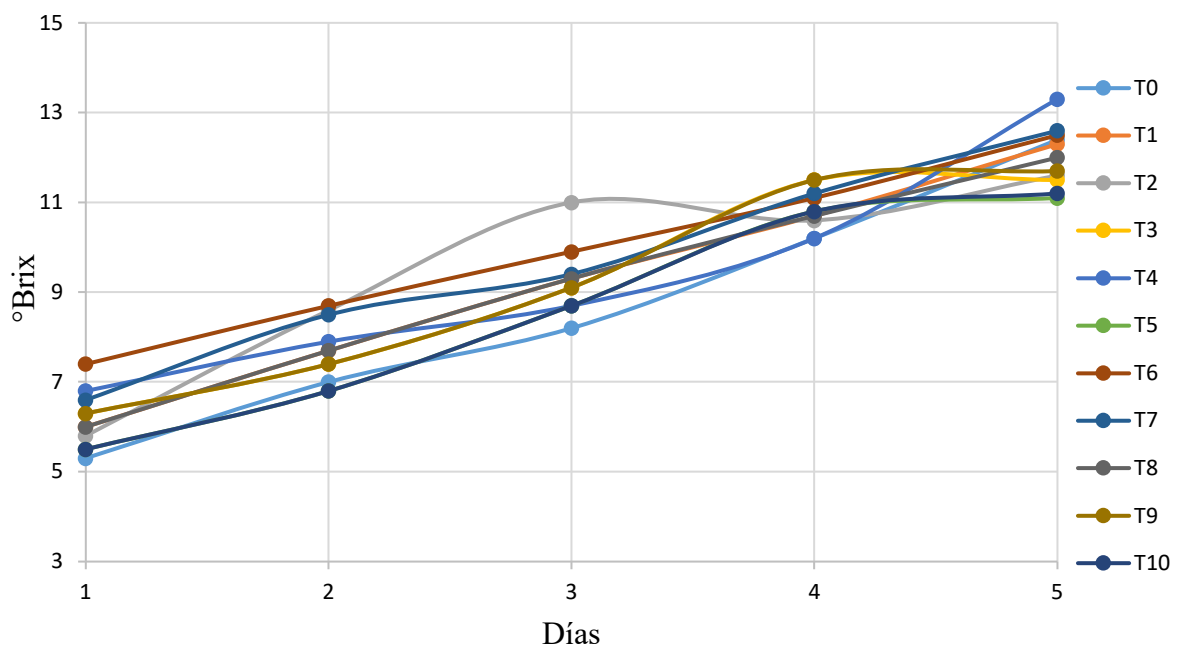
En la figura 13 se muestra que existe una clara diferencia significativa respecto a los valores de pH con respecto del aumento de los días transcurridos.

4.3.1.3. Evaluación del efecto de los niveles de °Brix en fresas no recubiertas y fresas con un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina.

En la figura 14 se observa la tendencia del comportamiento de los °Brix de las fresas recubiertas en el día 0 con las diferentes formulaciones, para ser analizadas día con día a temperatura ambiente hasta llegar al día 5, en la que el T0 se refiere al tratamiento control, es decir, fresas que no hayan sido recubiertas

Figura 14

Niveles de los °Brix en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días



En la figura 14 se indica la variación de °Brix en función a los tratamientos por los días transcurridos en la que el T4 (8% de almidón, 5% de glicerina y 12% de aceite de palta) es el tratamiento que obtuvo los °Brix mas altos con 13.3°, sin embargo, esto pudo ser debido a la maduración inicial de la misma fruta, ya que no todas las fresas presentan el mismo °Brix aun siendo cosechadas de la misma planta, además, todos los tratamientos presentan la tendencia ascendente de los sólidos solubles, en la que el T0 se encuentra levemente por debajo del T6 (7.7% de almidón, 5.7% de glicerina y 11.6% de aceite de palta) que obtuvo 12.5 °Brix.

Oñate L. (2021) reporta que los °Brix son un valor clave para determinar el estado de maduración de la fruta, entre mayor sea su °Brix, su ph también aumentara, sin embargo, si su tasa de respiración es controlada por el efecto de barrera que posee el

recubrimiento, la acidez natural, que es metabolizada tanto para la respiración de la fresa como para el aumento de la concentración de sólidos solubles, permitirá retrasar su respiración sin afectar al aumento de los °Brix, de esta manera el pH no aumentará de forma significativa.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la variación de los °Brix en las fresas entre los tratamientos y el tratamiento control durante los días transcurridos, con los resultados obtenidos, se realizó un análisis de varianza para los °Brix en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días.

Tabla 20

Análisis de Varianza para los niveles de °Brix en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tratamientos	8.10982	10	0.810982	2.37	0.0260*
B:Días	239.019	4	59.7548	174.66	0.0000*
RESIDUOS	13.6847	40	0.342118		
TOTAL (CORREGIDO)	260.814	54			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

En la tabla 22 de ANOVA se analizó la variabilidad los niveles de °Brix de las fresas, al evaluar la significancia estadística de cada efecto individualmente al comparar su cuadrado medio de 0.810982 con una estimación del error experimental. Los resultados obtenidos muestran que tanto los tratamientos como los días en su forma lineal es significativa estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

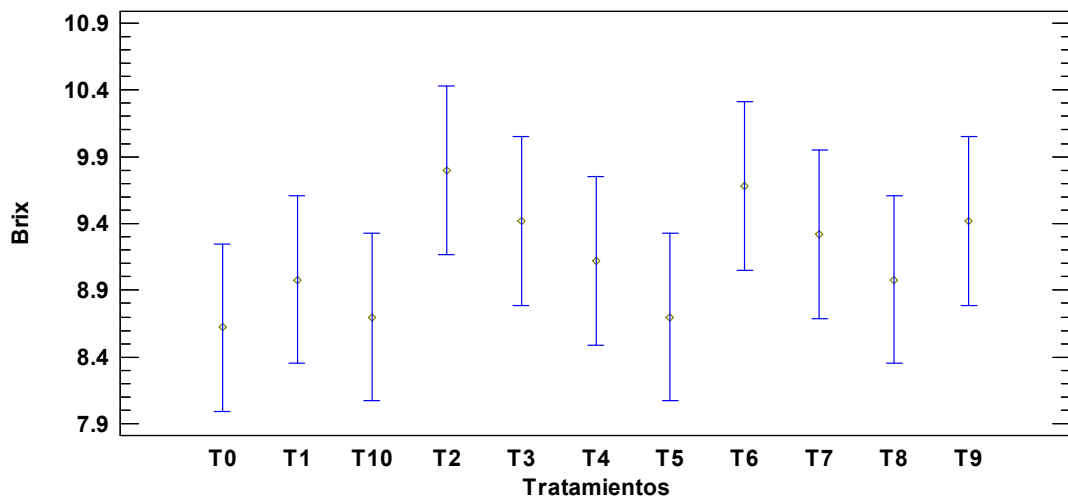
El **anexo** presenta los niveles de °Brix ajustados por mínimos cuadrados (MME), que miden el contenido de azúcar en las fresas bajo diferentes tratamientos, con y sin recubrimiento, durante un período de 5 días, junto con los respectivos intervalos de confianza del 95%. Cada tratamiento incluye 5 casos, y se reportan la media, el error estándar y los límites inferior y superior de los intervalos de confianza, lo que permite entender mejor las variaciones en el contenido de azúcar de las fresas bajo distintas condiciones. El tratamiento T0 (control) presenta un nivel de °Brix de 8.62, con un intervalo de confianza entre 8.09 y 9.15, mientras que otros tratamientos como T1 y T10 tienen niveles de °Brix ligeramente superiores, con medias de 8.45 y 8.17,

respectivamente. Los tratamientos T2 y T6 muestran los valores más altos de °Brix, con medias de 9.27 y 9.15, lo que sugiere que estos tratamientos podrían estar relacionados con un mayor contenido de azúcar en las fresas.

En el **anexo** se observa que el tratamiento T2 (8% de almidón, 6% de glicerina y 11% de aceite de palta) presenta la media más alta para los niveles de °Brix pasado los 5 días de almacenamiento a temperatura ambiente, mientras que el T0 es el tratamiento que menor valor de media posee con respecto a los demás tratamientos.

Figura 15

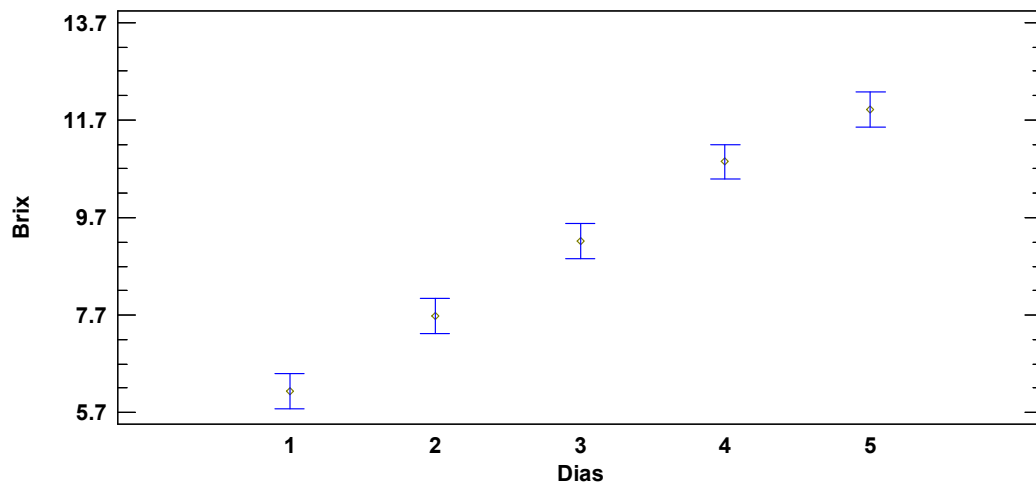
Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD °Brix en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días (tratamientos)



En la tabla 15 se afirma que existe diferencia significativa ya que presenta un valor de $p < 0.05$, además en la figura 8 obtenida por medio de una prueba de múltiples rangos por el método 95.0 porcentaje Tukey HSD, se puede apreciar mejor los valores de los °Brix, en la que el T2 (8% de almidón, 6% de glicerina y 11% de aceite de palta) presenta los niveles de °Brix más altos, seguidos del tratamiento T6 (7.7% de almidón de lentejas, 5.6% de glicerina y 11.7% de aceite de palta), mientras que por el contrario, el tratamiento T0 presenta los niveles más bajos de °Brix.

Figura 16:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD °Brix en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días por (Días)



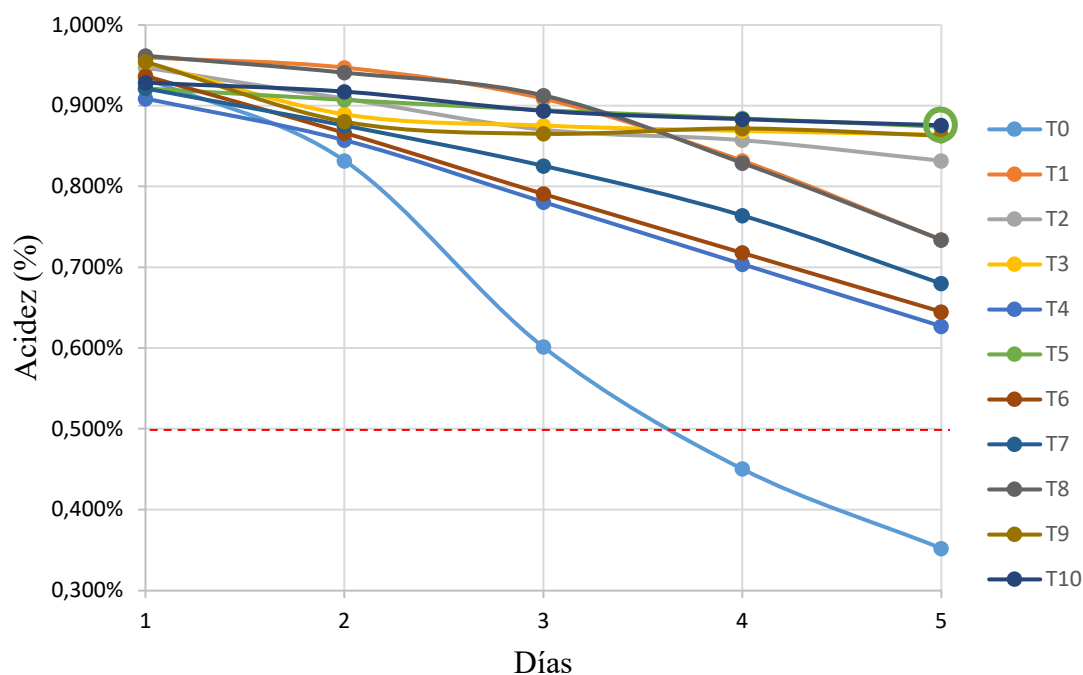
En la figura 16 los datos muestran un aumento progresivo en los niveles de °Brix a lo largo de los 5 días de almacenamiento. El primer día comienza con una media de 6.13, aumentando a 7.68 el día 2, hasta alcanzar un máximo de 11.91 el día 5. Este incremento refleja una acumulación de azúcares a medida que las fresas envejecen, lo cual es típico durante el almacenamiento debido a la concentración de sólidos y la pérdida de agua. Los intervalos de confianza, que se vuelven más amplios a medida que aumenta el contenido de azúcar.

4.3.1.4. Evaluación del efecto del porcentaje de acidez en fresas no recubiertas y fresas con un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina.

En la figura 17 se observó la tendencia del comportamiento del porcentaje de acidez (%) de las fresas recubiertas en el día 0 con las diferentes formulaciones, para ser analizados día con día a temperatura ambiente hasta llegar al día 5, en la que el T0 se refiere al tratamiento control, es decir, fresas que no hayan sido recubiertas

Figura 17

Porcentaje de Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días



Como se observa en la figura 17, la tendencia de la acidez es descendente, puesto que a medida que las fresas alcanzan la madurez, sus niveles de acidez se van reduciendo debido a que son metabolizados para producir sólidos solubles, lo que aumenta su pH y disminuye sus niveles de acidez como lo menciona Escalante A. (2015). El T0 es el tratamiento que mayor porcentaje de acidez pierde, llegando hasta 0.3520% de acidez en el 5to día, seguido del T4 (8% de almidón de lentejas, 5% de glicerina y 12% de aceite de palta), el cual llega hasta los 0.627% de acidez, mientras que, por el contrario, el T5 (7% de almidón, 5% de glicerina y 13% de aceite de palta)

es el tratamiento que mejor conserva el porcentaje de acidez en el quinto día con un 0.874%.

Según el rango de inocuidad para el consumo de las fresas es de entre 1.2% hasta 0.6%, esto debido que una vez llega hasta ese porcentaje de acidez mínimo, el fruto deja de estar protegido contra microorganismos, ya que su ph se eleva en consecuencia, lo que genera un ambiente apto para la proliferación de microorganismos como lo reporta Acosta J. (2019). Pese a esto, ningún tratamiento recubierto excede el límite mínimo de porcentaje de acidez permitido para su consumo inocuo de las fresas.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la variación de los porcentajes de Acidez (%) en las fresas entre los tratamientos y el tratamiento control durante los días transcurridos, con los resultados obtenidos, se realizó un análisis de varianza para los porcentajes de Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días.

Tabla 21:

Análisis de Varianza para el porcentaje de Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tratamientos	0.327159	10	0.0327159	6.98	0.0000*
B:Días	0.291154	4	0.0727885	15.52	0.0000*
RESIDUOS	0.187613	40	0.00469032		
TOTAL (CORREGIDO)	0.805926	54			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

En la tabla 23 de ANOVA se analizó la variabilidad los niveles de porcentaje de acidez (%) de las fresas, al evaluar la significancia estadística de cada efecto individualmente al comparar su cuadrado medio de 0.0327159 con una estimación del error experimental. Los resultados obtenidos muestran que tanto los tratamientos como los días en su forma lineal es significativa estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

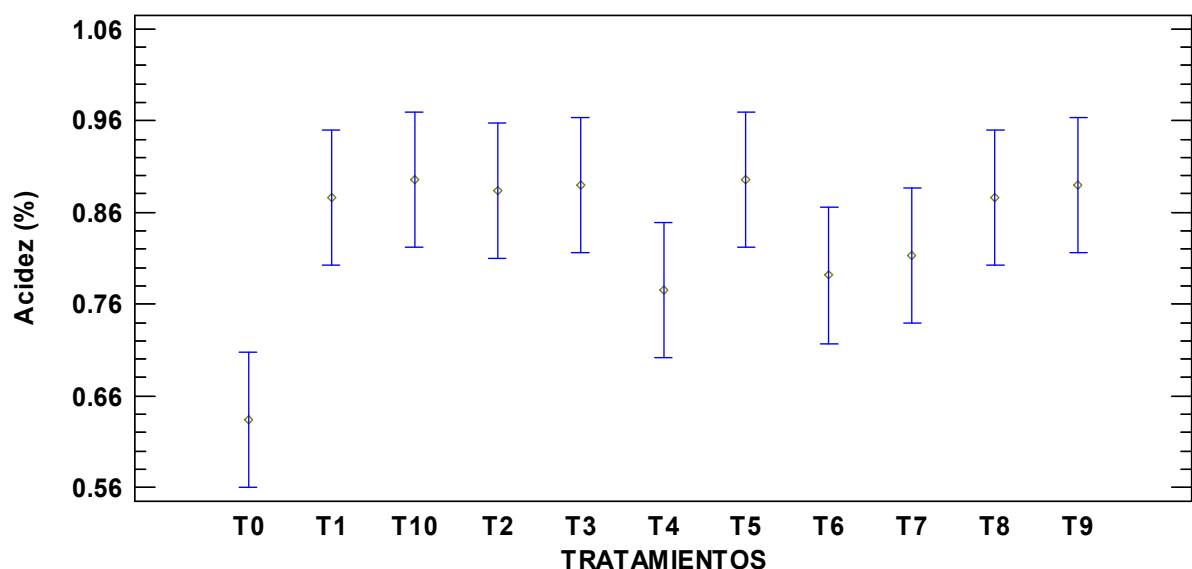
El **anexo** presenta las medias ajustadas por mínimos cuadrados (MME) para el porcentaje de acidez en fresas sometidas a diferentes tratamientos, con y sin recubrimiento, durante un período de 5 días, junto con sus respectivos intervalos de

confianza del 95%. Cada tratamiento tiene 5 casos, y la media, el error estándar y los límites inferior y superior permiten evaluar cómo varía la acidez bajo distintas condiciones. El tratamiento T0 (control) muestra el porcentaje de acidez más bajo con una media de 0.634%, con un intervalo de confianza entre 0.572% y 0.696%, lo que sugiere que, sin recubrimiento, las fresas tienden a perder mayor porcentaje de acidez. En contraste, los tratamientos T1, T8, T5 y T10, con medias de alrededor de 0.814% y 0.834%, presentan los mayores niveles de acidez, lo que sugiere que ciertos recubrimientos pueden contribuir a la preservación de la acidez durante el almacenamiento.

Según el **anexo**, se muestra como la media del tratamiento T0 es notoriamente el más bajo a comparación del resto de tratamientos, mientras que el tratamiento T5 y el T10 (7% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 13% Aceite de palta), que presentan una media de 0.896 siendo la más alta, seguidos del tratamiento T3 y T9 (7% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 13% Aceite de palta), con una media de 0.8903 luego de ser almacenadas a temperatura ambiente durante 5 días, con respecto a los demás tratamientos.

Figura 18:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días (tratamientos)

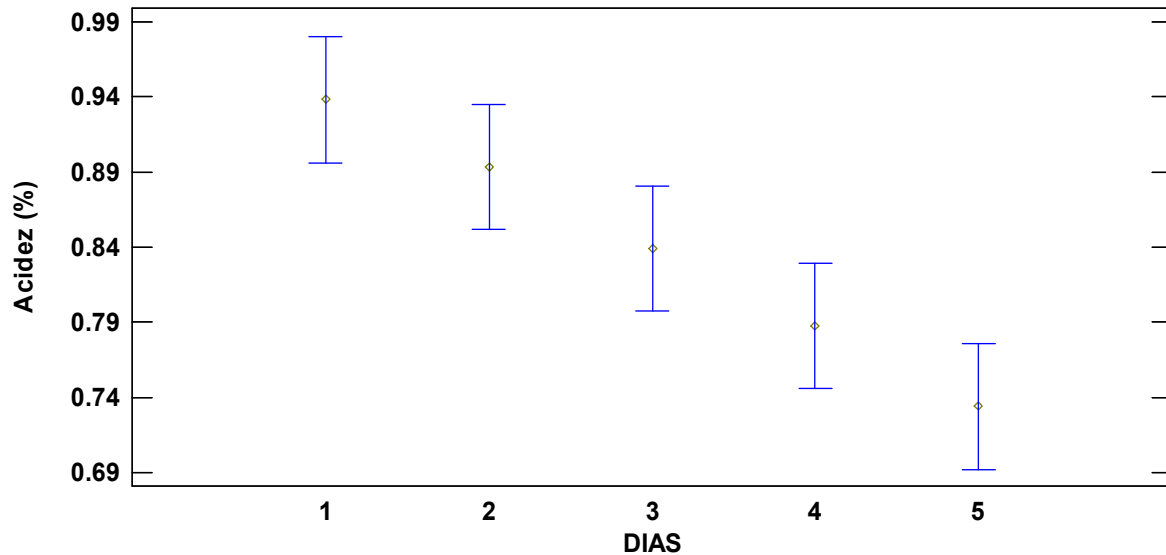


En la figura 18, obtenida por medio de una prueba de múltiples rangos por el método 95.0 porcentaje Tukey HSD, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos y con respecto al T0 ya que sus valores se encuentran fuera de los

parámetros permitidos, mientras que en los demás tratamientos se observa como el T5 (7% de almidón, 5% de glicerina y 13% de aceite de palta) es el tratamiento que mejor conserva el porcentaje de acidez en comparación con los demás tratamientos.

Figura 19:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días (Días)



En la figura 19 se observa la evolución diaria del porcentaje de acidez, en la que disminuye gradualmente en el transcurso de los 5 días de almacenamiento. El primer día, la acidez media es de 0.9381%, y para el quinto día, disminuye a 0.7339%, lo que sugiere que, a medida que las fresas se almacenan, la acidez tiende a reducirse. Este patrón es típico en frutas frescas, donde la acidez disminuye conforme se descomponen los ácidos orgánicos durante el almacenamiento.

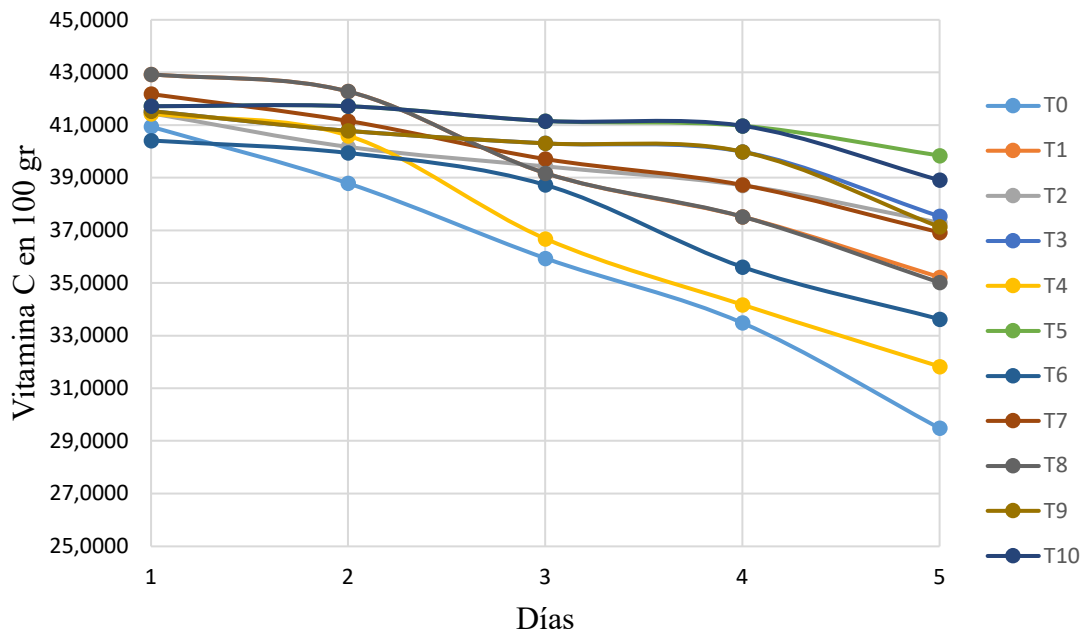
4.3.2. Evaluación de los parámetros nutricionales fresas con y sin recubrimiento comestible desde el día 1 hasta el día 5 de almacenamiento

4.3.1.5. Evaluación de la vitamina C en fresas no recubiertas y fresas con un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina.

En la figura 20 se observó la tendencia del comportamiento de la vitamina C de las fresas recubiertas en el día 0 con las diferentes formulaciones, para ser analizados día con día a temperatura ambiente hasta llegar al día 5, en la que el T0 se refiere al tratamiento control, es decir, fresas que no hayan sido recubiertas

Figura 20

Vitamina C en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días



Como se observa en la figura 10, la tendencia de la vitamina C es descendente, puesto que a medida que las fresas alcanzan la madurez, la cantidad de vitaminas se van reduciendo según Jima I. (2015) debido a la pérdida de peso, además de que las vitaminas en general, son termolábiles, es decir, la temperatura evapora las vitaminas, teniendo en cuenta que su almacenamiento fue a temperatura ambiente. El T0 es el tratamiento que mayor cantidad de vitamina C perdió, llegando hasta 29.4862 gr por 100 gr de vitamina C en el 5to día, seguido del T4 (8% de almidón de lentejas, 5% de glicerina y 12% de aceite de palta), el cual llega hasta los 31.8267 gr por 100 gr de vitamina C, mientras que, por el contrario, el T5 (7% de almidón, 5% de glicerina y

13% de aceite de palta) es el tratamiento que mejor conserva la cantidad de vitamina C con 39.48gr por 100gr.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la variación de la cantidad de vitamina C en las fresas entre los tratamientos y el tratamiento control durante los días transcurridos, con los resultados obtenidos, se realizó un análisis de varianza para los porcentajes de Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días.

Tabla 22:

Análisis de Varianza para la vitamina C en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tratamientos	141.786	10	14.1786	7.69	0.0000*
B:Días	241.981	4	60.4951	32.8	0.0000*
RESIDUOS	73.7725	40	1.84431		
TOTAL (CORREGIDO)	457.539	54			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

En la tabla 24 de ANOVA se analizó la variabilidad los niveles de porcentaje de acidez (%) de las fresas, al evaluar la significancia estadística de cada efecto individualmente al comparar su cuadrado medio con una estimación del error experimental. Los resultados obtenidos muestran que tanto los tratamientos como los días en su forma lineal es significativa estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

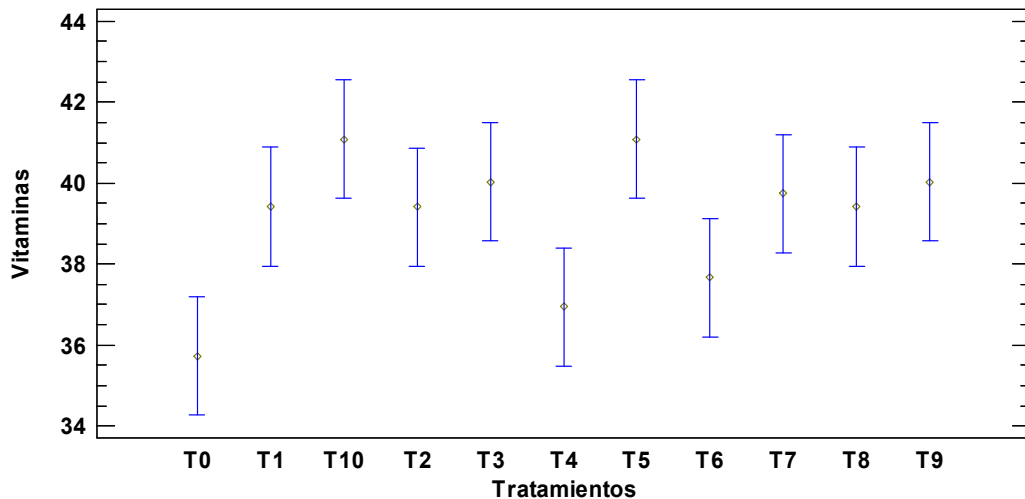
El **anexo** presenta las medias ajustadas por mínimos cuadrados (MME) de la cantidad de vitamina C en fresas sometidas a diferentes tratamientos, con y sin recubrimiento, durante un período de 5 días, junto con sus respectivos intervalos de confianza del 95%. Cada tratamiento tiene 5 casos, y la media, el error estándar y los límites inferior y superior permiten evaluar cómo varía la cantidad de vitamina C bajo distintas condiciones. El tratamiento T0 (control) muestra menor cantidad de vitamina C con una media de 35.73, con un intervalo de confianza entre 34.50 y 36.96, lo que sugiere que, sin recubrimiento, las fresas tienden a perder mayor cantidad de vitamina C. En contraste, los tratamientos T3, T9, T5 y T10, con medias de alrededor de 40.032 y 41.083%, presentan los mayores niveles de acidez, lo que sugiere que ciertos

recubrimientos pueden contribuir a la preservación de la acidez durante el almacenamiento.

Según el **anexo**, se muestra como la media del tratamiento T0 es notoriamente el más bajo a comparación del resto de tratamientos, mientras que el tratamiento T5 y el T10 (7% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 13% Aceite de palta), que presentan una media de 41.083 siendo la más alta, seguidos del tratamiento T3 y T9 (9% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 11% Aceite de palta), luego de ser almacenadas a temperatura ambiente durante 5 días, con respecto a los demás tratamientos.

Figura 21:

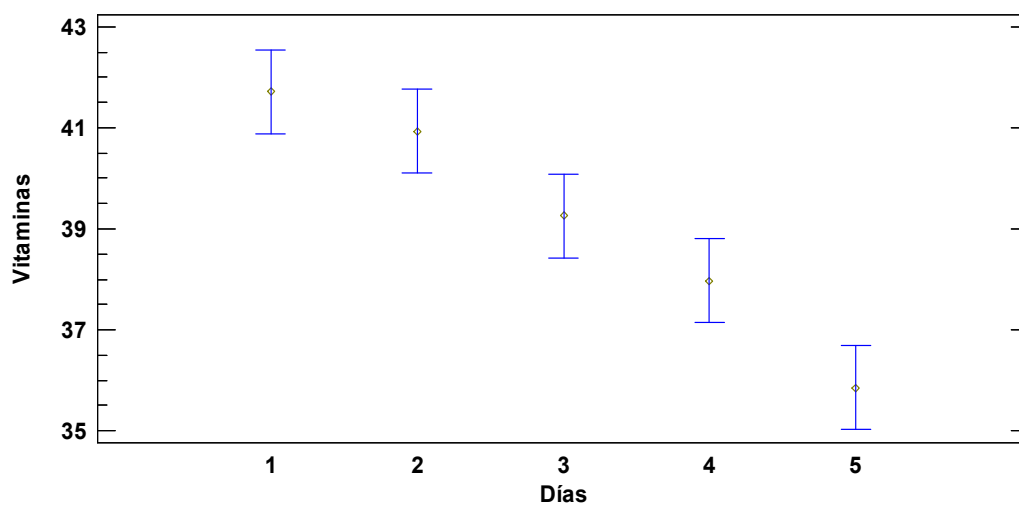
Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD vitamina C en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días (tratamientos)



En la figura 21, obtenida por medio de una prueba de múltiples rangos por el método 95.0 porcentaje Tukey HSD, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos y con respecto al T0 ya que sus valores se encuentran notoriamente por debajo de los demás tratamientos, mientras que en los demás tratamientos se observa como el T5 (7% de almidón, 5% de glicerina y 13% de aceite de palta) es el tratamiento que mejor conserva la cantidad de vitaminas en comparación con los demás tratamientos.

Figura 22:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD vitamina C en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días (Días)



En la figura 22 se observa la evolución diaria de la cantidad de vitamina C, en la que disminuye gradualmente en el transcurso de los 5 días de almacenamiento. El primer día, la cantidad de vitamina C media es de 42.2 mg, y para el quinto día, disminuye a 36.5 mg, lo que sugiere que, a medida que las fresas se almacenan, la vitamina C tiende a reducirse. Este patrón es típico en frutas frescas, donde la vitamina C disminuye conforme se descomponen los ácidos orgánicos durante el almacenamiento.

4.3.2. Análisis de los parámetros fisicoquímicos en fresas recubiertas en el día 0 y analizadas en el quinto día de su almacenamiento a temperatura ambiente

4.3.2.1. Análisis del porcentaje de pérdida de peso en fresas recubiertas en el día 0 con un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina pasado los 5 días.

Para la tabla 25 se pesó grupos de 3 fresas por tratamientos para evaluar el efecto de la pérdida de peso (%), para que 5 días después de su aplicación y almacenamiento a temperatura ambiente se analicen los resultados obtenidos.

Tabla 23

Efecto de la pérdida de peso (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.

Tratamientos	Almidón de Lentejas	Glicerina	Aceite de Palta	Pérdida de Peso (%)
T1	7	7	11	44.25
T1	7	7	11	42.54
T1	7	7	11	42.86
T2	8	6	11	39.22
T2	8	6	11	38.46
T2	8	6	11	39.90
T3	9	5	11	38.50
T3	9	5	11	38.81
T3	9	5	11	38.22
T4	8	5	12	47.34
T4	8	5	12	46.46
T4	8	5	12	46.15
T5	7	5	13	37.21
T5	7	5	13	36.10
T5	7	5	13	37.83
T6	7.7	5.6	11.7	46.55
T6	7.7	5.6	11.7	46.87
T6	7.7	5.6	11.7	46.19
T7	7	6	12	43.75
T7	7	6	12	43.75
T7	7	6	12	43.17
T8	7	7	11	44.25
T8	7	7	11	42.54
T8	7	7	11	42.86
T9	9	5	11	39.38
T9	9	5	11	38.81
T9	9	5	11	38.22
T10	7	5	13	37.21

Tratamientos	Almidón de Lentejas	Glicerina	Aceite de Palta	Pérdida de Peso (%)
T10	7	5	13	36.10
T10	7	5	13	37.83

En la tabla 25 se muestra los porcentajes de pérdida de peso en fresas con recubrimiento comestibles compuestos por almidón de lentejas, glicerina y aceite de palta en el día 0, evaluándose el cambio al día 5. Los tratamientos están identificados como T1 a T10, y cada uno varía en la cantidad de estos componentes. En general, se observa que los recubrimientos con mayores cantidades de almidón de lentejas (como T2 y T9 con 8g y 9g respectivamente) tienden a mostrar menor pérdida de peso, lo que sugiere que este componente podría tener un efecto protector más fuerte contra la deshidratación.

El tratamiento T2 (8g de almidón, 6g de glicerina y 11g de aceite) muestra una de las menores pérdidas de peso, con un promedio de 32.12%, mientras que el tratamiento T1, con 7g de almidón, registra una pérdida mayor de alrededor de 37.93%. Por otro lado, algunos tratamientos como T4 y T7 con cantidades similares de almidón y aceite de palta pero con 12g de glicerina, muestran pérdidas de peso más altas, alrededor de 39.24% y 40.28%, lo que podría indicar que una mayor cantidad de glicerina no es tan efectiva para prevenir la pérdida de peso en las fresas.

Se observa que el tratamiento T5, con 7g de almidón, 5g de glicerina y 13g de aceite, tiene una pérdida de peso significativamente menor de 33.08%, lo que sugiere que la combinación de mayor aceite puede influir positivamente en la retención de humedad.

A fin de comprender la variabilidad y eficacia de los diferentes recubrimientos aplicados en las fresas respecto a la pérdida de peso tras 5 días. En la tabla 22 se realizó el análisis de promedios, desviación estándar y coeficiente de variación permite identificar qué tratamientos son más consistentes y efectivos para reducir la deshidratación. Tratamientos con menor coeficiente de variación y una desviación estándar baja, como T2 y T10, indican una mayor estabilidad en sus resultados.

Además, los valores máximos y mínimos ayudan a detectar la dispersión en la pérdida de peso, proporcionando información clave para mejorar la formulación de recubrimientos.

Tabla 24

Resumen Estadístico para la Pérdida de peso (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos por Tratamientos

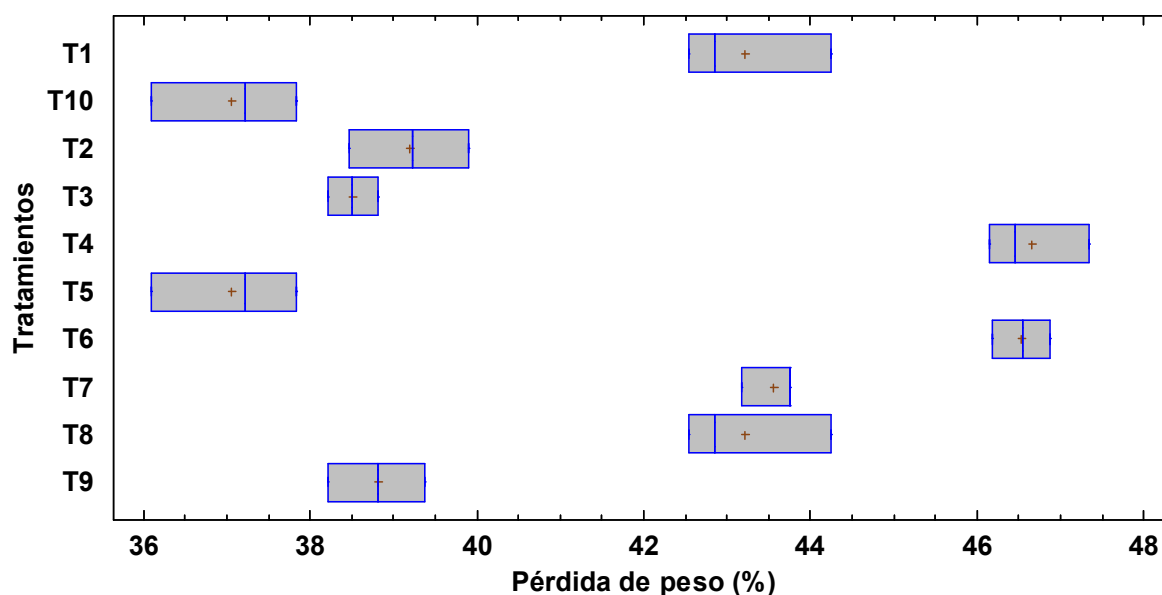
<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
T1	3	43.2167	0.909084	2.10%	42.54	44.25
T10	3	37.0467	0.876489	2.37%	36.1	37.83
T2	3	39.1933	0.72037	1.84%	38.46	39.9
T3	3	38.51	0.295127	0.77%	38.22	38.81
T4	3	46.65	0.617333	1.32%	46.15	47.34
T5	3	37.0467	0.876489	2.37%	36.1	37.83
T6	3	46.5367	0.340196	0.73%	46.19	46.87
T7	3	43.5567	0.334863	0.77%	43.17	43.75
T8	3	43.2167	0.909084	2.10%	42.54	44.25
T9	3	38.8033	0.580029	1.49%	38.22	39.38
Total	30	41.3777	3.61351	8.73%	36.1	47.34

La Tabla 26 se nos presenta los valores estadísticos para los 10 tratamientos, donde se muestra como el tratamiento T3 (8% Almidón de lentejas, 6% Glicerina y 11% Aceite de palta) y el T7 (9% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 11% Aceite de palta) son los tratamientos que menor desviación estándar presentan con un valor de 0.295 y 0.03 respectivamente, ambos acompañados de un valor de coeficiente de variación de 0.77%. El tratamiento que presento mayor desviación estándar es el T1 (7% Almidón de lentejas, 7% Glicerina y 11% Aceite de palta) con un valor de 0.9090 y un coeficiente de variación de 2.10%. La desviación estándar, refiere a la dispersión de los datos para obtener el valor promedio, como se observa, todos los datos presentan una desviación estándar baja, menor al 1.0%, lo que significaría, la confiabilidad de los datos recopilados, en la que el T3 es el tratamiento del cual menos varían sus datos para llegar a su valor promedio, que es de 38.51.

A fin de analizar visualmente la variación de la desviación estándar de la pérdida de peso se realizó un gráfico de caja y bigotes como se muestra en la figura 23.

Figura 23:

Gráfico de caja y Bigotes comparando la desviación estándar de la pérdida de peso (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos



En la figura 23, la caja y bigotes, muestra la variación en la pérdida de peso (%) de fresas recubiertas tras 5 días para diferentes tratamientos (T1 a T9 y T10). Cada caja representa la distribución de los datos, mientras que los bigotes indican la dispersión de los mismos. Se observa una mayor pérdida de peso en los T4 y T6, con valores de 46.74% y 47.57%, mientras que T5 y T10 muestran menores pérdidas, con valores del 37.03% al 37.46%.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la variación de la pérdida de peso (%) en las fresas entre los tratamientos luego de los 5 días transcurridos, con los resultados obtenidos, se realizó una tabla anova para la pérdida de peso (%) en fresas con recubiertas durante 5 días.

Tabla 25:

Tabla ANOVA para la pérdida de peso en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos

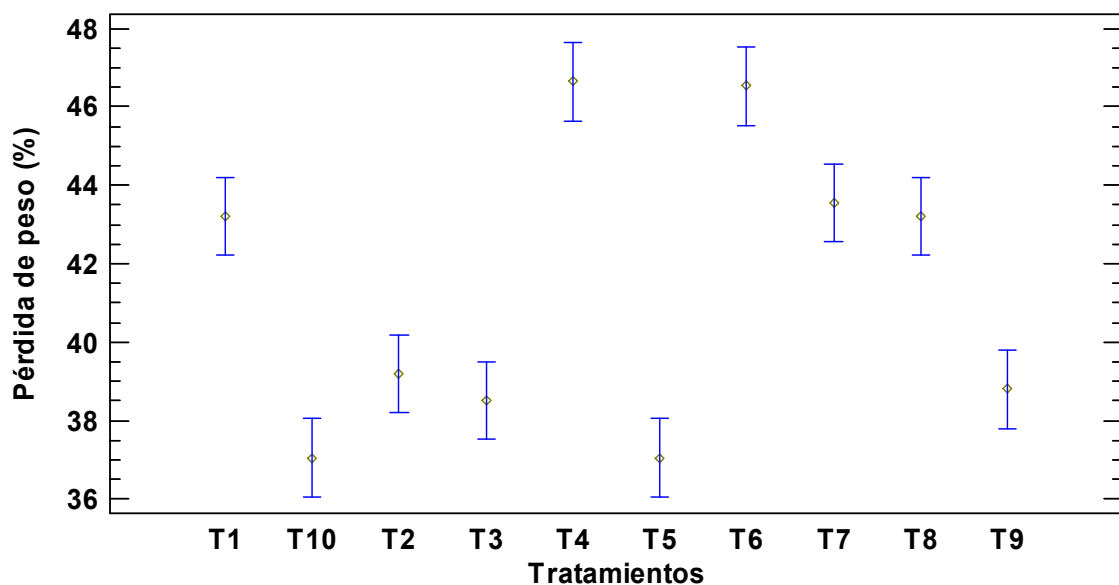
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	369.185	9	41.0206	86.53	0.0000*
Intra grupos	9.48153	20	0.474077		
Total (Corr.)	378.667	29			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

Como se observa en la tabla 27 de ANOVA, se analizó la variabilidad los niveles de pérdida de peso (%) de las fresas. Los resultados obtenidos muestran que el valor entre grupos, con una suma de cuadrados de 369.185 es significativo estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

Figura 24:

Gráfico de medias para el contenido de pérdida de peso (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos por Tratamientos con intervalos de 95.0%



Como se observa en figura 24, que aplica el Método de tukey HSD, se muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, en la que el T5 y T10 son los tratamientos que mejor conservaron el peso de las fresas, seguido del tratamiento T3 y T9

4.3.2.2. Análisis de pH en fresas con un recubiertas a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos.

Para la tabla 28 midió el pH de grupos de 3 fresas por tratamientos para evaluar el efecto de los niveles de pH para que 5 días después de su aplicación y almacenamiento a temperatura ambiente se analicen los resultados obtenidos.

Tabla 26

Efecto de los niveles de pH en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.

Tratamientos	Almidón de Lentejas	Glicerina	Aceite de Palta	pH
T1	7	7	11	3.95
T1	7	7	11	3.91
T1	7	7	11	3.99
T2	8	6	11	3.65
T2	8	6	11	3.68
T2	8	6	11	3.71
T3	9	5	11	3.66
T3	9	5	11	3.69
T3	9	5	11	3.63
T4	8	5	12	4.18
T4	8	5	12	4.21
T4	8	5	12	4.14
T5	7	5	13	3.66
T5	7	5	13	3.62
T5	7	5	13	3.65
T6	7.7	5.6	11.7	4.13
T6	7.7	5.6	11.7	4.08
T6	7.7	5.6	11.7	4.15
T7	7	6	12	4.06
T7	7	6	12	4.02
T7	7	6	12	3.98
T8	7	7	11	3.98
T8	7	7	11	3.91
T8	7	7	11	3.94
T9	9	5	11	3.69
T9	9	5	11	3.67
T9	9	5	11	3.64
T10	7	5	13	3.64
T10	7	5	13	3.69
T10	7	5	13	3.63

En la tabla 28 se muestra los niveles de pH en fresas con recubrimiento comestibles compuestos por almidón de lentejas, glicerina y aceite de palta, aplicadas en el día 0, evaluándose el cambio al día 5. Los tratamientos están identificados como T1 a T10, y cada uno varía en la cantidad de estos componentes. En general, se observa que el tratamiento T2 (8g de almidón, 6g de glicerina, 11g de aceite de palta) se destaca como el mejor en términos de mantener el pH más bajo, con valores que oscilan entre 3.65 y 3.71. Este pH más ácido es beneficioso para inhibir la proliferación de microorganismos y prolongar la frescura de las fresas. La combinación de una cantidad moderada de

glicerina y una mayor cantidad de almidón, que actúa como una barrera que ayuda a mantener la acidez en las fresas, parece ser efectiva para estabilizar el pH y preservar la acidez natural de la fruta, lo que resulta crucial para evitar el deterioro.

Los tratamientos con mayor cantidad de almidón, como T2 y T9, tienden a tener niveles de pH más bajos, lo que indica que el almidón contribuye significativamente a la estabilidad del recubrimiento y la preservación de las propiedades de la fresa. La glicerina en cantidades moderadas (6g en T2) parece ser óptima para mantener el equilibrio entre la flexibilidad del recubrimiento y la retención de acidez

Esto permite que el recubrimiento sea lo suficientemente efectivo para mantener el pH bajo, protegiendo las fresas de la proliferación microbiana y extendiendo su vida útil, mientras que cantidades mayores pueden elevar el pH, como se observa en tratamientos como T4 y T7.

A fin de comprender la variabilidad y eficacia de los diferentes recubrimientos aplicados en las fresas respecto a los niveles de pH tras 5 días. En la tabla 29 se realizó el análisis de promedios, desviación estándar y coeficiente de variación permite identificar qué tratamientos son más consistentes y efectivos para reducir el incremento de los niveles de pH. Tratamientos con menor coeficiente de variación y una desviación estándar baja, como T2 y T10, indican una mayor estabilidad en sus resultados. Además, los valores máximos y mínimos ayudan a detectar la dispersión en los niveles de pH, proporcionando información clave para mejorar la formulación de recubrimientos.

Tabla 27

Resumen Estadístico para los niveles de Ph de las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días

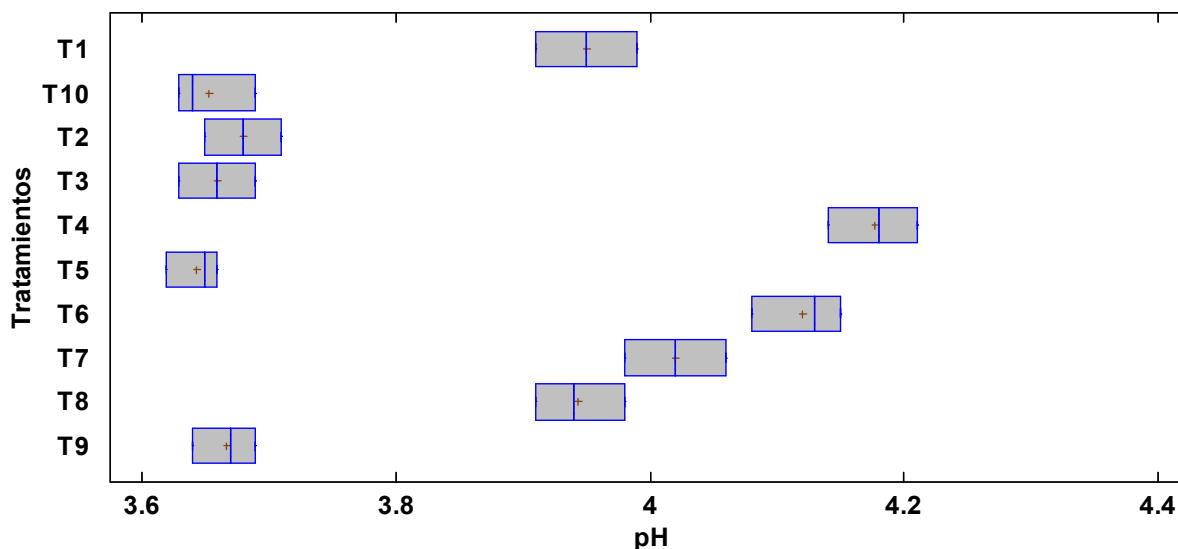
<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
T1	3	3.95	0.04	1.01%	3.91	3.99
T10	3	3.65333	0.0321455	0.88%	3.63	3.69
T2	3	3.68	0.03	0.82%	3.65	3.71
T3	3	3.66	0.03	0.82%	3.63	3.69
T4	3	4.17667	0.0351188	0.84%	4.14	4.21
T5	3	3.64333	0.0208167	0.57%	3.62	3.66
T6	3	4.12	0.0360555	0.88%	4.08	4.15
T7	3	4.02	0.04	1.00%	3.98	4.06
T8	3	3.94333	0.0351188	0.89%	3.91	3.98
T9	3	3.66667	0.0251661	0.69%	3.64	3.69
Total	30	3.85133	0.20706	5.38%	3.62	4.21

La Tabla 29 se nos presenta los valores estadísticos para los 10 tratamientos, donde se muestra que el tratamiento T4 muestra el pH promedio más alto (4.18), lo que indica que las fresas tratadas con esta combinación tienen una menor acidez, lo cual puede favorecer la proliferación de microorganismos. En contraste, el tratamiento T5, con un promedio de pH de 3.64, es el más ácido, lo que sugiere que es más eficaz para inhibir el crecimiento microbiano y preservar la frescura de las fresas.

En cuanto a la desviación estándar, que mide la consistencia de los resultados, el tratamiento T5 destaca por tener la desviación más baja (0.02), lo que refleja una alta estabilidad en los niveles de pH. Esto indica que los valores de pH de las fresas en este tratamiento son muy consistentes entre sí, lo que es favorable para garantizar una protección homogénea contra la acidificación y el deterioro. Esto lo convierte en el tratamiento más fiable para mantener los niveles de acidez. Por el contrario, T1 tiene el coeficiente de variación más alto (1.01%), lo que indica una mayor inestabilidad en los resultados de pH.

Figura 25

Gráfico de caja y Bigotes comparando la desviación estándar de los niveles de Ph en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días



La figura 25 de caja y bigotes se compara los niveles de pH en las fresas recubiertas bajo diferentes tratamientos, recubiertas en el día 0 y analizadas en el quinto día. Cada caja representa la distribución del pH para un tratamiento particular, mostrando la mediana, los cuartiles y los extremos o valores atípicos. Los tratamientos están ordenados de T1 a T10 en el eje Y, mientras que los niveles de pH varían en el eje X entre 3.6 y 4.4. Los tratamientos T4 y T6 tienen cajas más grandes, lo que indica una mayor desviación estándar en sus niveles de pH. Estos se encuentran en el extremo más alto del eje de pH, lo que significa que poseen un pH más elevado, acercándose a niveles más básicos. Esta mayor dispersión y valores de pH más altos pueden hacer que estos tratamientos sean menos eficaces en la inhibición de microorganismos.

La longitud de estos refleja el rango total de los datos, y en algunos tratamientos como T4, T7, y T6, se puede observar una mayor dispersión, lo que significa que algunos valores de pH en estos tratamientos están significativamente alejados del promedio. En cambio, tratamientos como T2, T5, y T9 muestran bigotes más cortos y cajas más concentradas, lo que indica que mantienen una acidez más uniforme y estable, siendo estos los más confiables para la conservación a largo plazo.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la variación de los niveles de pH en las fresas entre los tratamientos luego de los 5 días transcurridos, con los

resultados obtenidos, se realizó una tabla anova para los niveles de pH en fresas con recubiertas durante 5 días.

Tabla 28

Tabla ANOVA para los niveles de pH por Tratamientos en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días

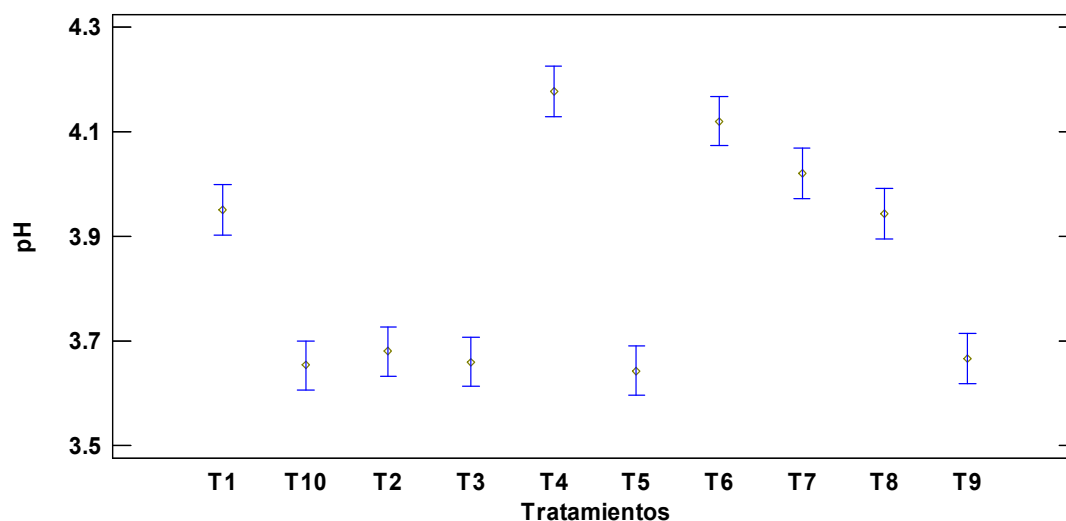
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.22161	9	0.135735	124.91	0.0000*
Intra grupos	0.0217333	20	0.00108667		
Total (Corr.)	1.24335	29			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

Como se observa en la tabla 30 de ANOVA, se analizó la variabilidad los niveles de pH de las fresas. Los resultados obtenidos muestran que el valor entre grupos, con una suma de cuadrados de 1.22161 es significativo, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, representando una diferencia significativa con una confianza del 95%.

Figura 26

Gráfico de medias para el contenido de los niveles de pH con intervalos de 95.0% en las fresas en el quinto día



En la figura 26, que aplica el Método de tukey HSD, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos, en la que el T5 (7% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 13% Aceite de palta) es el tratamiento que conservo mejor los niveles de pH de las fresas, seguido del tratamiento T10, y el tratamiento T3 (9% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 11% Aceite de palta).

4.3.2.3. Análisis de los °Brix en fresas con un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina pasado los 5 días.

Para la tabla 31 se midió los °Brix de grupos de 3 fresas por tratamientos para evaluar el efecto de los °Brix para que 5 días después de su aplicación y almacenamiento a temperatura ambiente se analicen los resultados obtenidos.

Tabla 29

Efecto de los °Brix en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.

Tratamientos	Almidón de Lentejas	Glicerina	Aceite de Palta	°Brix
T1	7	7	11	11.9
T1	7	7	11	12.3
T1	7	7	11	12.7
T2	8	6	11	12
T2	8	6	11	11.6
T2	8	6	11	11.3
T3	9	5	11	11.3
T3	9	5	11	11.7
T3	9	5	11	11.5
T4	8	5	12	13.6
T4	8	5	12	12.9
T4	8	5	12	13.4
T5	7	5	13	11.2
T5	7	5	13	11.5
T5	7	5	13	10.8
T6	7.7	5.6	11.7	12.3
T6	7.7	5.6	11.7	12.6
T6	7.7	5.6	11.7	12.8
T7	7	6	12	12.9
T7	7	6	12	12.7
T7	7	6	12	12.2
T8	7	7	11	12
T8	7	7	11	12.4
T8	7	7	11	11.7
T9	9	5	11	11
T9	9	5	11	11.3
T9	9	5	11	12.5
T10	7	5	13	11.3
T10	7	5	13	11.6
T10	7	5	13	10.9

En la tabla 31 se muestra los °Brix en fresas con recubrimiento comestibles compuestos por almidón de lentejas, glicerina y aceite de palta aplicados en el día 0, evaluándose el cambio al día 5. Los tratamientos incluyen distintas proporciones de estos componentes (T1 a T10), y el valor de °Brix varía entre 11.1 y 13.3 después de 5 días. A medida que se varían los componentes, los cambios en los niveles de azúcar se hacen evidentes, sugiriendo que el recubrimiento y las proporciones de los ingredientes influyen en la retención o pérdida de azúcar en las fresas.

En términos específicos, los tratamientos T4 y T7 muestran los valores más altos de °Brix, con lecturas que alcanzan hasta 13.3 y 12.6, respectivamente. Esto podría indicar que estas combinaciones de almidón de lentejas, glicerina y aceite de palta son más efectivas para mantener o incluso mejorar el nivel de azúcar en las fresas tras el almacenamiento. Por otro lado, algunos tratamientos, como T5 y T10, presentan los valores más bajos de °Brix (11.1 y 11.2), lo que podría señalar una mayor capacidad de esos recubrimientos para preservar el contenido de azúcar en las fresas.

El análisis general de los datos revela que las distintas proporciones de los componentes tienen efectos notables en la calidad de las fresas, medido a través de los °Brix. Los recubrimientos que contienen mayores cantidades de almidón de lentejas (como en T4) parecen ser menos efectivos para mantener los niveles de azúcar, mientras que aquellos con mayores cantidades de aceite de palta (T5 y T10) tienden a mostrar una mayor estabilidad en los valores de °Brix. Esto sugiere que optimizar las proporciones de estos ingredientes puede ser clave para mejorar la calidad de las fresas durante el almacenamiento.

A fin de comprender la variabilidad y eficacia de los diferentes recubrimientos aplicados en las fresas respecto los °Brix tras 5 días. En la tabla 32 se realizó el análisis de promedios, desviación estándar y coeficiente de variación permite identificar qué tratamientos son más consistentes y efectivos para conservar los °Brix. Tratamientos con menor coeficiente de variación y una desviación estándar baja, como el T3, indican una mayor estabilidad en sus resultados. Además, los valores máximos y mínimos ayudan a detectar la dispersión en los °Brix, proporcionando información clave para mejorar la formulación de recubrimientos.

Tabla 30

Resumen Estadístico para los niveles de °Brix en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.

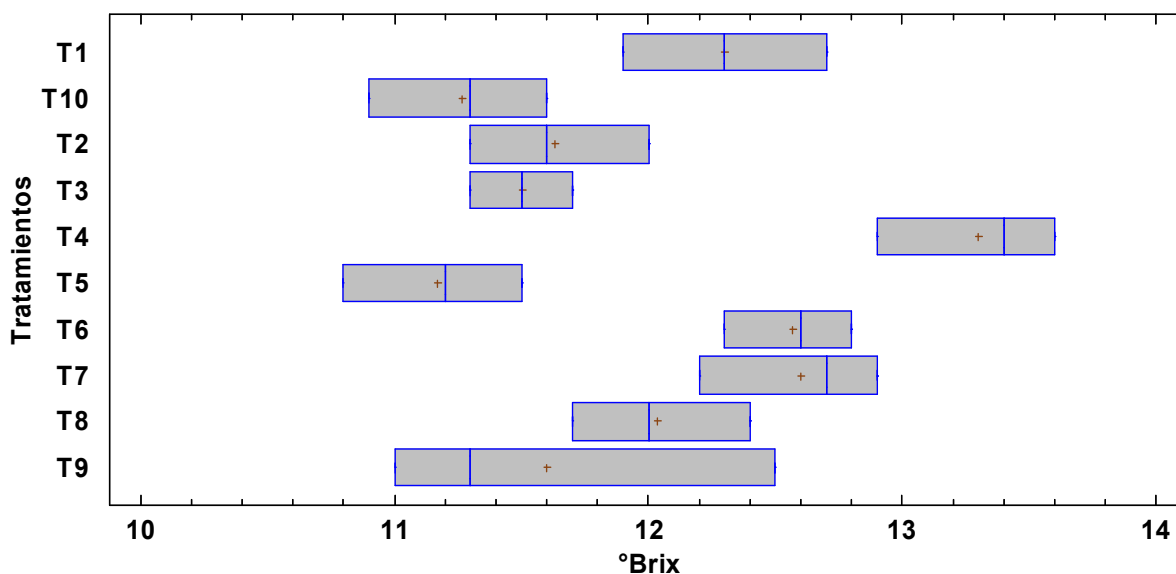
<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
T1	3	12.3	0.4	3.25203%	11.9	12.7
T10	3	11.2667	0.351188	3.11706%	10.9	11.6
T2	3	11.6333	0.351188	3.01881%	11.3	12.0
T3	3	11.5	0.2	1.73913%	11.3	11.7
T4	3	13.3	0.360555	2.71094%	12.9	13.6
T5	3	11.1667	0.351188	3.14497%	10.8	11.5
T6	3	12.5667	0.251661	2.00261%	12.3	12.8
T7	3	12.6	0.360555	2.86155%	12.2	12.9
T8	3	12.0333	0.351188	2.91846%	11.7	12.4
T9	3	11.6	0.793725	6.84246%	11.0	12.5
Total	30	11.9967	0.743006	6.19343%	10.8	13.6

La Tabla 32 se nos presenta los valores estadísticos para los 10 tratamientos, donde se muestra el promedio total de °Brix es 11.9967, con una desviación estándar de 0.7430 y un coeficiente de variación de 6.19%. Los tratamientos T4 (13.3) y T6 (12.5667) mostraron los niveles más altos de °Brix promedio, lo que sugiere que estas combinaciones de almidón de lentejas, glicerina y aceite de palta son menos efectivas para mantener el contenido de azúcar en las fresas durante el almacenamiento. En contraste, los tratamientos T5 (11.1667) y T10 (11.2667) presentaron los promedios más bajos, lo que indica una mayor capacidad de retención de azúcares en estos recubrimientos.

El tratamiento T9 mostró la mayor variabilidad en los niveles de °Brix, con un coeficiente de variación de 6.84%, mientras que el tratamiento T3 presentó la menor variabilidad (1.73%). Esto indica que algunos recubrimientos resultaron más consistentes en la preservación del contenido de azúcar que otros. En conclusión, la tabla revela que las diferentes combinaciones de recubrimientos influyen de manera significativa en los niveles de azúcar de las fresas almacenadas, con algunos tratamientos demostrando ser más efectivos que otros.

Figura 27

Gráfico de caja y Bigotes comparando la desviación estándar de los niveles de °Brix en fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.



La figura 27 de caja y bigotes muestra los °Brix en las fresas recubiertas después de 5 días de almacenamiento para cada tratamiento (T1 a T10). El eje X representa los °Brix, mientras que el eje Y lista los tratamientos aplicados. Las cajas reflejan la variabilidad en los grados °Brix, mostrando la mediana, los cuartiles (bordes de la caja) y los extremos (bigotes) de los datos.

Al observar los resultados en el día 5, se aprecia que los °Brix varían entre aproximadamente 10.5 y 14, lo que indica diferencias significativas en el contenido de azúcares dependiendo del tratamiento aplicado. Tratamientos como el T9 muestra la caja más amplia y los valores más bajos de °Brix, lo que sugiere que en estos tratamientos experimentaron una mayor variabilidad y pérdida de azúcares durante el almacenamiento. En contraste, tratamientos como T4 y T7 exhiben valores más altos de °Brix, lo que indica que los recubrimientos aplicados no fueron capaces de conservar el contenido de azúcares de las fresas.

Además, la variabilidad en los °Brix es menor en tratamientos como T5 y T3, que presentan cajas más estrechas, lo cual sugiere que estos recubrimientos fueron efectivos en mantener los niveles de azúcares en las fresas.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la variación de los °Brix en las fresas entre los tratamientos luego de los 5 días, con los resultados obtenidos, se realizó una tabla anova para los °Brix en fresas con recubiertas durante 5 días

Tabla 31

Tabla ANOVA para °Brix en fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días. por Tratamientos

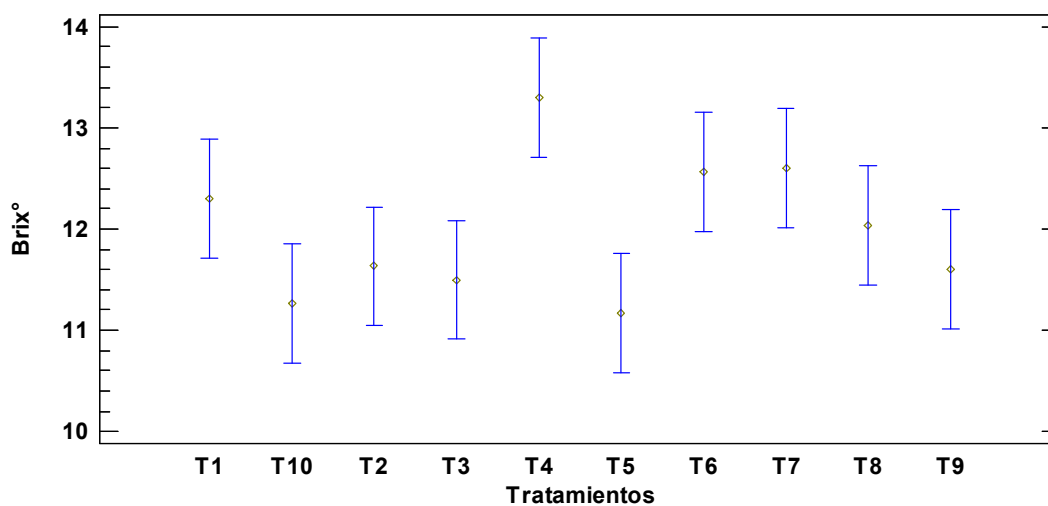
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	12.7163	9	1.41293	52.38	0.0000*
Intra grupos	3.29333	20	0.164667		
Total (Corr.)	16.0097	29			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

Como se observa en la tabla 33 de ANOVA, se analizó la variabilidad los niveles de °Brix de las fresas. Los resultados obtenidos muestran que el valor entre grupos, con una suma de cuadrados de 12.7163 es significativo estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

Figura 28

Gráfico de medias para el contenido de niveles de °Brix en fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días. por Tratamientos con intervalos de 95.0



Como se observa en la figura 28 aplica el Método de tukey HSD, existe diferencia significativa entre los tratamientos, en la que el T4 (8% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 12% Aceite de palta) es el tratamiento que obtuvo el nivel de °Brix de las fresas más altos, seguido del T7, mientras que el T5 es el tratamiento que mejor conservo los °Brix.

4.3.2.4. Análisis del porcentaje de acidez en fresas con un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina pasado los 5 días.

Para la tabla 34 midió la acidez (%) de grupos de 3 fresas por tratamientos para evaluar el efecto de la acidez (%) para que 5 días después de su aplicación y almacenamiento a temperatura ambiente se analicen los resultados obtenidos.

Tabla 32:

Efecto de la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.

Tratamientos	Almidón de Lentejas	Glicerina	Aceite de Palta	Acidez (%)
T1	7	7	11	0.7322
T1	7	7	11	0.7418
T1	7	7	11	0.7287
T2	8	6	11	0.8320
T2	8	6	11	0.8224
T2	8	6	11	0.8417
T3	9	5	11	0.8640
T3	9	5	11	0.8717
T3	9	5	11	0.8563
T4	8	5	12	0.6285
T4	8	5	12	0.6374
T4	8	5	12	0.6151
T5	7	5	13	0.8730
T5	7	5	13	0.8697
T5	7	5	13	0.8801
T6	7.7	5.6	11.7	0.6438
T6	7.7	5.6	11.7	0.6347
T6	7.7	5.6	11.7	0.6563
T7	7	6	12	0.6784
T7	7	6	12	0.6891
T7	7	6	12	0.6712
T8	7	7	11	0.7315
T8	7	7	11	0.7267
T8	7	7	11	0.7445
T9	9	5	11	0.8640
T9	9	5	11	0.8517
T9	9	5	11	0.8731
T10	7	5	13	0.8704
T10	7	5	13	0.8875
T10	7	5	13	0.8697

En la tabla 34 se muestra cómo distintos tratamientos en las fresas recubiertas, combinando almidón de lentejas, glicerina y aceite de palta, afectan los niveles de acidez en un periodo de 5 días. Los tratamientos con mayores concentraciones de almidón de lentejas (T3, T9) y aceite de palta (T5, T10) presentan los valores de acidez más altos, superando el 0.86%. Esto sugiere que estas dos variables podrían estar relacionadas con un aumento en la acidez, lo que podría ser relevante para la preservación y sabor de las fresas.

Por otro lado, los tratamientos que incluyen mayores niveles de glicerina y menores cantidades de almidón, como T4, T6 y T7, exhiben los niveles de acidez más bajos, alrededor de 0.63% y 0.67%. Esto indica que la glicerina podría tener un efecto amortiguador sobre la acidez de las fresas. Especialmente, el tratamiento T4, con 8 de almidón de lentejas, 5 de glicerina y 12 de aceite de palta, mostró la acidez más baja, lo que señala una posible interacción que reduce la acidez en estos casos.

Finalmente, es importante destacar la consistencia de los resultados dentro de cada tratamiento, ya que las desviaciones estándar son mínimas. Esto sugiere que las formulaciones aplicadas generan resultados predecibles en términos de acidez. Los tratamientos T1, T2, T5 y T8 son ejemplos de dicha consistencia, lo que refuerza la confiabilidad de los datos y sugiere que estos recubrimientos pueden controlar la acidez de las fresas de manera eficiente, dependiendo de la combinación de los ingredientes utilizados.

A fin de comprender la variabilidad y eficacia de los diferentes recubrimientos aplicados en las fresas respecto a acidez (%) tras 5 días. En la tabla 35 se realizó el análisis de promedios, desviación estándar y coeficiente de variación permite identificar qué tratamientos son más consistentes y efectivos para conservar la acidez (%). Tratamientos con menor coeficiente de variación y una desviación estándar baja, como el T1, indican una mayor estabilidad en sus resultados. Además, los valores máximos y mínimos ayudan a detectar la dispersión en la acidez (%), proporcionando información clave para mejorar la formulación de recubrimientos.

Tabla 33

Resumen Estadístico para la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días

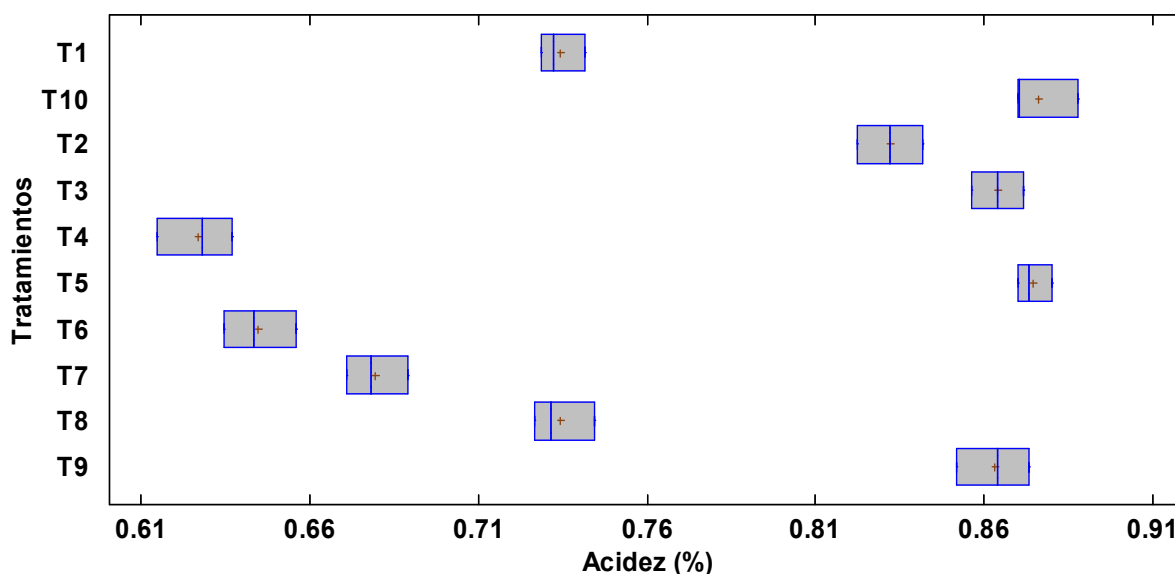
<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
T1	3	0.734233	0.00678258	0.92%	0.7287	0.7418
T10	3	0.875867	0.0100808	1.15%	0.8697	0.8875
T2	3	0.832033	0.00965004	1.16%	0.8224	0.8417
T3	3	0.864	0.0077	0.89%	0.8563	0.8717
T4	3	0.627	0.0112254	1.79%	0.6151	0.6374
T5	3	0.874267	0.00531445	0.61%	0.8697	0.8801
T6	3	0.644933	0.0108445	1.68%	0.6347	0.6563
T7	3	0.679567	0.00900685	1.33%	0.6712	0.6891
T8	3	0.734233	0.00920942	1.25%	0.7267	0.7445
T9	3	0.862933	0.0107398	1.24%	0.8517	0.8731
Total	30	0.772907	0.0968709	12.53%	0.6151	0.8875

En Tabla 35 muestra los tratamientos T10, T5, T9 y T3, los cuales exhiben los promedios más altos de acidez, con valores de 0.8758, 0.8742, 0.8629 y 0.864%, respectivamente. Esto sugiere que estos recubrimientos son más efectivos en mantener o incluso aumentar la acidez de las fresas tras 5 días, lo cual puede ser beneficioso para la conservación del fruto, ya que una mayor acidez puede inhibir el crecimiento de microorganismos y retrasar el deterioro.

Por el contrario, los tratamientos T4, T6 y T7 presentan los promedios más bajos de acidez, con valores de 0.627%, 0.6449% y 0.6795%, respectivamente. Es notable que el tratamiento T4 tenga el valor más bajo de acidez, lo que indica que es menos favorable para conservar la acidez. La desviación estándar y el coeficiente de variación son indicadores de la consistencia y precisión de las mediciones dentro de cada tratamiento. En general, los coeficientes de variación son bajos (inferiores al 1%), lo que indica una baja variabilidad entre las repeticiones y una alta fiabilidad de los datos.

Figura 29

Gráfico de caja y Bigotes comparando la desviación estándar de la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días



En la figura 29 de caja y bigotes muestra la variabilidad en los niveles de acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0, después de 5 días de almacenamiento. Los tratamientos T1, T10, y T4 presentan una baja desviación estándar, lo que se refleja en cajas estrechas. Esto indica que la acidez en estos tratamientos es más consistente, con poca variabilidad entre las muestras.

Por otro lado, tratamientos como T3, T5, y T9 muestran una mayor dispersión, con cajas más amplias y bigotes más largos. Esto sugiere una variabilidad más alta en la acidez entre las muestras, lo que podría deberse a la irregularidad en el efecto del recubrimiento en esos casos.

Finalmente, los niveles de acidez en la mayoría de los tratamientos se mantienen dentro de un rango cercano entre 0.61 y 0.91%, con algunas diferencias marcadas en la dispersión entre tratamientos. Estos datos permiten identificar cuáles recubrimientos ofrecen una mayor estabilidad en la acidez de las fresas durante los cinco días de almacenamiento.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la variación de la Acidez (%) en las fresas entre los tratamientos luego de los 5 días transcurridos, con los resultados obtenidos, se realizó una tabla anova para la Acidez (%) en fresas con recubiertas durante 5 días.

Tabla 34

Tabla ANOVA para la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos

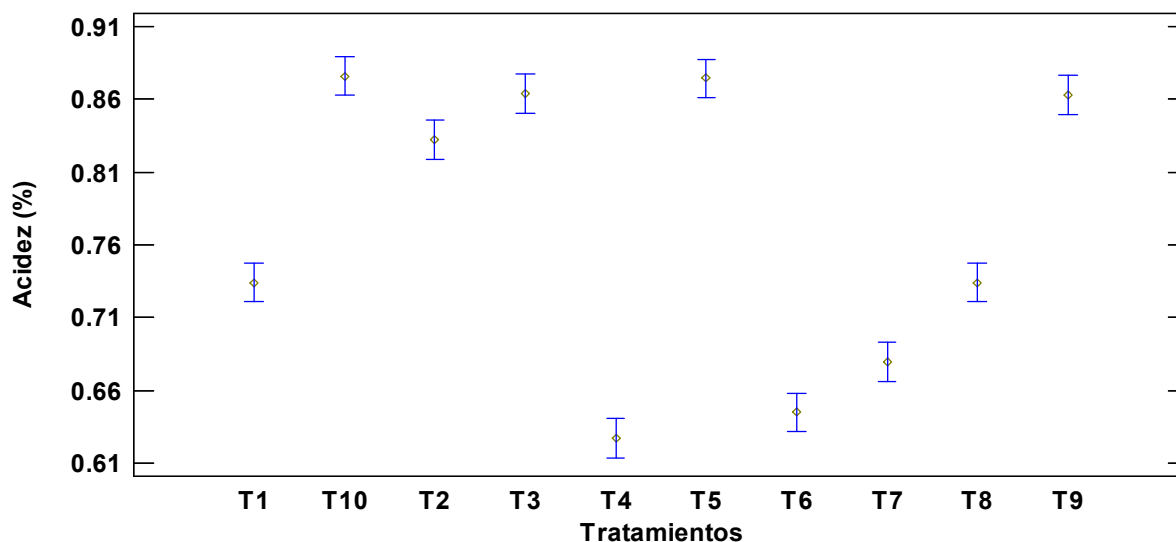
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.270429	9	0.0300476	352.19	0.0000*
Intra grupos	0.00170635	20	0.0000853177		
Total (Corr.)	0.272135	29			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

Como se observa en la tabla 36 de ANOVA, se analizó la variabilidad los niveles de porcentaje de acidez (%) de las fresas. Los resultados obtenidos muestran que el valor entre grupos, con una suma de cuadrados de 0.270429 es significativo estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

Figura 30

Gráfico de medias para el contenido de la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días con intervalos de 95.0%



Como se muestra en la figura 30, que aplica el Método de tukey HSD, se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, en la que el T5 y T10 (7% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 13% Aceite de palta) fueron los tratamientos que mantuvieron mejor los niveles de acidez de las fresas, seguidos del T3 a diferencia del T4 (8% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 12% Aceite de palta).

4.3.3. Análisis de los parámetros nutricionales en fresas recubiertas en el día 0 y analizadas en el quinto día de su almacenamiento a temperatura ambiente

4.3.3.1. Análisis de vitamina C en fresas con un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de palta y glicerina pasado los 5 días.

Para la tabla 37 midió la vitamina C de grupos de 3 fresas por tratamientos para evaluar el efecto de la vitamina C para que 5 días después de su aplicación y almacenamiento a temperatura ambiente se analicen los resultados obtenidos.

Tabla 35:

Efecto de la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días.

Tratamientos	Almidón de Lentejas	Glicerina	Aceite de Palta	Vitamina C
T1	7	7	11	35.8913
T1	7	7	11	34.9873
T1	7	7	11	34.7893
T2	8	6	11	37.8613
T2	8	6	11	36.7895
T2	8	6	11	37.2390
T3	9	5	11	38.1165
T3	9	5	11	37.5489
T3	9	5	11	36.9453
T4	8	5	12	32.2933
T4	8	5	12	32.0133
T4	8	5	12	31.1733
T5	7	5	13	39.1288
T5	7	5	13	39.7656
T5	7	5	13	40.6432
T6	7.7	5.6	11.7	32.8361
T6	7.7	5.6	11.7	33.9112
T6	7.7	5.6	11.7	34.1345
T7	7	6	12	37.8169
T7	7	6	12	36.7813
T7	7	6	12	36.1785
T8	7	7	11	35.8913
T8	7	7	11	34.9873
T8	7	7	11	34.7893
T9	9	5	11	38.1165
T9	9	5	11	37.5489
T9	9	5	11	36.9453
T10	7	5	13	39.1288

T10	7	5	13	39.7656
T10	7	5	13	40.6432

En la tabla 37 se muestra cómo distintos tratamientos en las fresas recubiertas, combinando almidón de lentejas, glicerina y aceite de palta, afectan la cantidad de vitamina C en un periodo de 5 días. los tratamientos que incluyen una mayor proporción de aceite de palta (T5 y T10, ambos con 13% de aceite) parecen ser los más efectivos en mantener niveles más altos de vitamina C, con promedios que oscilan entre 39.1 y 40.6 mg/100 g. Esto sugiere que el aceite de palta podría jugar un rol importante como barrera protectora, reduciendo la oxidación de la vitamina C. Estos resultados destacan la relevancia de una mayor concentración de aceite en la formulación para la preservación de nutrientes.

Por otro lado, los tratamientos con mayores proporciones de almidón de lentejas y menores de aceite de palta, como T3 y T9 (con 9% de almidón y 11% de aceite), también muestran buenos resultados en la retención de vitamina C, aunque en un rango ligeramente inferior (36.9 a 38.1 mg/100 g). Este comportamiento indica que el almidón de lentejas puede contribuir a la preservación de la vitamina C, pero quizás no con la misma eficacia que el aceite de palta en concentraciones más altas.

Finalmente, los tratamientos con menor proporción de aceite de palta (T4, con 12%) presentan las concentraciones más bajas de vitamina C, con valores que rondan los 31.1 a 32.2 mg/100 g. Esto sugiere que la combinación de glicerina y almidón no es tan efectiva como el aceite en la protección de la vitamina C frente a la degradación, destacando la importancia de ajustar las proporciones para maximizar la estabilidad de este nutriente.

A fin de comprender la variabilidad y eficacia de los diferentes recubrimientos aplicados en las fresas respecto la cantidad de vitamina C tras 5 días. En la tabla 38 se realizó el análisis de promedios, desviación estándar y coeficiente de variación, que permite identificar qué tratamientos son más consistentes y efectivos para conservar la acidez (%). Tratamientos con menor coeficiente de variación y una desviación estándar baja, como el T1, indican una mayor estabilidad en sus resultados. Además, los valores máximos y mínimos ayudan a detectar la dispersión en la acidez (%), proporcionando información clave para mejorar la formulación de recubrimientos.

Tabla 36

Resumen Estadístico para la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días

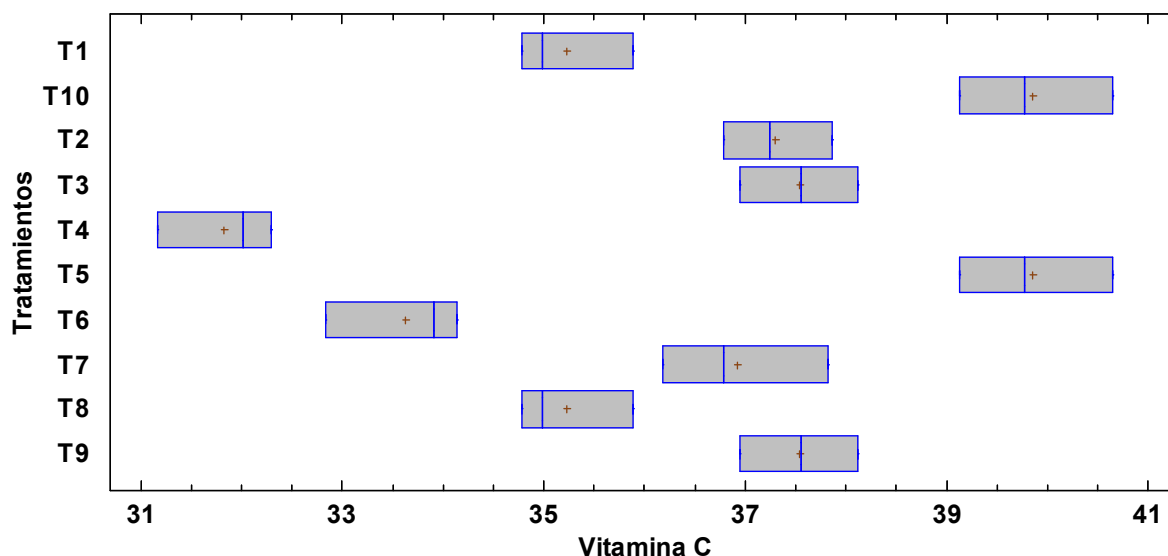
<i>Tratamientos</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
T1	3	35.2226	0.587484	1.67%	34.7893	35.8913
T10	3	39.8459	0.760384	1.91%	39.1288	40.6432
T2	3	37.2966	0.538217	1.44%	36.7895	37.8613
T3	3	37.5369	0.585692	1.56%	36.9453	38.1165
T4	3	31.8266	0.582866	1.83%	31.1733	32.2933
T5	3	39.8459	0.760384	1.91%	39.1288	40.6432
T6	3	33.6273	0.694208	2.06%	32.8361	34.1345
T7	3	36.9256	0.828673	2.24%	36.1785	37.8169
T8	3	35.2226	0.587484	1.67%	34.7893	35.8913
T9	3	37.5369	0.585692	1.56%	36.9453	38.1165
Total	30	36.4887	2.52432	6.92%	31.1733	40.6432

En Tabla 38 muestra los tratamientos T10, T5, T9 y T3, los cuales exhiben los promedios más altos de vitamina C, con valores de 39.84, 39.84, 37.53 y 37.54 mg/100gr, respectivamente. Esto sugiere que estos recubrimientos son más efectivos en mantener la cantidad de vitamina C de las fresas tras 5 días, lo cual puede ser beneficioso para la conservación del fruto, ya que una mayor acidez puede inhibir el crecimiento de microorganismos y retrasar el deterioro.

Por el contrario, los tratamientos T4, T1 y T6 presentan los promedios más bajos de cantidad de vitamina C, con valores de 31.82, 35.22 y 33.62 mg/100gr, respectivamente. Es notable que el tratamiento T4 tenga el valor más bajo de Vitamina C, lo que indica que es menos favorable para conservarla. La desviación estándar y el coeficiente de variación son indicadores de la consistencia y precisión de las mediciones dentro de cada tratamiento. En general, los coeficientes de variación son bajos (inferiores al 3%), lo que indica una baja variabilidad entre las repeticiones y una alta fiabilidad de los datos.

Figura 31

Gráfico de caja y Bigotes comparando la desviación estándar de la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días



En la figura 31 de caja y bigotes muestra la variabilidad en la cantidad de la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0, después de 5 días de almacenamiento. Los tratamientos T2, T3, y T9 presentan una baja desviación estándar, lo que se refleja en cajas estrechas. Esto indica que la vitamina C en estos tratamientos es más consistente, con poca variabilidad entre las muestras.

Por otro lado, tratamientos como T7, T6, y T1 muestran una mayor dispersión, con cajas más amplias y bigotes más largos. Esto sugiere una variabilidad más alta en la cantidad de vitamina C entre las muestras, lo que podría deberse a la irregularidad en el efecto del recubrimiento en esos casos.

Finalmente, la cantidad de vitamina C en la mayoría de los tratamientos se mantienen dentro de un rango cercano entre 31gr y 41gr, con algunas diferencias marcadas en la dispersión entre tratamientos. Estos datos permiten identificar cuáles recubrimientos ofrecen una mayor estabilidad en la cantidad de vitamina C de las fresas durante los cinco días de almacenamiento.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la variación de la cantidad de vitamina C en las fresas entre los tratamientos luego de los 5 días transcurridos, con los resultados obtenidos, se realizó una tabla anova para la cantidad de vitamina C en fresas con recubiertas durante 5 días.

Tabla 37

Tabla ANOVA para la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos

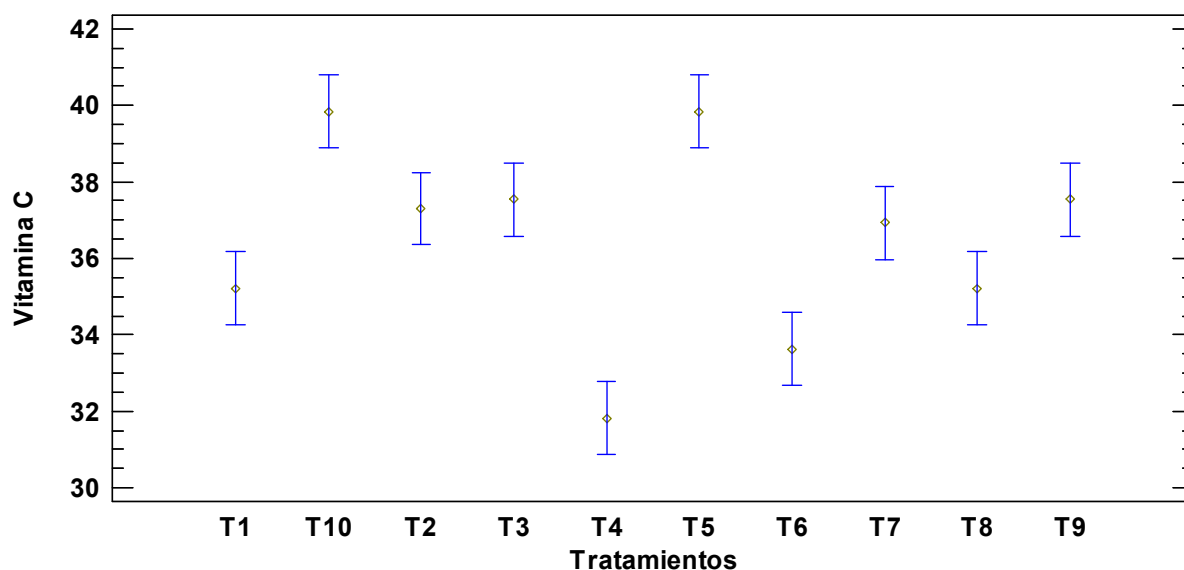
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	176.132	9	19.5702	45.19	0.0000*
Intra grupos	8.66149	20	0.433075		
Total (Corr.)	184.793	29			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

Como se observa en la tabla 39 de ANOVA, se analizó la variabilidad los niveles de cantidad de vitamina C de las fresas. Los resultados obtenidos muestran que el valor entre grupos, con una suma de cuadrados de 176.132 es significativo estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

Figura 32

Gráfico de medias para el contenido de la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días con intervalos de 95.0%



Como se muestra en la figura 32, que aplica el Método de tukey HSD, se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, en la que el T5 y T10 (7% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 13% Aceite de palta) fueron los tratamientos que mantuvieron mejor la cantidad de vitamina C de las fresas, seguidos del T3 a diferencia del T4 (8% Almidón de lentejas, 5% Glicerina y 12% Aceite de palta).

4.3.4. Evaluación de la superficie de respuesta para los parámetros fisicoquímicos de las fresas con recubrimiento comestible posterior a los 5 días de almacenamiento

4.3.4.1. Análisis de la superficie de respuesta de la pérdida de peso (%) en fresas con recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de palta y glicerina pasado los 5 días.

Para los valores de la tabla 40, se aplicaron los diferentes tratamientos a un grupo fresas, en un total de 3 fresas por tratamiento, mismas que fueron pesadas y se evaluó el efecto de la pérdida de peso desde el día 1 hasta llegar al día 5, los valores expuestos en la siguiente tabla es el promedio del porcentaje de la pérdida de peso total de las fresas analizadas.

Tabla 38

Pérdida de peso (%) de las fresas recubiertas durante día 5

Tratamientos	Agua	Almidón de lentejas	Glicerina	Aceite de palta	Pérdida de peso (%)
T0	-	-	-	-	48.55% ± 0.64
T7	75	7	6	12	43.56% ± 0.34
T9	75	9	5	11	38.80% ± 0.58
T1	75	7	7	11	43.22% ± 0.91
T8	75	7	7	11	43.22% ± 0.91
T10	75	7	5	13	37.05% ± 0.87
T3	75	9	5	11	38.51% ± 0.29
T5	75	7	5	13	37.05% ± 0.87
T4	75	8	5	12	46.65% ± 0.62
T6	75	7.7	5.6	11.7	46.54% ± 0.34
T2	75	8	6	11	39.19% ± 0.72

En la tabla 40 se observa como el tratamiento T4 presento mayor pérdida de peso (%) con un total del 46.65% de pérdida del peso total, mientras que los tratamientos que mejor conservaron el peso fueron el tratamiento T5, seguido del tratamiento T10 con un valor de 37.05% de pérdida de peso total.

Se realizó el anova de un modelo cuadrático de mezclas para evaluar el efecto de la pérdida de peso (%) en las fresas recubiertas por los diferentes tratamientos,

Tabla 39

Análisis de Varianza para la pérdida de peso (%) en las fresas en el quinto día - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P Prob > F
Modelo	0.0066179	5	0.00132358	7.59202943	0.0360*
Mezcla lineal	0.00130471	2	0.00065235	3.7418797	0.1213
AB	0.00123673	1	0.00123673	7.09388197	0.0562
AC	0.00236354	1	0.00236354	13.5572178	0.0212
BC	0.00176946	1	0.00176946	10.1496043	0.0333
residuos	0.00069735	4	0.00017434		
Lack of Fit	7.3188E-05	1	7.3188E-05	0.35177295	0.5949
Error total	0.00062416	3	0.00020805		
Cor Total	0.00731526	9			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

Como se observa en la tabla 41, en donde se muestra que el valor F del modelo es 25.33, lo que indica que el modelo es significativo. Esto significa que el modelo tiene una alta capacidad para explicar la variabilidad observada en los datos, y existe solo un 1.15% de probabilidad de que un valor F tan grande ocurra por pura casualidad o por el ruido en los datos.

Además, se menciona que los valores de "Prob > F" menores a 0.05 indican que los términos del modelo son significativos, es decir, tienen un impacto importante en la respuesta. En este caso, los componentes de la mezcla lineal, la interacción entre los factores AC, BC y ABC son significativos, lo que implica que estos factores influyen significativamente en el resultado.

Con los datos recopilados, se obtuvo el R-cuadrada que presenta que el modelo ajustado es 98.06% de variabilidad en relación con la variable de respuesta. De esta manera se obtuvo la siguiente ecuación para la pérdida de peso (%):

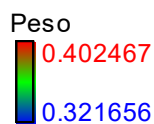
Ecuación final en términos de componentes reales:

$$\begin{aligned} \text{Peso} = & -4.08482 * \text{Almidon de lentejas} + 0.084623 * \text{Glicerina} - \\ & 9.09930 * \text{Aceite de palta} - 22.99806 * \text{Almidon de lentejas} * \text{Glicerina} + \\ & 31.79322 * \text{Almidon de lentejas} * \text{Aceite de palta} + 27.50893 * \text{Glicerina} * \\ & \text{Aceite de palta} \end{aligned}$$

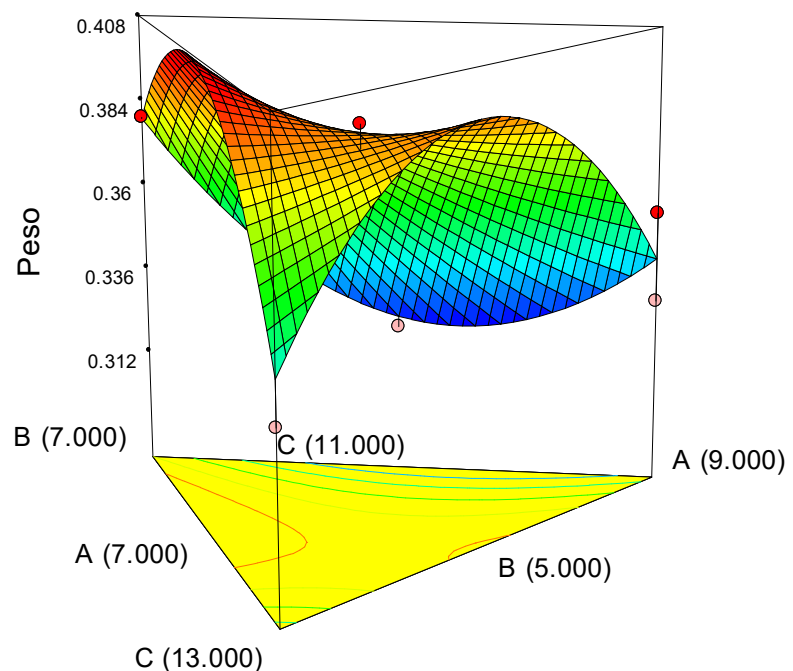
A fin de mejorar la interpretación de los resultados para la pérdida de peso (%) se aplicó una superficie de respuesta, que es una herramienta matemática utilizada en el análisis estadístico y la optimización de procesos, con el fin de modelar la relación entre varias variables independientes y una variable dependiente o de respuesta. Su principal función es ayudar a entender cómo los factores de entrada influyen en los resultados o rendimientos de un sistema. Esta técnica se emplea cuando se busca optimizar un resultado, permitiendo la construcción de un modelo matemático que aproxima el comportamiento del sistema en estudio. A través de gráficos tridimensionales, las superficies de respuesta permiten visualizar cómo cambian los valores de la respuesta cuando se modifican simultáneamente dos o más variables.

Figura 33:

Superficie de Respuesta para la pérdida de peso (%) en las fresas en el día 5 de ser recubiertas



X1 = A: Almidon de lentejas
X2 = B: Glicerina
X3 = C: Aceite de palta



En la figura 33 se muestra una superficie de respuesta que representa la influencia de tres factores en la pérdida de peso: almidón de lentejas (A), glicerina (B) y aceite de palta (C). El gráfico tridimensional combina estos tres factores y su impacto en el peso de las fresas, utilizando un mapa de colores para visualizar las variaciones. Los colores van desde el azul (valores más bajos de peso, alrededor de 0.32) hasta el rojo (valores más altos, cerca de 0.40).

La gráfica muestra cómo al variar las concentraciones de estos tres componentes, la pérdida de peso en las fresas cambia. Las curvas en la superficie indican la interacción entre los ingredientes. Cuando la cantidad de almidón de lentejas (A) y glicerina (B) es baja, el peso tiende a reducirse, mientras que un aumento en el aceite de palta (C) parece tener un efecto complejo, creando zonas con máximos y mínimos en la respuesta de peso.

Los puntos en la gráfica tridimensional representan valores experimentales que se ajustan a la superficie calculada. Esto permite identificar áreas en las que la combinación óptima de estos factores puede minimizar o maximizar la pérdida de peso.

4.3.4.2. Análisis de la superficie de respuesta de los niveles de pH en fresas con recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina pasado los 5 días.

Para los valores de la tabla 42, se aplicó los diferentes tratamientos a un grupo fresas, en un total de 3 fresas por tratamiento, mismas a las que se evaluó el efecto del pH [H]⁺ desde el día 1 hasta llegar al día 5, los valores expuestos en la siguiente tabla es el promedio del porcentaje de la pérdida de peso total de las fresas analizadas.

Tabla 40

Niveles de pH en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días

Tratamientos	Agua	Almidón de lentejas	Glicerina	Aceite de palta	pH
T0	-	-	-	-	6.76 ± 0.81
T7	75	7	6	12	4.02 ± 0.040
T9	75	9	5	11	3.67 ± 0.025
T1	75	7	7	11	3.95 ± 0.040
T8	75	7	7	11	3.94 ± 0.035
T10	75	7	5	13	3.65 ± 0.032
T3	75	9	5	11	3.66 ± 0.030
T5	75	7	5	13	3.64 ± 0.021
T4	75	8	5	12	4.18 ± 0.035
T6	75	7.7	5.6	11.7	4.12 ± 0.036
T2	75	8	6	11	3.68 ± 0.030

En la tabla 42, se muestra los valores de pH pasado los 5 días de almacenamiento a temperatura ambiente tras su aplicación de recubrimiento comestible en las fresas, donde se muestra que el tratamiento T5, T2 y T3 son los únicos tratamientos que cumplen con el límite máximo permitido antes de que las fresas alcancen niveles mayores de pH, en dicho caso, ya no sería apto para el consumo puesto que su pH estaría en condiciones ideales para la proliferación de microorganismos como es el caso del resto de los tratamientos, los cuales, cuando su pH supero los 3.7 (H)⁺, empezaron a proliferar cultivos microbianos

Se realizó el anova de un modelo de mezclas cúbico especial para evaluar el efecto de los niveles de pH en las fresas recubiertas por los diferentes tratamientos

Tabla 41

Análisis de Varianza para los niveles de pH en las fresas en el quinto día - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P Prob > F
Modelo	0.37901	6	0.06316833	473.7625	0.0001*
Mezcla lineal	0.04808889	2	0.02404444	180.333333	0.0007
AB	0.01458	1	0.01458	109.35	0.0019
AC	0.2	1	0.2	1500	< 0.0001
BC	0.03362	1	0.03362	252.15	0.0005
ABC	0.00706207	1	0.00706207	52.9655172	0.0054
Pure Error	0.0004	3	0.00013333		
Cor Total	0.37941	9			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

Como se observa en la tabla 43, en donde se muestra que el valor F del modelo es 642.45, lo que indica que el modelo es significativo. Esto significa que el modelo tiene una alta capacidad para explicar la variabilidad observada en los datos, y existe solo un 0.01% de probabilidad de que un valor F tan grande ocurra por pura casualidad o por el ruido en los datos.

Además, se menciona que los valores de "Prob > F" menores a 0.05 indican que los términos del modelo son significativos, es decir, tienen un impacto importante en la respuesta. En este caso, los componentes de la mezcla lineal, la interacción entre los factores AC, BC, BC y ABC son significativos, lo que implica que estos factores influyen significativamente en el resultado.

Con los datos recopilados, se obtuvo el R-cuadrada que presenta que el modelo ajustado es 99.92% de variabilidad en relación con la variable de respuesta. De esta manera se obtuvo la siguiente ecuación para los niveles de pH.

Ecuación final en términos de componentes reales

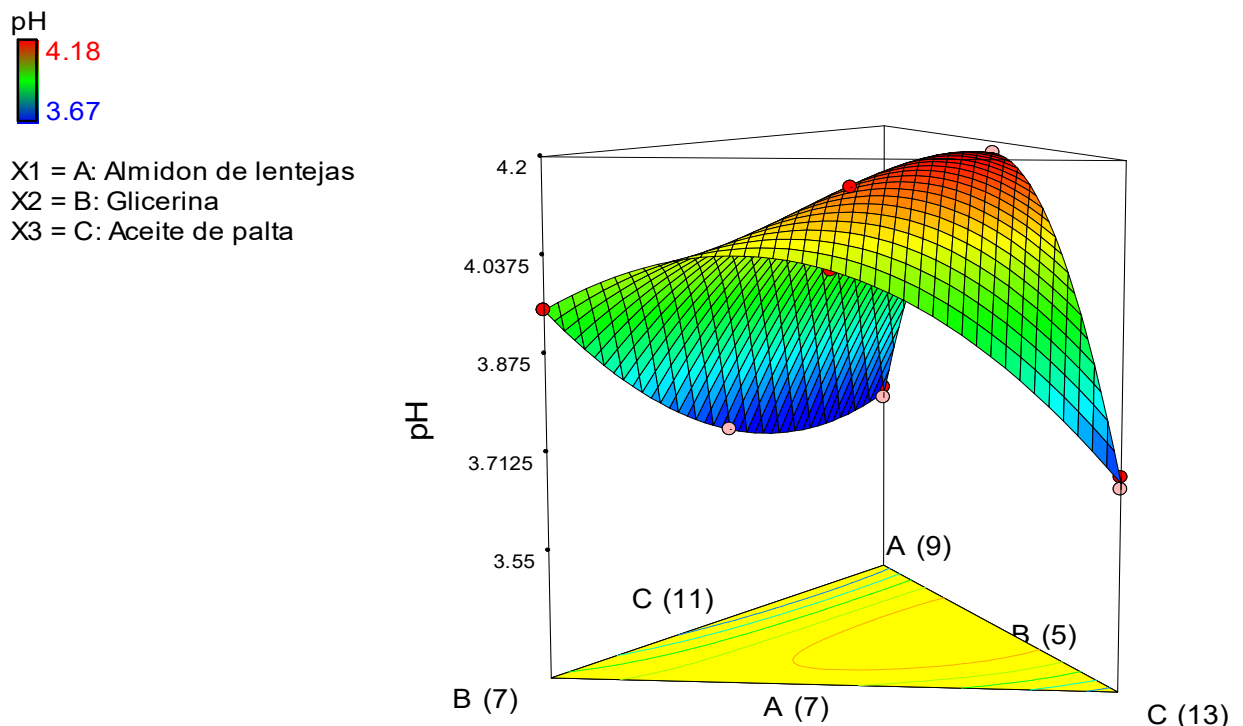
$$pH = +283.83000 * Almidon\ de\ lentejas + 573.08000 * Glicerina + 111.33000 * Aceite\ de\ palta - 2559.37500 * Almidon\ de\ lentejas * Glicerina - 812.50000 * Almidon\ de\ lentejas * Aceite\ de\ palta -$$

$$1446.87500 * \text{Glicerina} * \text{Aceite de palta} + 5625.00000 * \\ \text{Almidon de lentejas} * \text{Glicerina} * \text{Aceite de palta}$$

A fin de mejorar la interpretación de los resultados de los niveles de pH se aplicó una superficie de respuesta, que es una herramienta matemática utilizada en el análisis estadístico y la optimización de procesos, con el fin de modelar la relación entre varias variables independientes y una variable dependiente o de respuesta. Su principal función es ayudar a entender cómo los factores de entrada influyen en los resultados o rendimientos de un sistema. Esta técnica se emplea cuando se busca optimizar un resultado, permitiendo la construcción de un modelo matemático que aproxima el comportamiento del sistema en estudio a través de gráficos tridimensionales.

Figura 34:

Superficie de Respuesta para los niveles de pH en las fresas en el día 5 de ser recubiertas



La figura 34 muestra una superficie de respuesta que representa los niveles de pH en función de tres componentes: A (almidón de lentejas), B (glicerina) y C (aceite de palta). El eje vertical indica el pH, mientras que los otros ejes muestran las cantidades de cada componente. La escala de colores va de 3.67 (azul) a 4.18 (rojo), donde el pH más alto se alcanza con mayores cantidades de almidón de

lentejas (A) y aceite de palta (C). Se observa que la combinación de estos dos componentes tiene un efecto significativo en el aumento del pH, mientras que la glicerina (B) influye de manera más moderada.

A medida que se incrementa la concentración de A, se observa un aumento significativo en el pH. Esto sugiere que el almidón de lentejas tiende a disminuir la acidez del sistema, elevando los niveles de pH. La glicerina tiene un efecto más moderado en los resultados. Aunque su influencia no es tan pronunciada como los otros componentes, se percibe que en concentraciones bajas a intermedias no afecta significativamente el pH, pero en niveles más altos puede contribuir a su aumento o estabilización. Mientras que el aceite de palta también tiene un impacto considerable en el incremento del pH. En mayores concentraciones, al igual que el almidón de lentejas, contribuye al aumento del pH, reduciendo la acidez del recubrimiento comestible.

4.3.4.3. Análisis de la superficie de respuesta de los °Brix en fresas con recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina pasado los 5 días.

Para los valores de la tabla 44, se aplicó los diferentes tratamientos a un grupo fresas, en un total de 3 fresas por tratamiento, mismas a las que se evaluó el efecto de los niveles de los sólidos solubles (°Brix) desde el día 1 hasta llegar al día 5, los valores expuestos en la siguiente tabla es el promedio de los °Brix de las fresas analizadas.

Tabla 42

Niveles de °Brix en las fresas con y sin recubrimiento durante 5 días

Tratamientos	Agua	Almidón de lentejas	Glicerina	Aceite de palta	°Brix
T0	-	-	-	-	12.40 ± 0.88
T7	75	7	6	12	12.60 ± 0.36
T9	75	9	5	11	11.60 ± 0.79
T1	75	7	7	11	12.30 ± 0.40
T8	75	7	7	11	12.03 ± 0.35
T10	75	7	5	13	11.27 ± 0.35
T3	75	9	5	11	11.50 ± 0.2.
T5	75	7	5	13	11.17 ± 0.35
T4	75	8	5	12	13.30 ± 0.36
T6	75	7.7	5.6	11.7	12.57 ± 0.25
T2	75	8	6	11	11.63 ± 0.35

En la tabla 44, se muestra los valores de los °Brix pasado los 5 días de almacenamiento a temperatura ambiente tras su aplicación de recubrimiento comestible en las fresas, donde se muestra que los tratamientos que alcanzaron mayores niveles de °Brix, fueron los tratamientos T4, seguido del T7, lo que indica su estado de madurez óptimo para elevar los niveles de ph y que los microorganismos puedan proliferar, mientras que por otro lado los tratamientos T5, T3 y T10 fueron los que menor °Brix obtuvieron pasado los 5 días.

Se realizó el anova de un modelo de mezclas cuadrática para evaluar el efecto de los °Brix en las fresas recubiertas por los diferentes tratamientos

Tabla 43:

Análisis de Varianza para los °Brix en fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días. por Tratamientos - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P Prob > F
Modelo	5.58857854	5	1.11771571	31.8388868	0.0026*
Mezcla lineal	0.23185185	2	0.11592593	3.30222829	0.1423
AB	0.00897706	1	0.00897706	0.25571752	0.6397
AC	4.12785501	1	4.12785501	117.584738	0.0004
BC	1.10692981	1	1.10692981	31.5316432	0.0049
Residual	0.14042146	4	0.03510536		
Lack of Fit	0.03542146	1	0.03542146	1.0120416	0.3885
Pure Error	0.105	3	0.035		
Cor Total	5.729	9			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

Como se observa en la tabla 27, en donde se muestra que el valor F del modelo es 17.00, lo que indica que el modelo es significativo. Esto significa que el modelo tiene una alta capacidad para explicar la variabilidad observada en los datos, y existe solo un 0.84% de probabilidad de que un valor F tan grande ocurra por pura casualidad o por el ruido en los datos.

Además, se menciona que los valores de "Prob > F" menores a 0.05 indican que los términos del modelo son significativos, es decir, tienen un impacto importante en la respuesta. En este caso, los términos del modelo AC y BC son significativos. Los valores mayores de 0.1 indican que los términos del modelo no son significativos.

Con los datos recopilados, se obtuvo el R-cuadrada que presenta que el modelo ajustado es 95.51% de variabilidad en relación con la variable de respuesta. De esta manera se obtuvo la siguiente ecuación ajustada para los °Brix.

Ecuación final en términos de componentes reales

$$\text{Brix} = -340.66762 * \text{Almidon de lentejas} - 45.71073 * \text{Glicerina} - 280.58142 * \text{Aceite de palta} - 61.96121 * \text{Almidon de lentejas} * \text{Glicerina} +$$

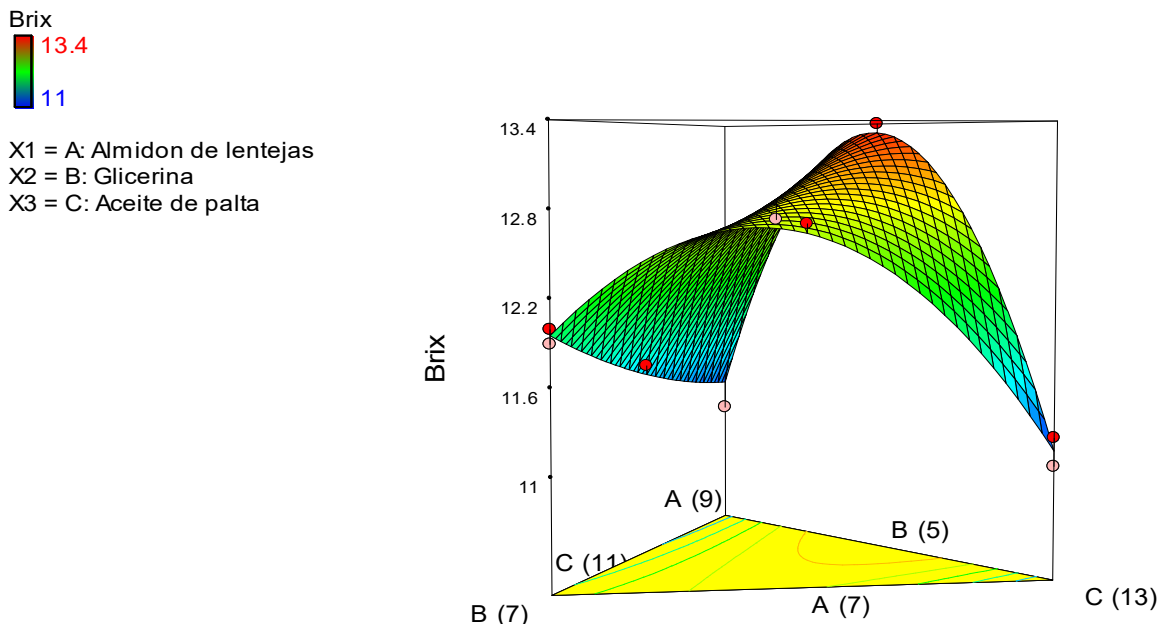
1328.66379 * Almidon de lentejas * Aceite de palta + 688.03879 * Glicerina * Aceite de palta

A fin de mejorar la interpretación de los resultados para los °Brix se aplicó una superficie de respuesta, que es una herramienta matemática utilizada en el análisis estadístico y la optimización de procesos, con el fin de modelar la relación entre varias variables independientes y una variable dependiente o de respuesta. Su principal función es ayudar a entender cómo los factores de entrada influyen en los resultados o rendimientos de un sistema. Esta técnica se emplea cuando se busca optimizar un resultado, permitiendo la construcción de un modelo matemático que aproxima el comportamiento del sistema en estudio. A través de gráficos tridimensionales, las superficies de respuesta permiten visualizar cómo cambian los valores de la respuesta cuando se modifican simultáneamente dos o más variables.

Además, facilitan la identificación de combinaciones óptimas de factores para maximizar o minimizar la respuesta deseada, lo cual puede llevar a mejoras significativas en eficiencia, calidad de productos y reducción de costos.

Figura 35

Superficie de Respuesta para los °Brix en las fresas en el día 5 de ser recubiertas



La figura 35 de superficie de respuesta muestra la variación de los grados °Brix en función de tres variables: almidón de lentejas (A), glicerina (B), y aceite de palta (C). Se observa que el °Brix de las fresas fluctúa entre valores de 11 a 13.4. El

gráfico tridimensional presenta una región elevada donde los grados °Brix son mayores, especialmente cuando los niveles de almidón y aceite de palta están en valores intermedios o altos, mientras que la glicerina aparenta tener un efecto menos marcado en la respuesta.

El almidón de lentejas parece tener un impacto significativo, ya que los valores intermedios y altos de esta variable están asociados con un incremento en los grados °Brix, lo que sugiere un mayor contenido de azúcares. El aceite de palta también muestra una influencia notable, especialmente en niveles altos, donde se observa un incremento en los °Brix.

Mientras que la glicerina tiene un efecto menos pronunciado en la variación de los °Brix, aunque en niveles más bajos de esta variable, combinada con cantidades adecuadas de almidón y aceite, parece favorecer un aumento moderado en los grados °Brix. La combinación óptima para maximizar los °Brix parece ser un equilibrio entre almidón de lentejas y aceite de palta alcanzando los valores más altos de °Brix alrededor de los 13.4, mientras que la glicerina tiene un papel secundario en esta interacción.

4.3.4.4. Análisis de la superficie de respuesta del porcentaje de acidez (%) en fresas con recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina pasado los 5 días.

Para los valores de la tabla 46, se aplicó los diferentes tratamientos a un grupo fresas, en un total de 3 fresas por tratamiento, mismas a las que se evaluó el efecto de acidez (%) desde el día 1 hasta llegar al día 5, los valores expuestos en la siguiente tabla es el promedio del porcentaje de acidez (%) de las fresas analizadas.

Tabla 44

Porcentaje de Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días

Tratamientos	Agua	Almidón de lentejas	Glicerina	Aceite de palta	Acidez (%)
T0	-	-	-	-	0.35% ± 1.24%
T7	75	7	6	12	0.68% ± 0.90%
T9	75	9	5	11	0.86% ± 1.07%
T1	75	7	7	11	0.73% ± 0.68%
T8	75	7	7	11	0.73% ± 0.92%
T10	75	7	5	13	0.88% ± 1.01%
T3	75	9	5	11	0.86% ± 0.77%
T5	75	7	5	13	0.87% ± 0.53%
T4	75	8	5	12	0.63% ± 1.12%
T6	75	7.7	5.6	11.7	0.64% ± 1.08%
T2	75	8	6	11	0.83% ± 0.97%

En la tabla 46, se muestra los valores del porcentaje de acidez (%) pasado los 5 días de almacenamiento a temperatura ambiente tras su aplicación de recubrimiento comestible en las fresas, donde se muestra que el tratamiento T10 y T3 son los tratamientos que mejor mantuvieron el porcentaje de acidez de las fresas con valores de 0.88% y 0.86% respectivamente mientras que el tratamiento T4 y el T6 fueron los que mayor porcentaje de acidez perdieron.

Se realizó el anova de un modelo cuadrático de mezclas para evaluar el efecto de la acidez (%) en las fresas recubiertas por los diferentes tratamientos

Tabla 45

Análisis de Varianza para la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días en las fresas en el quinto día - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P Prob > F
Modelo	0.08178583	5	0.01635717	600.211892	< 0.0001*
Mezcla lineal	0.01275039	2	0.0063752	233.932245	< 0.0001
AB	0.00072184	1	0.00072184	26.4872237	0.0068
AC	0.05278124	1	0.05278124	1936.76148	< 0.0001
BC	0.01439475	1	0.01439475	528.202867	< 0.0001
residuos	0.00010901	4	2.7252E-05		
Lack of Fit	1.7289E-05	1	1.7289E-05	0.5655017	0.5067
Error total	0.00009172	3	3.0573E-05		
Cor Total	0.08189484	9			

Como se observa en la tabla 47, en donde se observa que el valor F del modelo es 334.28, lo que indica que el modelo es significativo. Esto significa que el modelo tiene una alta capacidad para explicar la variabilidad observada en los datos, y existe solo un 0.03% de probabilidad de que un valor F tan grande ocurra por pura casualidad o por el ruido en los datos.

Además, se menciona que los valores de "Prob > F" menores a 0.05 indican que los términos del modelo son significativos, es decir, tienen un impacto importante en la respuesta. En este caso, los componentes de la mezcla lineal, la interacción entre los factores AC, BC y ABC son significativos, lo que implica que estos factores influyen significativamente en el resultado.

Con los datos recopilados, se obtuvo el R-cuadrada que presenta que el modelo ajustado es 99.85% de variabilidad en relación con la variable de respuesta. De esta manera se obtuvo la siguiente ecuación de un modelo ajustado para la acidez (%)

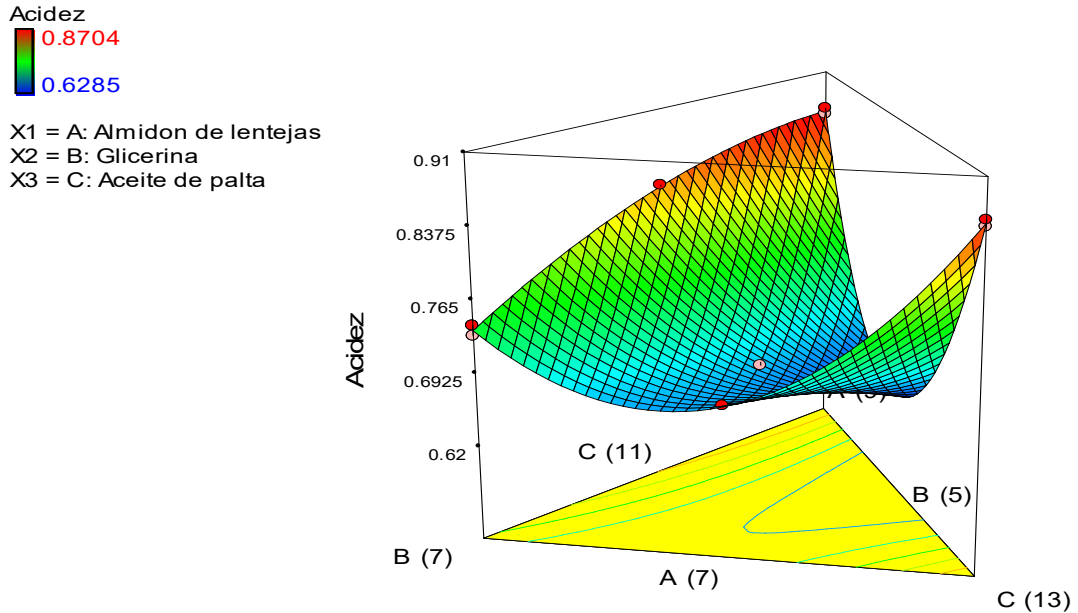
Ecuación final en términos de componentes reales:

$$\text{Acidez} = +39.35372 * \text{Almidon de lentejas} + 4.74062 * \text{Glicerina} + 34.52243 * \text{Aceite de palta} + 17.57004 * \text{Almidon de lentejas} * \text{Glicerina} -$$

$$150.24246 * \text{Almidon de lentejas} * \text{Aceite de palta} - 78.46121 * \text{Glicerina} * \text{Aceite de palta}$$

Figura 36:

Superficie de Respuesta para la acidez (%) en las fresas en el día 5 de ser recubiertas



En la figura 36 muestra una superficie de respuesta para la acidez (%) en un sistema que incluye tres componentes: A (almidón de lentejas), B (glicerina) y C (aceite de palta). Los ejes tridimensionales representan las cantidades de cada componente en la mezcla, mientras que el eje vertical muestra el porcentaje de acidez alcanzado.

En la parte superior izquierda de la gráfica se puede observar una escala de colores, donde el azul representa los niveles más bajos de acidez (cerca de 0.6285%) y el rojo representa los valores más altos (hasta 0.8704%). La superficie presenta curvaturas que indican cómo cambia la acidez en función de las proporciones de los tres ingredientes. A medida que se incrementa el almidón de lentejas, se observa un aumento moderado en los niveles de acidez. La cantidad de glicerina también tiene un impacto, pero menos pronunciado que el almidón y el aceite de palta, mientras que el aceite de palta tiene un efecto significativo en la acidez. A medida que aumenta desde 11 a 13, se observa un incremento notable en los niveles de acidez, especialmente en combinación con el almidón de lentejas.

4.3.5. Evaluación de la superficie de respuesta para los parámetros nutricionales de las fresas con recubrimiento comestible posterior a los 5 días de almacenamiento

4.3.5.1. Análisis de la superficie de respuesta de la vitamina C en fresas con recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de plata y glicerina pasado los 5 días.

Para los valores de la tabla 48, se aplicó los diferentes tratamientos a un grupo fresas, en un total de 3 fresas por tratamiento, mismas a las que se evaluó el efecto de la vitamina C desde el día 1 hasta llegar al día 5, los valores expuestos en la siguiente tabla es el promedio de la cantidad de vitamina C de las fresas analizadas.

Tabla 46

Cantidad de Vitamina C en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días

Tratamientos	Agua	Almidón de lentejas	Glicerina	Aceite de palta	Vitamina C
T0	-	-	-	-	29.48 ± 1.264
T7	75	7	6	12	36.92 ± 0.828
T9	75	9	5	11	37.53 ± 0.585
T1	75	7	7	11	35.22 ± 0.587
T8	75	7	7	11	35.22 ± 0.587
T10	75	7	5	13	39.84 ± 0.760
T3	75	9	5	11	37.53 ± 0.585
T5	75	7	5	13	39.84 ± 0.760
T4	75	8	5	12	31.82 ± 0.582
T6	75	7.7	5.6	11.7	33.62 ± 0.694
T2	75	8	6	11	37.29 ± 0.538

En la tabla 48, se muestra la cantidad de vitamina C pasado los 5 días de almacenamiento a temperatura ambiente tras su aplicación de recubrimiento comestible en las fresas, donde se muestra que el tratamiento T5 y T3 son los tratamientos que mejor mantuvieron la vitamina C de las fresas con valores de 39.84% y 37.53%

respectivamente mientras que el tratamiento T4 y el T6 fueron los que mayor cantidad de vitamina C perdieron.

Se realizó el anova de un modelo cuadrático de mezclas para evaluar el efecto de la acidez (%) en las fresas recubiertas por los diferentes tratamientos

Tabla 47

Análisis de Varianza para la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días en las fresas en el quinto día - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P Prob > F
Modelo	52.7657267	5	10.5531453	7.101518	0.0404*
Mezcla lineal	5.47403142	2	2.73701571	1.84181736	0.2710
AB	0.00088563	1	0.00088563	0.00059597	0.9817
AC	46.997304	1	46.997304	31.6258508	0.0049
BC	0.105522	1	0.105522	0.07100882	0.8030
residuos	5.94416311	4	1.48604078		
Lack of Fit	0.61303615	1	0.61303615	0.34497555	0.5983
Error total	5.33112696	3	1.77704232		
Cor Total	58.7098898	9			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

Como se observa en la tabla 49, en donde se observa que el valor F del modelo es 7.101, lo que indica que el modelo es significativo. Esto significa que el modelo tiene una alta capacidad para explicar la variabilidad observada en los datos, y existe solo un 4.04% de probabilidad de que un valor F tan grande ocurra por pura casualidad o por el ruido en los datos.

Además, se menciona que los valores de "Prob > F" menores a 0.05 indican que los términos del modelo son significativos, es decir, tienen un impacto importante en la respuesta. En este caso, los componentes de la mezcla lineal, la interacción entre los factores AC, BC y ABC son significativos, lo que implica que estos factores influyen significativamente en el resultado.

Con los datos recopilados, se obtuvo el R-cuadrada que presenta que el modelo ajustado es 89.88% de variabilidad en relación con la variable de respuesta. De esta manera se obtuvo la siguiente ecuación de un modelo ajustado para la vitamina C

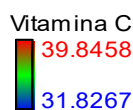
Ecuación final en términos de componentes reales

$$\begin{aligned} \text{Vitamina C} = & +1446.18258 * \text{Almidon de lentejas} - 477.87593 * \\ & \text{Glicerina} + 775.24770 * \text{Aceite de palta} + 19.46166 * \text{Almidon de lentejas} * \\ & \text{Glicerina} - 4483.21282 * \text{Almidon de lentejas} * \text{Aceite de palta} - \\ & 212.43418 * \text{Glicerina} * \text{Aceite de palta} \end{aligned}$$

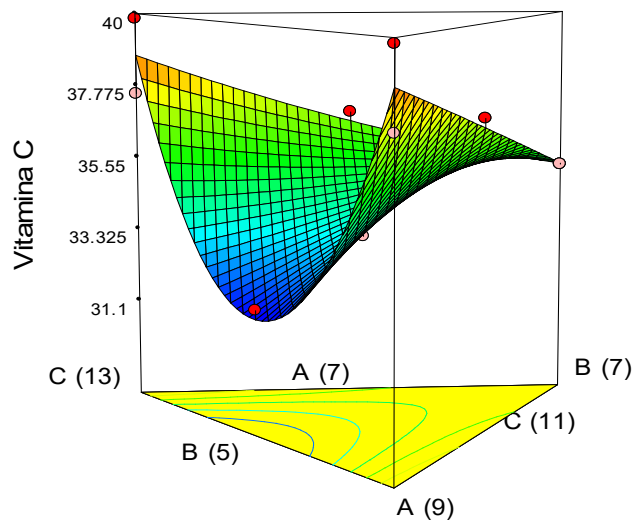
A fin de mejorar la interpretación de los resultados para la cantidad de Vitamina C gr/ 100gr se aplicó una superficie de respuesta, que es una herramienta matemática utilizada en el análisis estadístico y la optimización de procesos, con el fin de modelar la relación entre varias variables independientes y una variable dependiente o de respuesta. Su principal función es ayudar a entender cómo los factores de entrada influyen en los resultados o rendimientos de un sistema. Esta técnica se emplea cuando se busca optimizar un resultado, permitiendo la construcción de un modelo matemático que aproxima el comportamiento del sistema en estudio. A través de gráficos tridimensionales, las superficies de respuesta permiten visualizar cómo cambian los valores de la respuesta cuando se modifican simultáneamente dos o más variables.

Figura 37

Superficie de Respuesta para la vitamina C en las fresas en el día 5 de ser recubiertas



X1 = A: Almidon de lentejas
X2 = B: Glicerina
X3 = C: Aceite de palta



La figura 37 de superficie de respuesta representa el efecto de tres componentes del recubrimiento (almidón de lentejas, glicerina y aceite de palta) sobre los niveles de vitamina C en fresas, específicamente en el día 5 de ser recubiertas. En el gráfico tridimensional, el eje vertical corresponde a los niveles de vitamina C, mientras que los otros dos ejes representan las proporciones de almidón de lentejas (X1) y glicerina (X2), con aceite de palta (X3) como otro factor en la parte inferior del gráfico. Los puntos rojos representan los valores experimentales, y la malla curva es el modelo de superficie ajustado.

Se puede observar que los niveles de vitamina C varían significativamente en función de las proporciones de los tres ingredientes del recubrimiento. El gráfico presenta una zona de mínimo en el centro de la superficie, donde los niveles de vitamina C disminuyen hacia los 31.83 unidades, lo cual indica que una combinación intermedia de almidón de lentejas y glicerina tiende a reducir los niveles de esta vitamina. Por otro lado, en las áreas cercanas a los bordes del gráfico, donde las proporciones de los componentes son más extremas (particularmente en las áreas con más almidón y glicerina), se observan niveles más altos de vitamina C, llegando hasta los 39.85 unidades.

El efecto combinado de los tres ingredientes parece tener una interacción compleja en la preservación de la vitamina C. El aceite de palta, representado en el eje Z (C), parece influir en los niveles de la vitamina de manera moderada, ya que los cambios a lo largo de este eje no son tan pronunciados como los observados con el almidón de lentejas y la glicerina. Esto sugiere que el almidón de lentejas y la glicerina tienen un papel más determinante en la retención de vitamina C en las fresas recubiertas, y su optimización podría ser clave para mejorar la conservación de esta vitamina en los frutos.

4.3.6. Evaluación de los parámetros sensoriales de las fresas con recubrimiento comestible durante los 5 días de almacenamiento

Para la evaluación sensorial se evaluó el olor, sabor y textura, se elaboró una encuesta formada por un sistema de puntos no estructurados como se muestra en el ANEXO, a fin de determinar la aceptabilidad de los diferentes tratamientos por los 30 panelistas, solo los tratamientos T2, T3 y T5 fueron evaluados debido a que los demás tratamientos no llegaron al quinto día en un estado inocuo, por lo tanto, no fueron evaluados.

Las fresas expuestas para el análisis sensorial perdieron brillo significativamente, además de tener un aspecto deshidratado, esto es debido a la pérdida de peso, de la misma manera, al perder el volumen inicial de la fresa, el recubrimiento no pierde su tamaño inicial, su aspecto general opacaba sus demás características sensoriales, fisicoquímicas y nutricionales, ya que estos tratamientos son inocuos y son los que presentaron mejores capacidades de conservación de sus parámetros.

Al momento de la evaluación sensorial, se colocó la muestra de fresas recubiertas y una fresa fresca a fin de comparar de forma más precisa su aceptación de la fresa con recubrimiento comestible en base a las fresas frescas.

Se realizó un análisis de varianza multifactorial con los factores día y tratamiento, a fin de determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos y días transcurridos, y su efecto sobre el olor, sabor, textura y aceptabilidad general por parte de los panelistas hacia las fresas con recubrimiento comestible.

Además, se añadió un cuarto aspecto, el cual indica la aceptabilidad general del panelista por la fresa con recubrimiento comestible, este aspecto permitirá definir que tratamiento le pareció mejor según sus gustos.

4.3.6.1. Evaluación del olor

Para la evaluación del olor, un grupo de 30 panelistas puntuó según sus gustos el olor de las fresas recubiertas, todos los días que estuvieron recubiertas, de los cuales, su promedio de su puntuación se aprecia en la tabla 50.

Tabla 48:

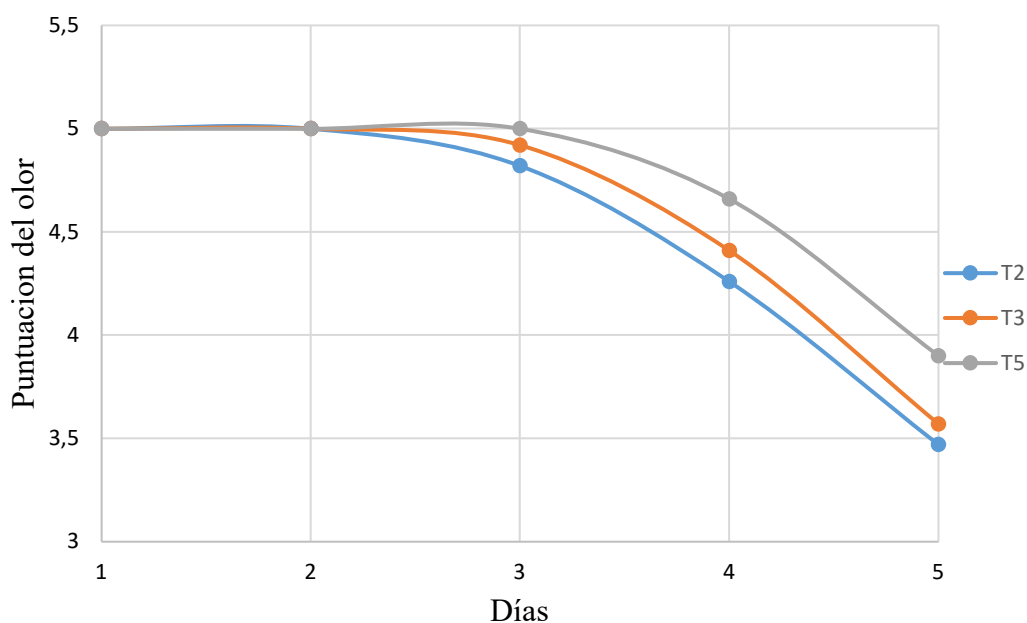
Promedio del olor de las fresas recubiertas durante 5 días

OLOR			
DIAS	T2	T3	T5
D1	5 ± 0	5 ± 0	5 ± 0
D2	5 ± 0	5 ± 0	5 ± 0
D3	4.82 ± 0.278	4.92 ± 0.162	5 ± 0
D4	4.26 ± 0.435	4.41 ± 0.296	4.66 ± 0.347
D5	3.47 ± 0.602	3.57 ± 0.706	3.9 ± 0.645

En la tabla 50 se observa el promedio de los puntajes obtenidos de los panelistas para el olor de las fresas con recubrimiento comestible y su desviación estándar es menor al 0.1, lo que indica una alta confiabilidad en los datos obtenidos

Figura 38:

Análisis del olor de las fresas recubiertas y analizadas durante 5 días



En la figura 52 se observa la tendencia a la pérdida del olor característico de las fresas, también se muestra que el tratamiento T5 es el tratamiento que mejor conservo el olor característico de las fresas mientras que el T2 es el tratamiento que obtuvo menor aceptación por parte de los panelistas.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la aceptación del olor por parte de los panelistas hacia las fresas recubiertas durante los 5 días transcurridos, se realizó una tabla anova con los resultados obtenidos.

Tabla 49

Análisis de Varianza para el olor de las fresas recubiertas durante los 5 días (%)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tratamientos	0.105213	2	0.0526067	4.48	0.0496*
B:Días	4.05469	4	1.01367	86.28	0.0000*
RESIDUOS	0.0939867	8	0.0117483		
TOTAL (CORREGIDO)	4.25389	14			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

La tabla 51 de ANOVA analizó la variabilidad del puntaje del olor de las fresas, al evaluar la significancia estadística de cada efecto individualmente se obtuvo un cuadrado medio de 0.0526067 con una estimación del error experimental. Los resultados obtenidos muestran que tanto los tratamientos como los días en su forma lineal es significativa estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

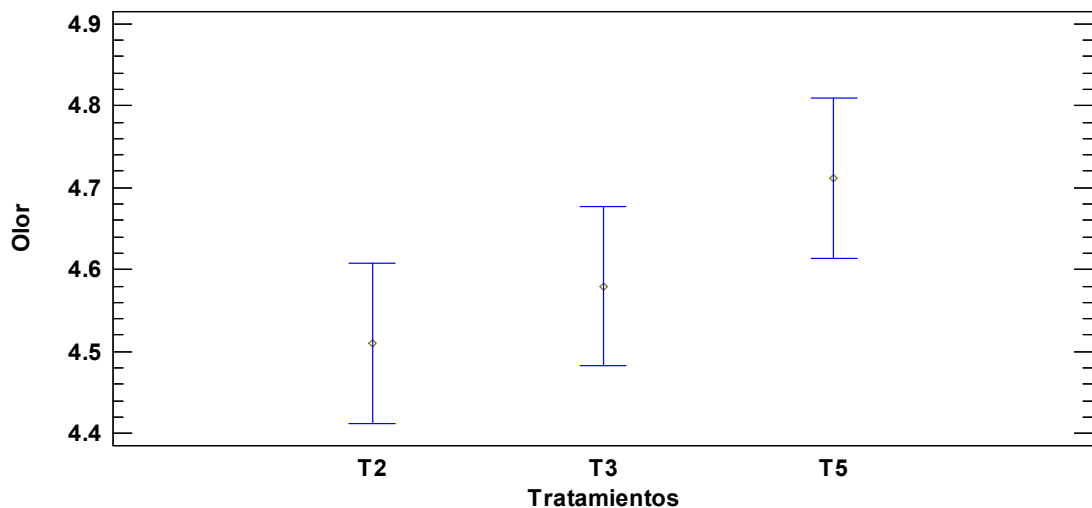
En el **anexo** presenta una tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para el olor de las fresas con intervalos de confianza del 95.0%, que se desglosada en dos factores: tratamientos (T2, T3, T5) y días (D1, D2, D3, D4, D5). Cada tratamiento y día tiene un número de casos (repeticiones), una media, un error estándar y los límites inferior y superior del intervalo de confianza del 95%.

Para los tratamientos, se evalúan tres grupos: T2, T3 y T5, todos con 5 repeticiones cada uno. El tratamiento T2 tiene una media de 4.51, con un intervalo de confianza entre 4.398 y 4.622. El tratamiento T3 presenta una media ligeramente mayor de 4.58, con un intervalo de 4.468 a 4.692. Finalmente, el tratamiento T5 tiene la media más alta, de 4.712, con un intervalo de confianza de 4.600 a 4.824.

En cuanto a los días, los resultados son más variados. Para D1 y D2, la media es de 5, con un intervalo de confianza idéntico entre 4.856 y 5.144, lo que indica estabilidad en el olor durante esos días. A partir de D3, la media comienza a disminuir (4.913), y el intervalo de confianza oscila entre 4.769 y 5.058. Esta tendencia a la baja es más pronunciada en D4 (media de 4.443) y D5 (media de 3.647), reflejando una clara reducción en el olor de las fresas con el paso de los días, con intervalos más bajos a medida que se incrementan los días.

Figura 39:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante 5 días (tratamientos)

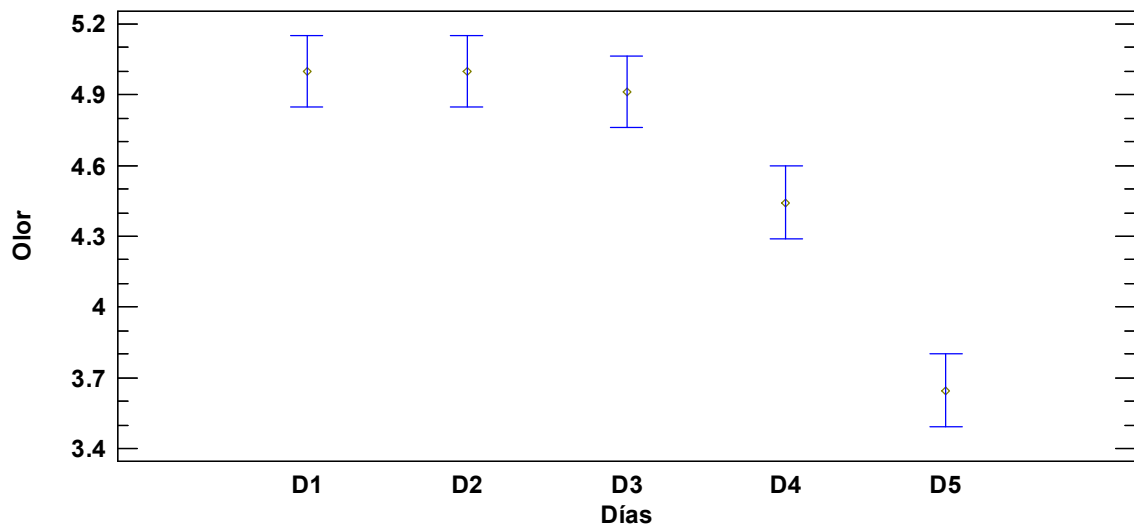


En la figura 39 se observa que el tratamiento T2 presenta la media más baja de olor, alrededor de 4.5, con un intervalo de confianza que va aproximadamente de 4.4 a 4.6. El tratamiento T3 muestra una media ligeramente mayor, cercana a 4.6, con un intervalo de confianza de aproximadamente 4.5 a 4.7. Por último, el tratamiento T5 es el que presenta la media más alta, con un valor cercano a 4.8, y su intervalo de confianza se extiende desde 4.7 hasta casi 4.9.

La prueba de Tukey HSD sugiere que hay diferencias significativas entre el olor de las fresas de los tratamientos, dado que los intervalos de confianza de los tres tratamientos muestran resultados diferentes entre sí. En particular, el tratamiento T5 parece ser el más efectivo en mejorar o preservar el olor de las fresas, mientras que el tratamiento T2 tiene el efecto más débil en comparación con los otros dos.

Figura 40:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante 5 días (días)



En la figura 40 se observa la tendencia de como el olor característico de las fresas recubiertas van disminuyendo con el paso de los días, hasta llegar al día 5, donde la aceptabilidad general de su olor oscila entre 3.5 y 3.8 puntos otorgados por los panelistas.

4.3.6.2. Evaluación del sabor

Para la evaluación del sabor, un grupo de 30 panelistas puntuó según sus gustos el sabor de las fresas recubiertas, todos los días que estuvieron recubiertas, de los cuales, su promedio de su puntuación se aprecia en la tabla 52.

Tabla 50:

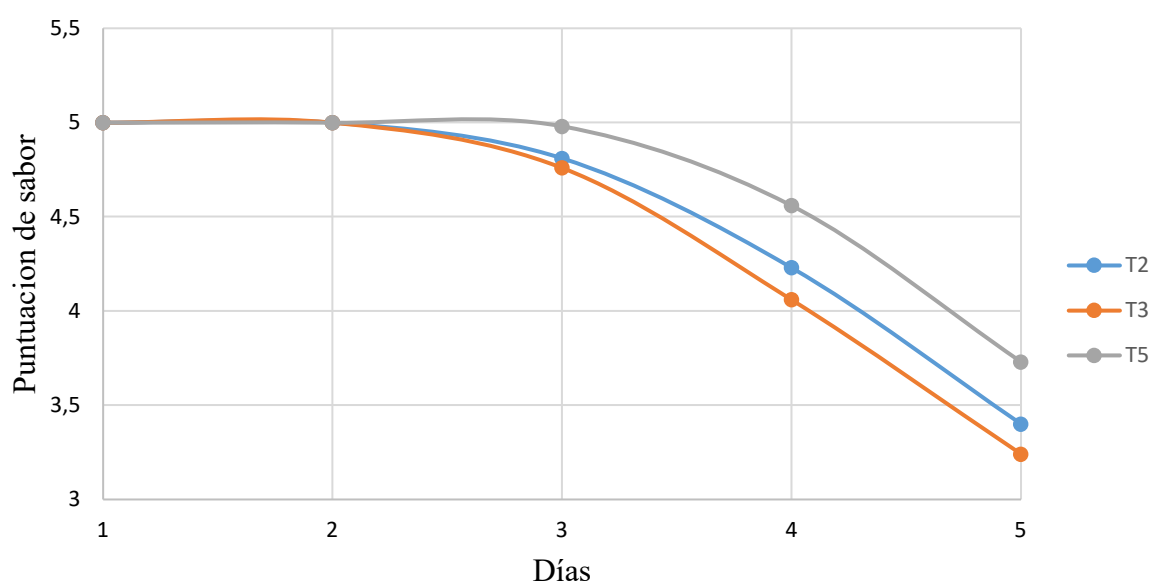
Promedio del sabor de las fresas recubiertas durante 5 días

SABOR			
DIAS	T2	T3	T5
D1	5 ± 0	5 ± 0	5 ± 0
D2	5 ± 0	5 ± 0	5 ± 0
D3	4.81 ± 0.22	4.76 ± 0.31	4.98 ± 0.06
D4	4.23 ± 0.46	4.06 ± 0.50	4.56 ± 0.41
D5	3.4 ± 0.76	3.24 ± 0.70	3.73 ± 0.51

En la tabla 52 se observa el promedio de los puntajes obtenidos de los panelistas para el sabor de las fresas con recubrimiento comestible y su desviación estándar es menor al 0.1, lo que indica una alta confiabilidad en los datos obtenidos.

Figura 41:

Análisis del sabor de las fresas recubiertas y analizadas durante 5 días



En la figura 41 se observa la tendencia a la pérdida del sabor característico de las fresas, también se muestra que el tratamiento T5 es el tratamiento que mejor conservo el sabor característico de las fresas mientras que el T3 es el tratamiento que obtuvo menor aceptación por parte de los panelistas.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la aceptación del sabor por parte de los panelistas hacia las fresas recubiertas durante los 5 días transcurridos, se realizó una tabla anova con los resultados obtenidos.

Tabla 51

Análisis de Varianza para el sabor de las fresas recubiertas durante los 5 días

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tratamientos	0.15316	2	0.07658	4.8	0.0426*
B:Dias	5.26911	4	1.31728	82.61	0.0000*
RESIDUOS	0.127573	8	0.0159467		
TOTAL (CORREGIDO)	5.54984	14			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

La tabla 53 de ANOVA analizó la variabilidad del puntaje del sabor de las fresas, al evaluar la significancia estadística de cada efecto individualmente se obtuvo un cuadrado medio de 0.07658 con una estimación del error experimental. Los resultados obtenidos muestran que tanto los tratamientos como los días en su forma lineal es significativa estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

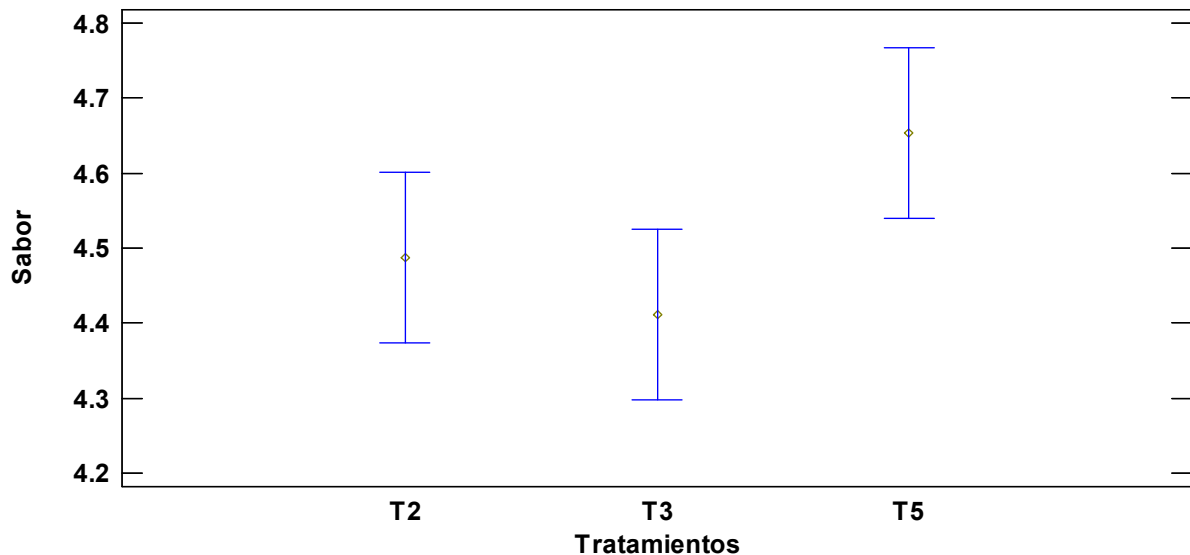
En el anexo presenta una tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para el sabor de las fresas con intervalos de confianza del 95.0%, que se desglosada en dos factores: tratamientos (T2, T3, T5) y días (D1, D2, D3, D4, D5). Cada tratamiento y día tiene un número de casos (repeticiones), una media, un error estándar y los límites inferior y superior del intervalo de confianza del 95%.

Para los tratamientos, se evalúan tres grupos: T2, T3 y T5, todos con 5 repeticiones cada uno. El tratamiento T3 tiene una media de 4.488, con un intervalo de confianza entre 4.2817 a 4.5422. El tratamiento T2 presenta una media ligeramente mayor de 4.488, con un intervalo de 4.357 a 4.6182. Finalmente, el tratamiento T5 tiene la media más alta, de 4.654, con un intervalo de confianza de 4.5237 a 4.7842.

En cuanto a los días, los resultados son más variados. Para D1 y D2, la media es de 5, con un intervalo de confianza idéntico entre 4.8318 y 5.1681, lo que indica estabilidad en el sabor durante esos días. A partir de D3, la media comienza a disminuir (4.85), y el intervalo de confianza oscila entre 4.681 y 5.0181. Esta tendencia a la baja es más pronunciada en D4 (media de 4.2833) y D5 (media de 3.4567), reflejando una clara reducción en el sabor de las fresas con el paso de los días, con intervalos más bajos a medida que se incrementan los días.

Figura 42:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante 5 días (tratamientos)

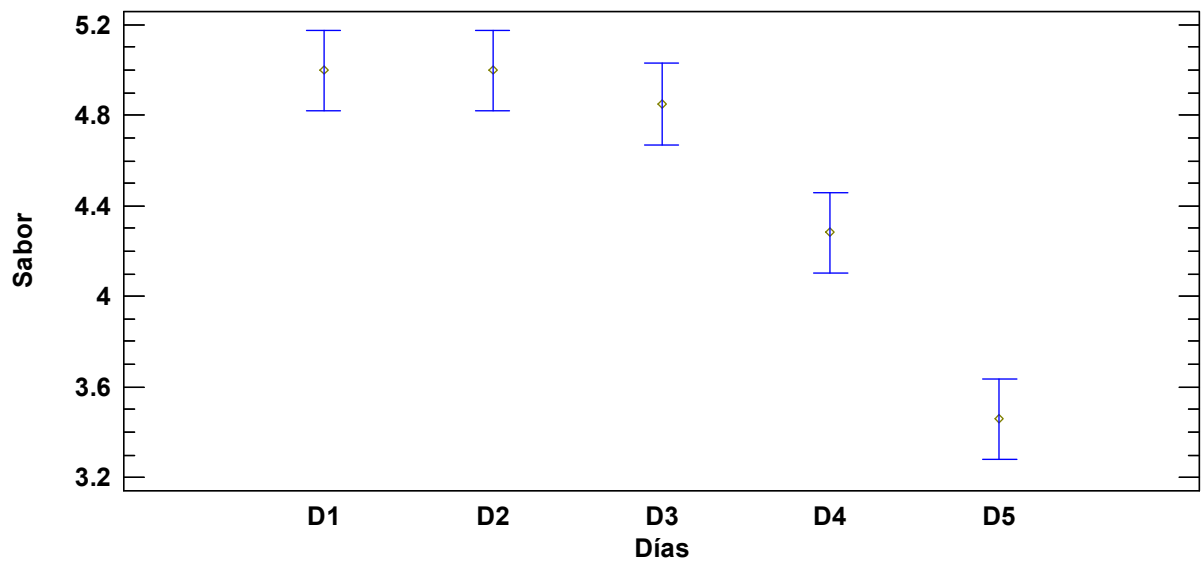


En la figura 42 se observa que el tratamiento T3 presenta la media más baja de sabor, alrededor de 4.4, con un intervalo de confianza que va aproximadamente de 4.3 a 4.5. El tratamiento T2 muestra una media ligeramente mayor, cercana a 4.5, con un intervalo de confianza de aproximadamente 4.4 a 4.6. Por último, el tratamiento T5 es el que presenta la media más alta, con un valor cercano a 4.65, y su intervalo de confianza se extiende desde 4.55 hasta casi 4.75.

La prueba de Tukey HSD sugiere que hay diferencias significativas entre el sabor de las fresas de los tratamientos, dado que los intervalos de confianza de los tres tratamientos muestran resultados diferentes entre sí. En particular, el tratamiento T5 parece ser el más efectivo en mejorar o preservar el sabor de las fresas, mientras que el tratamiento T3 tiene el efecto más débil en comparación con los otros dos.

Figura 43:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante 5 días (días)



En la figura 43 se observa la tendencia de como el sabor característico de las fresas recubiertas van disminuyendo con el paso de los días, hasta llegar al día 5, donde la aceptabilidad general de su olor oscila entre 3.2 y 3.7 puntos otorgados por los panelistas.

4.3.6.3. Evaluación de la textura

Para la evaluación de la textura, un grupo de 30 panelistas puntuó según sus gustos de la textura de las fresas recubiertas, todos los días que estuvieron recubiertas, de los cuales, su promedio de su puntuación se aprecia en la tabla 54.

Tabla 52:

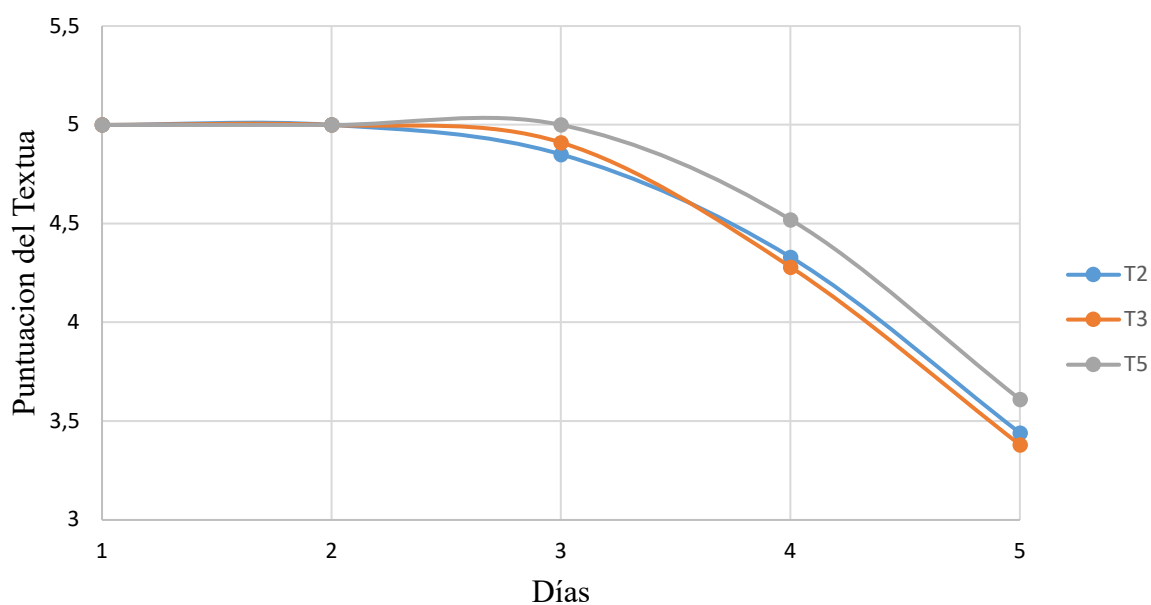
Promedio de la textura de las fresas recubiertas durante 5 días

TEXTURA			
DIAS	T2	T3	T5
D1	5 ± 0	5 ± 0	5 ± 0
D2	5 ± 0	5 ± 0	5 ± 0
D3	4.85 ± 0.20	4.91 ± 0.19	5 ± 0
D4	4.33 ± 0.32	4.28 ± 0.24	4.52 ± 0.31
D5	3.44 ± 0.50	3.38 ± 0.40	3.61 ± 0.41

En la tabla 54 se observa el promedio de los puntajes obtenidos de los panelistas para la textura de las fresas con recubrimiento comestible y su desviación estándar es menor al 0.1, lo que indica una alta confiabilidad en los datos obtenidos.

Figura 44:

Análisis de la textura de las fresas recubiertas y analizadas durante 5 días



En la figura 44 se observa la tendencia a la pérdida de la textura característica de las fresas, también se muestra que el tratamiento T5 es el tratamiento que mejor conservo la textura característica de las fresas mientras que el T3 es el tratamiento que obtuvo menor aceptación por parte de los panelistas.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la aceptación de la textura de las por parte de los panelistas hacia las fresas recubiertas durante los 5 días transcurridos, se realizó una tabla anova con los resultados obtenidos.

Tabla 53

Análisis de Varianza para la textura de las fresas recubiertas durante los 5 días

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tratamientos	0.0384133	2	0.0192067	4.58	0.0472*
B:Dias	5.17164	4	1.29291	308.57	0.0000*
RESIDUOS	0.03352	8	0.00419		
TOTAL (CORREGIDO)	5.24357	14			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

La tabla 55 de ANOVA analizó la variabilidad del puntaje de la textura de las fresas, al evaluar la significancia estadística de cada efecto individualmente se obtuvo un cuadrado medio de 0.0192067 con una estimación del error experimental. Los resultados obtenidos muestran que tanto los tratamientos como los días en su forma lineal es significativa estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

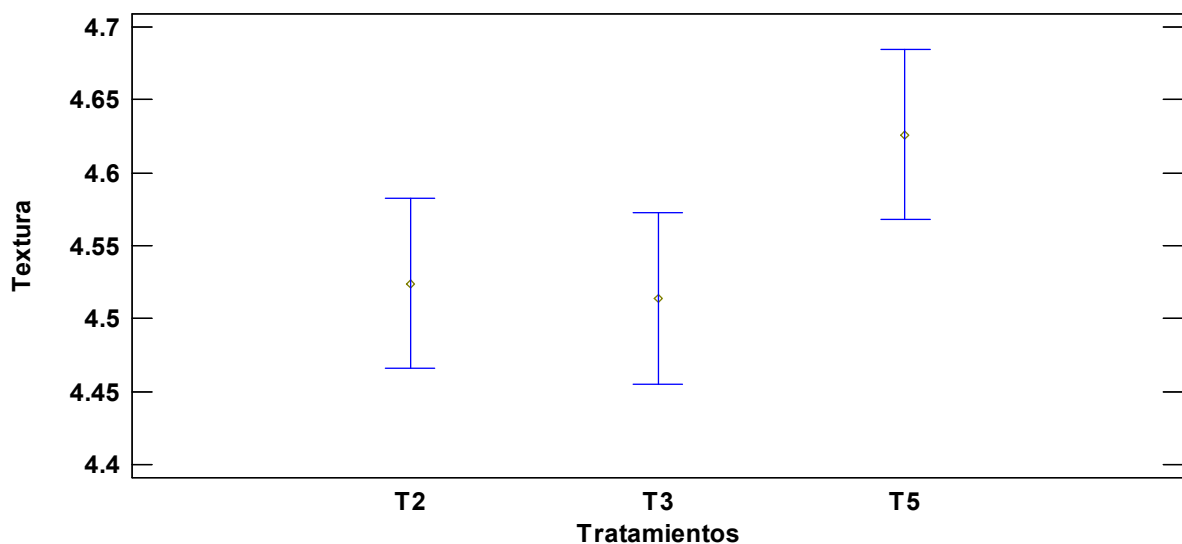
En el anexo presenta una tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para la textura de las fresas con intervalos de confianza del 95.0%, que se desglosada en dos factores: tratamientos (T2, T3, T5) y días (D1, D2, D3, D4, D5). Cada tratamiento y día tiene un número de casos (repeticiones), una media, un error estándar y los límites inferior y superior del intervalo de confianza del 95%.

Para los tratamientos, se evalúan tres grupos: T2, T3 y T5, todos con 5 repeticiones cada uno. El tratamiento T3 tiene una media de 4.514, con un intervalo de confianza entre 4.4457 a 4.5907. El tratamiento T2 presenta una media ligeramente mayor de 4.524, con un intervalo de 4.457 a 4.5907. Finalmente, el tratamiento T5 tiene la media más alta, de 4.626, con un intervalo de confianza de 4.5592 a 4.6927.

En cuanto a los días, los resultados son más variados. Para D1 y D2, la media es de 5, con un intervalo de confianza idéntico entre 4.9138 y 5.0861, lo que indica estabilidad en la textura durante esos días. A partir de D3, la media comienza a disminuir (4.92), y el intervalo de confianza oscila entre 4.8338 y 5.0061. Esta tendencia a la baja es más pronunciada en D4 (media de 4.3766) y D5 (media de 3.4766), reflejando una clara reducción en la textura de las fresas con el paso de los días, con intervalos más bajos a medida que se incrementan los días.

Figura 45:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante 5 días (tratamientos)

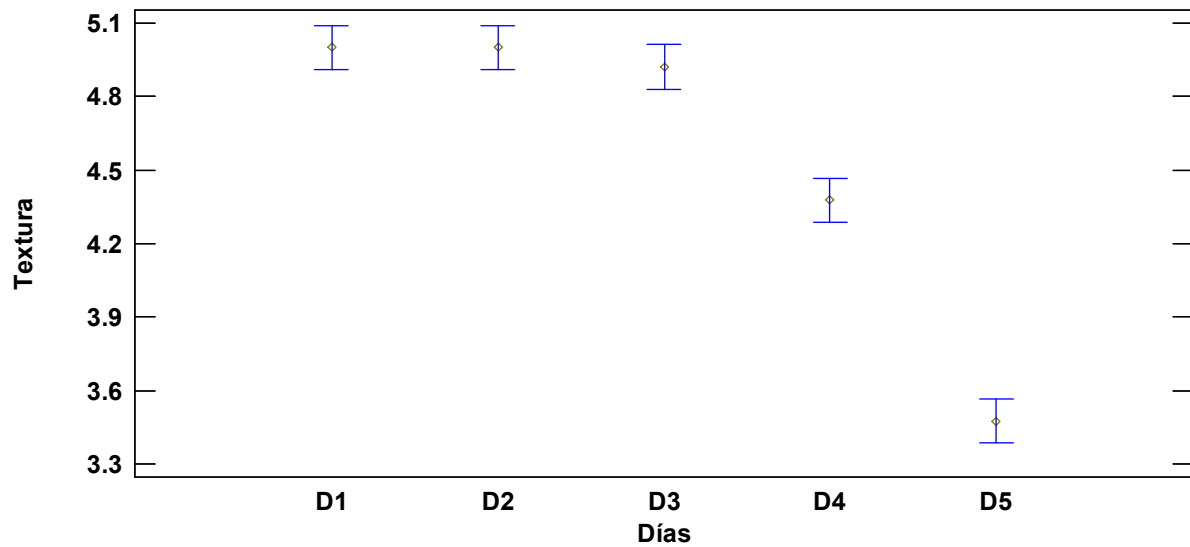


En la figura 45 se observa que el tratamiento T3 presenta la media más baja de la textura de las fresas, con un intervalo de confianza que va aproximadamente de 4.45 a 4.57. El tratamiento T2 muestra una media ligeramente mayor, cercana a 4.52, con un intervalo de confianza de aproximadamente 4.47 a 4.59. Por último, el tratamiento T5 es el que presenta la media más alta, con un valor cercano a 4.63, y su intervalo de confianza se extiende desde 4.58 hasta casi 4.68.

La prueba de Tukey HSD sugiere que hay diferencias significativas entre la textura de las fresas de los tratamientos, dado que los intervalos de confianza de los tres tratamientos muestran resultados diferentes entre sí. En particular, el tratamiento T5 parece ser el más efectivo en mejorar o preservar la textura de las fresas, mientras que el tratamiento T3 tiene el efecto más débil en comparación con los otros dos.

Figura 46:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante 5 días (días)



En la figura 46 se observa la tendencia de como la textura característica de las fresas recubiertas van disminuyendo con el paso de los días, hasta llegar al día 5, donde la aceptabilidad general de su textura oscila entre 3.4 y 3.7 puntos otorgados por los panelistas.

4.3.7. Determinación del recubrimiento comestible con mayor aceptabilidad por los panelistas.

Para la determinación del recubrimiento con mayor aceptabilidad, se colocó un apartado en la encuesta de la evaluación sensorial, ANEXO, donde los panelistas calificaron la aceptabilidad general de los diferentes tratamientos, basados en su aceptabilidad previa de olor, sabor y textura, el tratamiento con mayor puntaje de aceptabilidad general es el tratamiento mejor aceptado por los panelistas

Para la evaluación de la aceptabilidad general, un grupo de 30 panelistas puntuó según sus gustos de aceptabilidad de las fresas recubiertas, todos los días que estuvieron recubiertas, de los cuales, su promedio de su puntuación se aprecia en la tabla 56.

Tabla 54:

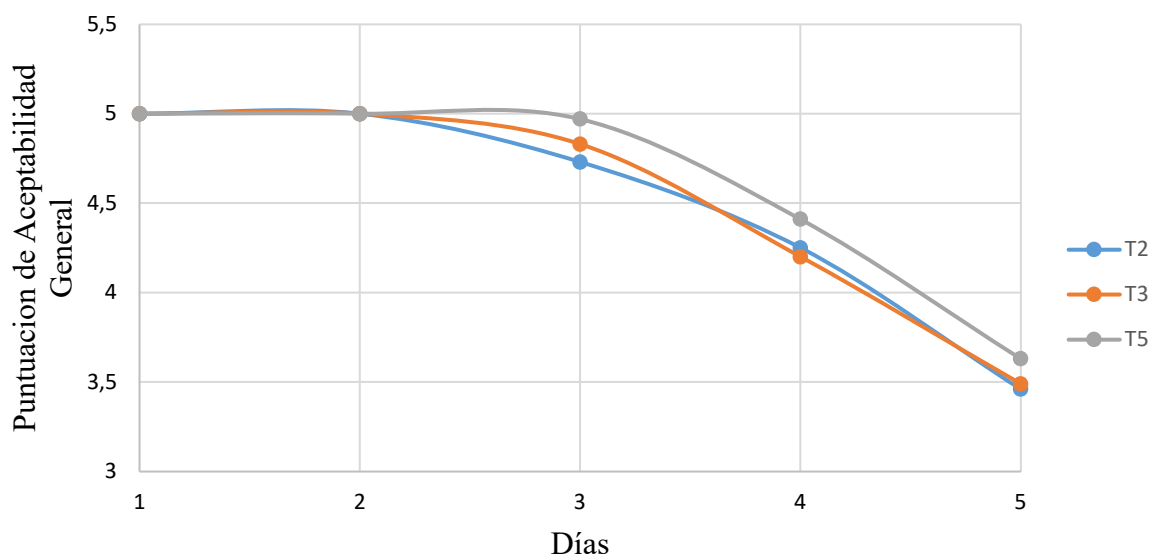
Promedio de la aceptabilidad general de las fresas recubiertas durante 5 días

ACEPTABILIDAD GENERAL			
DIAS	T2	T3	T5
D1	5 ± 0	5 ± 0	5 ± 0
D2	5 ± 0	5 ± 0	5 ± 0
D3	4.73 ± 0.21	4.83 ± 0.27	4.97 ± 0.09
D4	4.25 ± 0.48	4.2 ± 0.45	4.41 ± 0.35
D5	3.46 ± 0.76	3.49 ± 0.57	3.63 ± 0.48

En la tabla 56 se observa el promedio de los puntajes obtenidos de los panelistas para la aceptabilidad general de las fresas con recubrimiento comestible y su desviación estándar es menor al 0.1, lo que indica una alta confiabilidad en los datos obtenidos.

Figura 47:

Análisis de la aceptabilidad de las fresas recubiertas y analizadas durante 5 días



En la figura 47 se observa la tendencia a la pérdida de la aceptabilidad general de las fresas, también se muestra que el tratamiento T5 es el tratamiento que mejor conservo la aceptabilidad general característica de las fresas mientras que el T2 es el tratamiento que obtuvo menor aceptación por parte de los panelistas.

A fin de determinar si existe diferencia significativa en la aceptación general por parte de los panelistas hacia las fresas recubiertas durante los 5 días transcurridos, se realizó una tabla anova con los resultados obtenidos.

Tabla 55

Análisis de Varianza para la textura de las fresas recubiertas durante los 5 días

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tratamientos	0.0380933	2	0.0190467	4.84	0.042*
B:Días	4.81757	4	1.20439	305.81	0.000*
RESIDUOS	0.0315067	8	0.00393833		
TOTAL (CORREGIDO)	4.88717	14			

Nota: (*= valores < 0.05) significativos (**= valores > 0.05) NO significativos

La tabla 57 de ANOVA analizó la variabilidad del puntaje del olor de las fresas, al evaluar la significancia estadística de cada efecto individualmente se obtuvo un cuadrado medio de 0.0192067 con una estimación del error experimental. Los resultados obtenidos muestran que tanto los tratamientos como los días en su forma

lineal es significativa estadísticamente, ya que presenta un valor de $p < 0.05$, lo cual representa una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

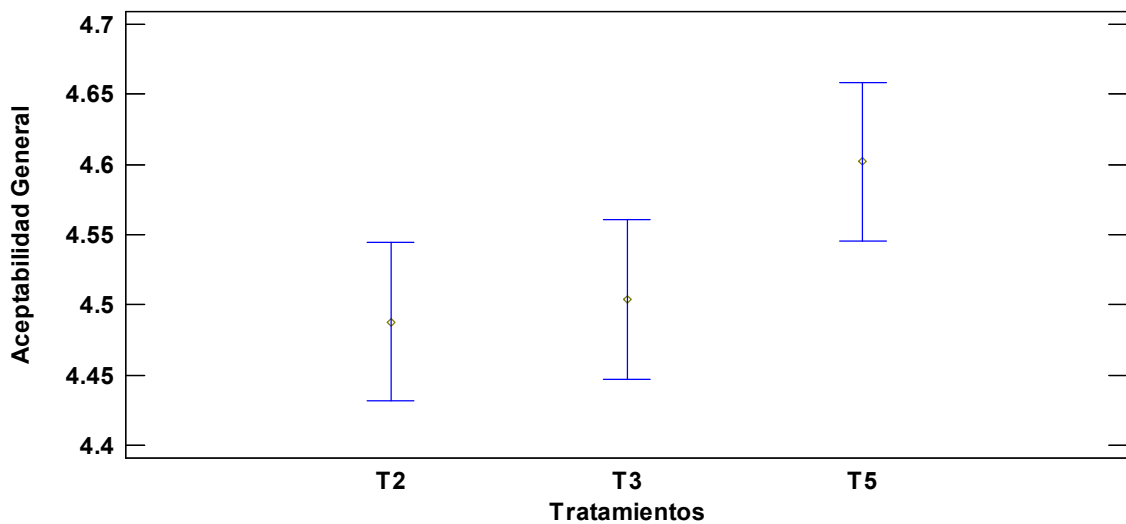
En el anexo presenta una tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para la aceptabilidad general de las fresas con intervalos de confianza del 95.0%, que se desglosada en dos factores: tratamientos (T2, T3, T5) y días (D1, D2, D3, D4, D5). Cada tratamiento y día tiene un número de casos (repeticiones), una media, un error estándar y los límites inferior y superior del intervalo de confianza del 95%.

Para los tratamientos, se evalúan tres grupos: T2, T3 y T5, todos con 5 repeticiones cada uno. El tratamiento T2 tiene una media de 4.488, con un intervalo de confianza entre 4.4232 a 4.5527. El tratamiento T3 presenta una media ligeramente mayor de 4.504, con un intervalo de 4.4392 a 4.5687. Finalmente, el tratamiento T5 tiene la media más alta, de 4.602, con un intervalo de confianza de 4.5372 a 4.6667.

En cuanto a los días, los resultados son más variados. Para D1 y D2, la media es de 5, con un intervalo de confianza idéntico entre 4.9164 y 5.0835, lo que indica estabilidad en la textura durante esos días. A partir de D3, la media comienza a disminuir (4.8433), y el intervalo de confianza oscila entre 4.7597 y 4.9268. Esta tendencia a la baja es más pronunciada en D4 (media de 4.2866) y D5 (media de 3.5266), reflejando una clara reducción en la aceptabilidad general de las fresas con el paso de los días, con intervalos más bajos a medida que se incrementan los días.

Figura 48:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante 5 días (tratamientos)

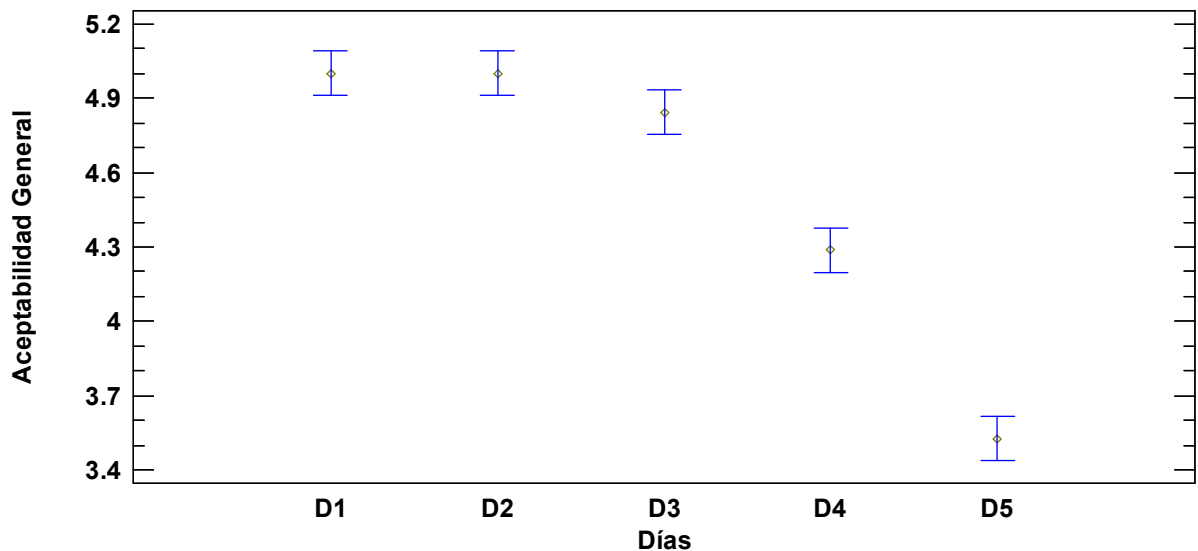


En la figura 48 se observa que el tratamiento T2 presenta la media más baja de la textura de las fresas, con un intervalo de confianza que va aproximadamente de 4.43 a 4.54. El tratamiento T3 muestra una media ligeramente mayor, cercana a 4.5, con un intervalo de confianza de aproximadamente 4.44 a 4.56. Por último, el tratamiento T5 es el que presenta la media más alta, con un valor cercano a 4.6, y su intervalo de confianza se extiende desde 4.55 hasta casi 4.68.

La prueba de Tukey HSD sugiere que hay diferencias significativas entre la textura de las fresas de los tratamientos, dado que los intervalos de confianza de los tres tratamientos muestran resultados diferentes entre sí. En particular, el tratamiento T5 parece ser el más efectivo en mejorar o preservar la aceptabilidad general de las fresas, mientras que el tratamiento T2 tiene el efecto más débil en comparación con los otros dos.

Figura 49:

Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD del olor en fresas recubiertas durante 5 días (días)



En la figura 49 se observa la tendencia de como la aceptabilidad general característica de las fresas recubiertas van disminuyendo con el paso de los días, hasta llegar al día 5, donde la aceptabilidad general de su textura oscila entre 3.45 y 3.61 puntos otorgados por los panelistas.

4.3.8. Optimización de los parámetros fisicoquímicos y nutricionales en fresas con recubrimiento comestible posterior a los 5 días de almacenamiento

En la tabla 58 se buscó optimizar los parámetros fisicoquímicos y nutricionales en fresas utilizando distintos tratamientos, variando las concentraciones de almidón de lentejas, glicerina y aceite de palta. Estos tres componentes actúan como variables independientes, y cada tratamiento presenta una combinación específica de dichas variables. El objetivo es observar cómo estas combinaciones afectan ciertos atributos fisicoquímicos y nutricionales de las fresas, también llamados variables de respuesta o variables dependientes.

Entre las variables dependientes evaluadas están el pH, la acidez (%), los grados °Brix, también llamados sólidos solubles, la pérdida de peso (%) y la cantidad de vitamina C presente en las fresas. Estas variables son indicadores clave de la calidad del producto, pues afectan tanto su estabilidad química como su valor nutricional y sensorial. Como el pH y la acidez son indicadores de la estabilidad microbiológica y el sabor, mientras que los °Brix se relacionan con la dulzura. La pérdida de peso es relevante para la conservación del producto, y la vitamina C es un importante nutriente antioxidante.

El análisis de estos datos permite identificar qué combinación de almidón, glicerina y aceite de palta optimiza el balance entre las propiedades fisicoquímicas, como el pH, °Brix, acidez y pérdida de peso, y los atributos nutricionales como la concentración de vitamina C, con el fin de obtener fresas con mejor calidad para el consumo.

En la tabla 58 se muestra los resultados promedios obtenidos, luego de ser analizados los diferentes parámetros por triplicado, a fin de determinar variación significativa que indique la confiabilidad en los datos, ya que puede revelar una práctica incorrecta al momento de la elaboración del recubrimiento o un equipo descalabrado al momento de recibir la lectura de los datos, en caso no haya fallas en la lectura de datos o en la elaboración del recubrimiento comestible, la variación de los resultados será mínima, y demostrará una alta confiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 56:*Optimización de los parámetros fisicoquímicos y nutricionales en las fresas*

Tratamientos	Variables independientes			Variables dependientes				
	Almidón de lentejas %	Glicerina %	Aceite de palta %	pH [H] ⁺	Acidez (%)	°Brix	Pérdida de Peso (%)	Vitamina C
T1	7	7	11	3.95±0.04	0.73±0.6	12.3±0.4	43.21±0.9	35.22±0.5
T2	8	6	11	3.68±0.03	0.83±0.9	11.6±0.3	39.19±0.7	37.29±0.5
T3	9	5	11	3.66±0.03	0.86±0.7	11.5±0.2	38.50±0.2	37.53±0.5
T4	8	5	12	4.17±0.03	0.62±1.2	13.3±0.3	46.65±0.6	31.82±0.5
T5	7	5	13	3.64±0.02	0.87±0.5	11.16±0.3	37.04±0.8	39.84±0.7
T6	7.7	5.6	11.7	4.12±0.03	0.64±1.0	12.56±0.2	47.57±0.7	33.62±0.6
T7	7	6	12	4.02±0.4	0.67±0.9	12.6±0.3	43.55±0.3	36.92±0.8
T8	7	7	11	3.94±0.03	0.73±0.9	12.03±0.3	43.21±0.9	35.22±0.5
T9	9	5	11	3.66±0.02	0.86±1.0	11.6±0.7	38.80±0.5	37.53±0.5
T10	7	5	13	3.65±0.03	0.87±1.0	11.26±0.3	37.04±0.8	39.845±0.7

Para la determinación de un recubrimiento comestible óptimo a base de almidón de lentejas, concentración de entre 7% a 9%, glicerina, concentración de entre 5% a 7% y aceite de palta, concentración de entre 11% a 13%, almacenadas a temperatura ambiente durante 5 días, que permitirá extender la vida útil de las fresas, mediante la conservación de sus parámetros fisicoquímicos como el pH, los grados °Brix, acidez titulable y sus parámetros nutricionales como la vitamina C, se estableció los parámetros de optimización de las variables de respuesta, que se muestran en la tabla 58 en la que se buscó minimizar los niveles de pH [H]⁺, que se encuentra en valores de entre 3.643 a 4.176 [H]⁺, maximizar la acidez titulable (%), que se encuentra en valores de entre 0.627% a 0.8758%, minimizar los grados °Brix, que se encuentra en valores de entre 11.166 a 13.3, minimizar la cantidad de pérdida de Peso, que se encuentra en valores de entre 37.046% a 47.573%, y maximizar la cantidad de Vitamina C gr/100 gr, que se encuentra en valores de entre 31.826 gr/100 gr a 39.845 gr/100 gr, empleando el software Desing Expert Version 7.0.1.0.

Tabla 57:*Optimización de las variables de respuesta*

Nombre	Meta	Límite mínimo	Límite máximo	Menor Peso	Mayor Peso	Importancia
Almidón de lentejas	Rango	7	9	1	1	3
Glicerina	Rango	5	7	1	1	3
Aceite de palta	Rango	11	13	1	1	3
pH [H] ⁺	Minimizar	3.643	4.176	1	1	3
Acidez (%)	Maximizar	0.627	0.8758	1	1	3
°Brix	Minimizar	11.166	13.3	1	1	3
Pérdida de Peso	Minimizar	37.046	47.573	1	1	3
Vitamina C gr/100 gr	Maximizar	31.826	39.845	1	1	3

En la tabla 59 se muestra la formulación óptima obtenida, que fue la del tratamiento T5, que es un recubrimiento comestible a base de 7 % de almidón de lentejas, 5 % de glicerina y 13 % de aceite de palta.

Tabla 58:*Determinación de la formulación óptima*

Variabes	Valores óptimos
Almidón de lentejas %	7
Glicerina %	5
Aceite de palta %	13
pH [H] ⁺	3.65
Acidez (%)	0.88
°Brix	11.23
Pérdida de Peso	37.05
Vitamina C gr/100 gr	39.85

En la tabla 60 se aprecia que el tratamiento T5 fue el tratamiento que obtuvo menor nivel de pH [H]⁺, mantuvo de mejor manera la acidez (%), mostró menores niveles de °Brix, obtuvo menor porcentaje de pérdida de peso y conservó mayor cantidad de vitamina C gr/100gr.

Figura 50:

Fresas recubiertas con el tratamiento 5 (tratamiento óptimo) en el día 0



Figura 51:

Fresas recubiertas con el tratamiento 5 (tratamiento óptimo) en el día 5



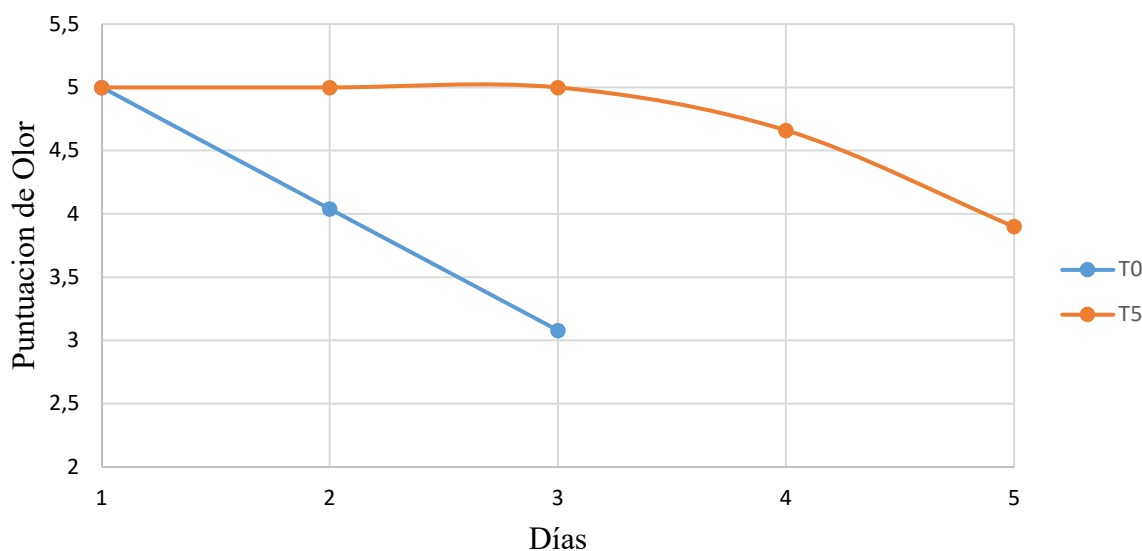
4.4. Determinación de la vida útil del recubrimiento comestible óptimo en fresas

Para la determinación de la vida útil de las fresas se evaluó por medio del criterio de aceptabilidad general de los panelistas, en la que, los valores iguales o inferiores de 3, indican que los panelistas no les agrada ni les desagrada, lo que significa que estas fresas habrían perdido sus parámetros sensoriales característicos, es decir, que vida útil habrá llegado a su fin.

En los siguientes cuadros se compara la aceptabilidad máxima de los panelistas entre las fresas con el recubrimiento óptimo y las fresas sin recubrimiento.

Figura 52:

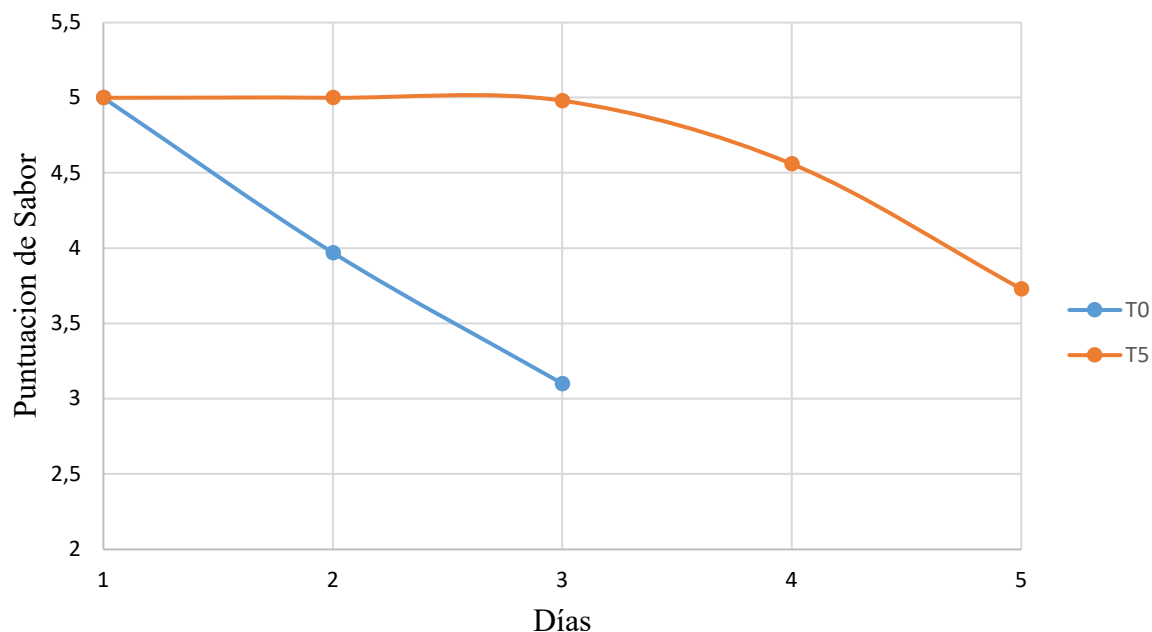
Análisis sensorial para el olor de las fresas con recubrimiento óptimo y sin recubrimiento



En la figura 50 se observa la tendencia decreciente de la aceptabilidad del olor de las fresas por parte de los panelistas en la que las fresas sin recubrimiento (T0) mantiene la aceptabilidad del olor hasta el día 3, a pesar que, en algunos casos, las fresas se pudrieron al segundo día, pero la mayoría conservó valores de 3.08 en su tercer día, por lo mismo, en el día 4, las fresas sin recubrimiento, ya no eran aptas para su consumo, mientras que el tratamiento óptimo, mantuvo de mejor manera la aceptabilidad del olor de las fresas recubiertas, con puntajes de 3.9 según los panelistas hasta el día 5, sin presentar cambios notorios hasta pasado los 3 primeros días almacenado a temperatura ambiente.

Figura 53

Análisis sensorial para el sabor de las fresas con recubrimiento óptimo y sin recubrimiento

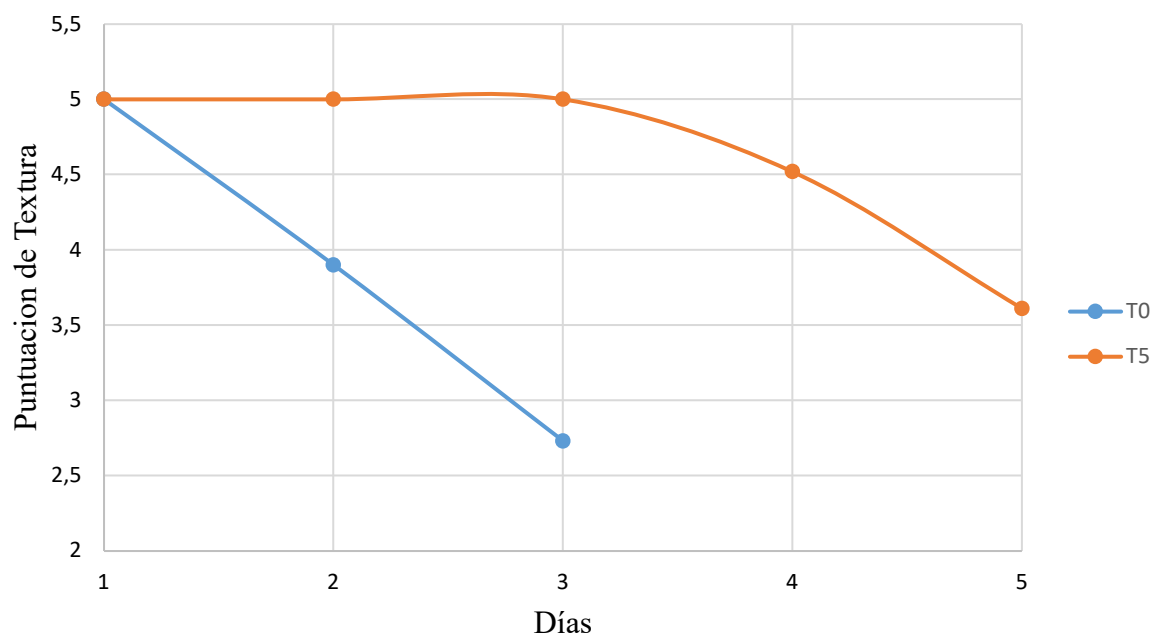


En la figura 51, se observa una tendencia a la baja en la aceptabilidad del sabor de las fresas por parte de los panelistas. Las fresas sin recubrimiento (T0) mantuvieron la aceptación del sabor de las fresas hasta el tercer día, a pesar de que algunas se deterioraron en el segundo día. Sin embargo, la mayoría alcanzó un valor promedio de 3.1 en el tercer día. Para el cuarto día, las fresas sin recubrimiento ya no eran aptas para el consumo. Por otro lado, el tratamiento óptimo conservó mejor la aceptabilidad del sabor de las fresas, con puntuaciones de 3.73 ± 0.512 por parte de los panelistas hasta el quinto día, sin presentar cambios significativos durante los primeros tres días de almacenamiento a temperatura ambiente.

A partir de cuarto día de almacenamiento de las fresas recubiertas con el recubrimiento óptimo mostraron una leve variación en los puntajes de aceptabilidad del sabor, en promedio obtuvieron 4.56 ± 0.414 por parte de los panelistas.

Figura 54

Análisis sensorial para la textura de las fresas con recubrimiento óptimo y sin recubrimiento

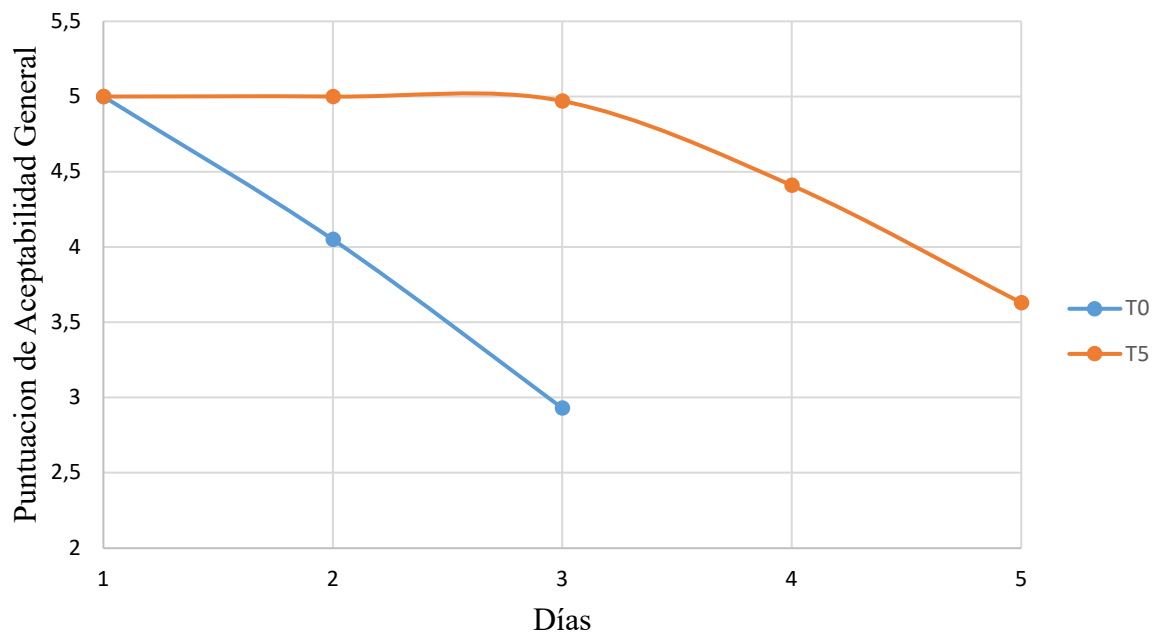


En la figura 52, se observa una tendencia decreciente en la aceptabilidad de la textura de las fresas por parte de los panelistas. Para el caso de las fresas sin recubrimiento (T0), mantuvieron su aceptación de textura hasta el tercer día, a pesar que algunas mostraron signos de deterioro desde el segundo día, en promedio, la mayoría obtuvo una puntuación inferior al mínimo aceptado que es 3 en el tercer día, ya que en la leyenda que se muestra en el ANEXO indica que no le agrada ni desagrada, por lo tanto, las fresas perdieron su textura característica. Para el cuarto día, las fresas sin recubrimiento ya no eran aptas para el consumo. En cambio, el tratamiento óptimo preservó mejor la aceptabilidad de la textura, alcanzando una puntuación promedio de 3.61 ± 0.418 hasta el quinto día, sin cambios significativos durante los tres primeros días de almacenamiento a temperatura ambiente.

A partir del cuarto día, las fresas recubiertas con la formulación óptima mostraron una ligera variación en los puntajes de aceptabilidad de la textura, alcanzando un promedio de 4.52 ± 0.316 según la evaluación de los panelistas.

Figura 55

Análisis sensorial para la aceptabilidad general de las fresas con recubrimiento óptimo y sin recubrimiento



En la figura 53, se observa una tendencia descendente en la aceptabilidad general de las fresas según los panelistas. Las fresas sin recubrimiento (T0) conservaron su aceptación en términos generales hasta el tercer día, aunque algunas comenzaron a mostrar signos de deterioro desde el segundo día. En promedio, la mayoría obtuvo una puntuación inferior a 3 en el tercer día, considerado como el mínimo aceptable según la leyenda en el ANEXO, lo que indica que ni les agradaba ni les desagradaba, evidenciando la pérdida de la aceptabilidad general característica de las fresas. Para el cuarto día, las fresas sin recubrimiento ya no eran aptas para el consumo.

Por otro lado, el tratamiento óptimo logró conservar mejor la aceptabilidad general de las fresas, con un promedio de 3.63 ± 0.483 hasta el quinto día, sin cambios significativos durante los primeros tres días de almacenamiento a temperatura ambiente. A partir del cuarto día, las fresas recubiertas con la formulación óptima presentaron una leve variación en los puntajes de aceptabilidad general, alcanzando un promedio de 4.41 ± 0.354 según la evaluación de los panelistas.

4.4.1. Análisis microbiológico de las fresas recubiertas con el tratamiento óptimo

Una vez que se determinó que el tiempo de vida útil de las fresas recubiertas con el tratamiento óptimo fue de 5 días, se realizó un análisis microbiológico a fin de determinar su estado de inocuidad para dicho día, como se observa en la tabla 61:

Tabla 59:

Conteo Microbiológico en fresas recubiertas en su quinto día de almacenamiento a temperatura ambiente

ENSAYOS	Cantidad
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	1×10^6
Recuento de mohos (UFC/g)	< 10
Recuento de Levaduras (UFC/g)	1.1×10^6

En los resultados obtenidos en la tabla 61 se aprecia que el conteo muestra bajos niveles de contaminación, donde los aerobios mesófilos se encuentran dentro de los límites establecidos por entidades como la FAO y el CODEX ALIMENTARIUS, aunque ninguna de estas entidades especifica un límite exclusivo para las fresas o frutas frescas, estas emplean 1×10^6 UFC/g como referencia para su conteo de aerobios mesófilos, mientras que los niveles de moho se encuentran dentro de los parámetros y de igual manera el conteo de levaduras en la formulación óptima del recubrimiento comestible a base de 7 % de almidón de lentejas, 5 % de glicerina y 13 % de aceite de palta en fresas, por lo que se obtuvo como resultado un producto inocuo y apto para el consumo humano.

V. CONCLUSIONES

Se corroboró la hipótesis planteada en la presente investigación, confirmando que un recubrimiento comestible a base de 7% de almidón de lentejas, 13% de aceite de palta y 5% de glicerina es capaz de conservar las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales en las fresas.

Se caracterizó los parámetros fisicoquímicos de las fresas como el ph, los °Brix (sólidos solubles), la acidez titulable (%), la pérdida de peso (%), y los parámetros nutricionales de las fresas como la vitamina C.

Se obtuvo almidón de lentejas mediante el método de sedimentación, con un balance de materia, en la que se determinó un rendimiento total de almidón del 26.12%, el proceso de sedimentación y secado tardó 3 días y 2 días respectivamente.

Se determinó que, la formulación óptima para la elaboración de un recubrimiento comestible, fue a base de 7% de almidón de lentejas, 13% de aceite de palta y 5% de glicerina, mediante una serie de análisis para medir la respuesta de sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales en las fresas, las cuales obtuvieron mejores resultados que los demás tratamientos y con las fresas control.

Se determinó que el tiempo máximo de vida útil de las fresas recubiertas con la formulación óptima es de 5 días a temperatura ambiente, se determinó mediante la escala de aceptabilidad proporcionado por los panelistas, en la que, si otorgaban una puntuación de 3 o inferior, ya no era aceptado, mientras que los tratamientos que llegaron a un estado inocuo obtuvieron puntajes inferiores a 3.5 en su quinto día, la formulación óptima obtuvo un puntaje total de aceptabilidad de 3.7175 ± 0.133 y se encuentra dentro de los parámetros de inocuidad en los análisis microbiológicos.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda el análisis inmediato de las fresas frescas para su caracterización, debido a que esta fruta es altamente perecedera y, por lo tanto, sus propiedades pueden variar si estas son evaluadas con horas de diferencia.

Para la obtención del almidón de lentejas, se recomienda que las muestras de lentejas, sean de preferencia frescas, debido a que, en general, el almidón de las leguminosas que son almacenados por un largo período de tiempo, se degradan y por lo tanto, el almidón resultante de su extracción no será de buena calidad y su rendimiento también será considerablemente inferior.

Se recomienda realizar los análisis en equipos previamente calibrados, debido a que estos valores interfieren de forma directa con los resultados obtenidos, además de desestimar confiabilidad al método empleado para el análisis.

Se propone continuar con la investigación mediante un análisis de sus componentes bioactivos como lo son los antioxidantes y los polifenoles totales, además del análisis experimental de la textura mediante un texturómetro,

A fin de complementar esta investigación, se recomienda realizar el recubrimiento aplicándolo sobre fresas que conserven sus hojas, y comparar los resultados, con los obtenidos en esta investigación, con las fresas mínimamente procesadas, es decir, sin sus hojas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta J. (2019) *Estimación y efecto sobre la vida útil de Fresa (Fragaria x ananassa) con el uso de biofilm producido por Komagataeibacter xylinus* [Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación] <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/29735>
- Alvarado et al. (2022) *Eficiencia de la harina Lens culinaris en el crecimiento de tilapia* [Revista AquaTechnica] <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8421380.pdf>
- Amaiquema et al. (2019) *Enfoques para la formulación de la hipótesis en la investigación científica.* [Artículo de Revisión] Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500354
- Amézquita M. (2018) *Niveles de “bocashi” y “microorganismos eficaces” en el rendimiento de fresa (fragaria x ananassa duch) cv. selva en condiciones de zonas áridas – irrigación majes* [tesis para optar por el título profesional] <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/46fcaafd-e33c-41db-a1ae-32a999ea1a75>
- AOAC (2005) *Association of Official Analytical Chemistry. 18th Ed. Gaithersburg, MD (Estados Unidos).* Obtenido de http://files.foodmate.com/2013/files_2968.html
- Araneda M. (2022) *Legumbres Composición y Propiedades* [Revista Edualimentaria] [Legumbres: Composición y Propiedades - Edualimentaria](#)
- Bedoya & Julca (2020) *“Caracterización de fincas productoras del cultivo de palto en la región Moquegua, Perú”* [Artículo de Revisión]

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292020000300059

Bermejo C. (2021) *Aplicación de diferentes metodologías en el mejoramiento de lenteja (lens culinaris medik)* [Artículo CONICET] <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/183059>

Chasiloa P. (2019) *Evaluación de recubrimiento comestible a base de aceites esenciales de canela (cinnamomum verum) y clavo de olor (syzygium aromaticum) en la conservación de frutos de mora de castilla (rubus glaucus bent)* [Proyecto de Investigación de Tesis] <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/29510>

Chicaiza & García (2017) “*Industrialización de leguminosas lenteja (lens culinaris) y garbanzo (cicer arietinum), “venoga”* [Proyecto de Investigación] <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5556>

Chordi S. (2013). *Contenido fenólico y capacidad antioxidante de fresa mínimamente procesada sometida a tratamientos de conservación por pulsos de luz de alta intensidad.* [Trabajo de Fin de Grado, Universitat de Lleida] <https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/47159/schordib.pdf?sequence=1#:~:text=La%20composici%C3%B3n%20qu%C3%ADmica%20de%20la%20C3%25%20de%20sacarosa.>

Condori & Magaña (2020) *Incremento de la vida útil de guayaba en postcosecha aplicando recubrimiento comestible a base de almidones de legumbres (phaseolus vulgaris i., lens culinaris), proteína de soya (glycine maz) y aceite esencial de muña (minthostachys setosa)* [Trabajo de Tesis] <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/7454b62a-f05b-43d2-b134-90a1cd5c6615>

- Condori J. (2019) *Desarrollo de una mezcla instantánea proteica a partir de maíz amarillo (Zea mays indurata St.), quinua roja (Chenopodium quinoa Willd), kiwicha (Amaranthus caudatus) y lenteja (Lens culinaris)* [Tesis de investigación] <https://1library.co/document/q05md93y-desarrollo-instantanea-proteica-amarillo-chenopodium-amaranthus-caudatus-culinaris.html>
- Cruzado F. & Tinoco V (2023) “*Efecto del recubrimiento comestible a base de mucilago de linaza (Linum usitatissimum), colágeno y cera de abeja en papaya (Carica papaya) minimamente procesada* “[Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial] <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4493>
- De Ancos et al. (2015) *USO DE PELÍCULAS/RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LOS PRODUCTOS DE IV Y V GAMA* [Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 16, núm. 1] <https://www.redalyc.org/pdf/813/81339864002.pdf>
- Escalante A. (2015) *Aplicación de un recubrimiento comestible de goma de tara (caesalpinia spinosa molina kuntze) sobre fresas (fragaria ananassa cv. aromas) para prolongar su conservación* [tesis para optar por el título profesional] <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1854>
- Fava P. (2020) Aguacate: estas son las propiedades nutricionales y beneficios para la salud. *El Español*. https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/20200527/aguacate-beneficios-nutricionales-propiedades-calorias-vitaminas-salud-antioxidantes-oro-verde-espana/493200899_0.html

Fernández et al. (2015) *Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas* [Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias]
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008

Fernández et al. (2017) *Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas* [Artículo de revisión]
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612017000200015

Flórez J. (2017) “*Obtención de aceite de aguacate con alto valor agregado para la industria de alimentos usando fluidos supercríticos*” Caldas-Antioquia [Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Innovación Alimentaria y Nutrición]
http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2239/1/Obtencion_aceite_aguacate_fluidos_supercriticos.pdf

García R. (2019) *Efecto de recubrimientos comestibles a base de proteína de soya y almidón de yuca en la conservación de saúco (sambucus peruviana h.b.k.)*. [Trabajo para optar por el título profesional]
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3670>

Giraldo et al. (2022) *Función de las vitaminas D, E y K en condiciones especiales: salud y enfermedad* [Artículo de Revisión]
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082022000100103

- Guanga et al. (2021) *Obtención del almidón de lenteja (lens culinaris) International congress application, transport and fluid storage in industrial process, hydrocarbons and environment* (pp.166-173) Chapter: 14 [Dialnet-ElaboracionY EvaluacionDeUnRecubrimientoComestibleP-5104084.pdf](#)
- Gutiérrez et al. (2017) *Análisis fisicoquímico de las hojas de eucalipto camaldulensis y su hidrolizado, como sustrato en la producción de xilitol* [Artículo de Revisión] http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672017000200076
- Hanco M. (2017) “*Elaboración de un recubrimiento comestible y su comparación con recubrimiento comercial aplicado en naranja (Citrus sinensis) valencia*” Puno – Perú. <http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/4215>
- Hidalgo et. al (2018) “Una mirada actualizada de los beneficios fisiológicos derivados del consumo de legumbres” [Artículo de Revisión] http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000200032
- InfoAgro (2021) *Cultivo de fresas en México* [Revista] <https://mexico.infoagro.com/wp-content/uploads/2022/04/fresa.pdf>
- Jima, I. (2015). *Aplicación de recubrimientos comestibles (Gelatina, Glicerol, Tween, Ácido cítrico y Glucosa) y su efecto en el tiempo de vida útil de fresa (Fragaria ananassa) variedad albion*. [Tesis Grado, Universidad Técnica de Ambato – Ecuador] <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/15872>
- Lemus et al. (2017) “*Características químicas de la pasta de aguacate hass fruto completo (persea americana mill.) mexicano de nayarit destinado a la alimentación animal*” [Artículo de Revisión]

[https://www.researchgate.net/publication/323005289_CHARACTERISTICAS
QUIMICAS DE LA PASTA DE AGUACATE HASS FRUTO COMPLE
TO Persea americana Mill MEXICANO DE NAYARIT DESTINADO A
LA ALIMENTACION ANIMAL CHEMICAL CHARACTERISTICS OF
THE PASTE MADE OF THE WHOL](https://www.researchgate.net/publication/323005289_CHARACTERISTICAS_QUIMICAS_DE_LA_PASTA_DE_AGUACATE_HASS_FRUTO_COMPLETO_Persea_americana_Mill_MEXICANO_DE_NAYARIT_DESTINADO_A_LA_ALIMENTACION_ANIMAL_CHEMICAL_CHARACTERISTICS_OF_THE_PASTE_MADE_OF_THE_WHOL)

Márquez et al. (2007) *COMPARACIÓN DE GLICEROL Y SORBITOL COMO PLASTIFICANTES EN PELÍCULAS COMESTIBLES UTILIZANDO AISLADO DE PROTEINAS DE SUERO LÁCTEO (WPI)* [Universidad Católica del Uruguay Dámaso Antonio Larrañaga Facultad de Ingeniería y Tecnologías] <https://www.redalyc.org/pdf/6061/606166691010.pdf>

Moloch L. & Orbegoso L. (2017) *Evaluación del efecto de un recubrimiento a base de sábila (aloe vera) y aceite esencial de canela (cinnamomum verum) en el tiempo de vida útil del tomate (lycopersicum esculentum mill) roma.* [Tesis para optar por el título] <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/3943>

Mora et al. (2021) *Recubrimientos comestibles para extender la vida de anaquel de productos hortofrutícolas* [División de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, México]. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/644/855/#:~:text=Los%20recubrimientos%20comestibles%20son%20una,calidad%20fisicoqu%C3%ADmica%20organol%C3%A9ptica%20y%20microbiol%C3%B3gica.>

Muley. et al (2022). “*Análisis de los cambios físicos y bioquímicos en las fresas durante el almacenamiento a diferentes temperaturas y desarrollo de modelos*

cinéticos”. Food Measure 16, 222–247. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01146-8>

Nambo et. al (2023) “Propiedades nutricionales y funcionales de lenteja (*Lens culinaris*), haba (*Faba vicia L.*) y garbanzo (*Cicer arietinum*) como alternativa en la alimentación animal” [Artículo de Revisión] https://www.researchgate.net/publication/372362513_Propiedades_nutrimientales_y_funcionales_de_lenteja_Lens_culinaris_haba_Faba_vicia_L_y_garbanzo_o_Cicer_arietinum_como_alternativa_en_la_alimentacion_animal

Oñate L. (2018) *Desarrollo de un recubrimiento comestible para fresa (*Fragaria x ananassa Duchesne*) en base a almidón de papa china (*Colocasia esculenta Schott*) de la variedad blanca.* [Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación] <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28391>

Orozco E. (2017) “Elaboración y caracterización de películas de mucilago de nopal-pectina: efecto de la concentración del mucilago de nopal en las propiedades fisicoquímicas y mecánicas” [Tesis para optar por el título de QUÍMICO EN ALIMENTOS] <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/67766>

Pérez P. (2021) *¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial?* Obtenido de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004

Pérez et al. (2015) *El aguacatero (*Persea americana Mill*)* [Artículo de revisión] [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000200016#:~:text=El%20aguacatero%20\(Persea%20americana%20Mill\)%20es%20una%20especie%20originaria%20de,alrededor%20de%2020200%20especies.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000200016#:~:text=El%20aguacatero%20(Persea%20americana%20Mill)%20es%20una%20especie%20originaria%20de,alrededor%20de%2020200%20especies.)

Pillco et al. (2021) *COMPOSICIÓN FÍSICO QUÍMICA Y ANÁLISIS PROXIMAL DEL FRUTO DE SOFAIQUE Geoffroea decorticans (Hook. et Arn.) PROCEDENTE DE LA REGIÓN ICA-PERÚ* [Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina]
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2021000100014

Ramos C. (2021) *DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL* [Artículo de Revisión] <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7890336.pdf>

Ramos et al. (2018) “*Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas*” [Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 19, núm. 1]
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81355612003>

Rodríguez et al. (2018) *Análisis de Perfil de Textura de Ahuyama (Cucurbita maxima) sometida a Freído Atmosférico por Inmersión* [Facultad de Ingeniería, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia]
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642018000400055&lng=en&nrm=iso&tlng=en

Rosero et al. (2020) *RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES CON MATERIALES MICRO/NANOESTRUCTURADOS PARA LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y VERDURAS: UNA REVISIÓN* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8382702.pdf>

Solano et al. (2018) *Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados* [TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 21(Supl. 2): 30-42,

2018] http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2018000421203

Suárez et al. (2015) *DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO CON EFECTO ANTIFÚNGICO Y ANTIBACTERIAL A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO PARA CONSERVACIÓN DE PAPAYA 'MARADOL'* [Universidad Nacional Autónoma de México] <https://www.redalyc.org/pdf/813/81339864008.pdf>

Tigero S. (2018) *Caracterización bromatológica de la semilla de aguacate (Persea americana) y extracción e identificación de la fracción con mayor actividad antimicrobiana y antioxidante* [Trabajo de Investigación, Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Químicas carrera de química de alimentos]. 91 <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16913/1/T-UCE-0008-CQU-055.pdf>

Tirado et al. (2023) *Propiedades composicionales, estructurales y fisicoquímicas de las semillas de aguacate y sus potenciales usos agroindustriales* [Artículo de Investigación] http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062023000100007

Torrenegra et al. (2021) *EVALUATION OF AN EDIBLE STARCH-BASED BIOFILM APPLIED TO MINIMALLY PROCESSED AVOCADO (PERSEA AMERICANA)*. Rev Chil Nutr 2021; 48(2): 187-194 [Evaluación de un biorecubrimiento comestible a base de almidón modificado.pdf](#)

Vázquez S. (2018) *Determinación del pH como criterio de calidad en la elaboración de fórmulas magistrales orales líquidas* [Artículo de Revisión]

https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1130-63432018000600003&script=sci_arttext&tlng=es

Vivero et al. (2019) Palta: compuestos bioactivos y sus potenciales beneficios en salud

[Artículo de Revisión]

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182019000400491

VIII. ANEXOS

ANEXO: Obtención del almidón de lentejas lens culinaris



ANEXO 1. Recepción de las lentejas lens culinaris



ANEXO 2 Molido de las lentejas lens culinaris



ANEXO 3. Remojado de las lentejas lens culinaris



ANEXO 4. Filtrado de las lentejas lens culinaris



ANEXO 5. Segundo lavado de las lentejas lens culinaris



ANEXO 8. Segundo filtrado de las lentejas lens culinaris



ANEXO 6. Segundo lavado de las lentejas lens culinaris



ANEXO 7. Secado del almidón de las lentejas lens culinaris

Anexo Elaboración del recubrimiento comestible



ANEXO 9. Pesado del almidón de las lentejas lens culinarias



ANEXO 11. Pesado del agua



ANEXO 10. Pesado del aceite de palta



ANEXO 12. Pesado de la glicerina



ANEXO 14. Mezcla de las variables independientes



ANEXO 13 Obtención del recubrimiento comestible

Anexo: Aplicación del recubrimiento en las fresas de la variedad fragaria

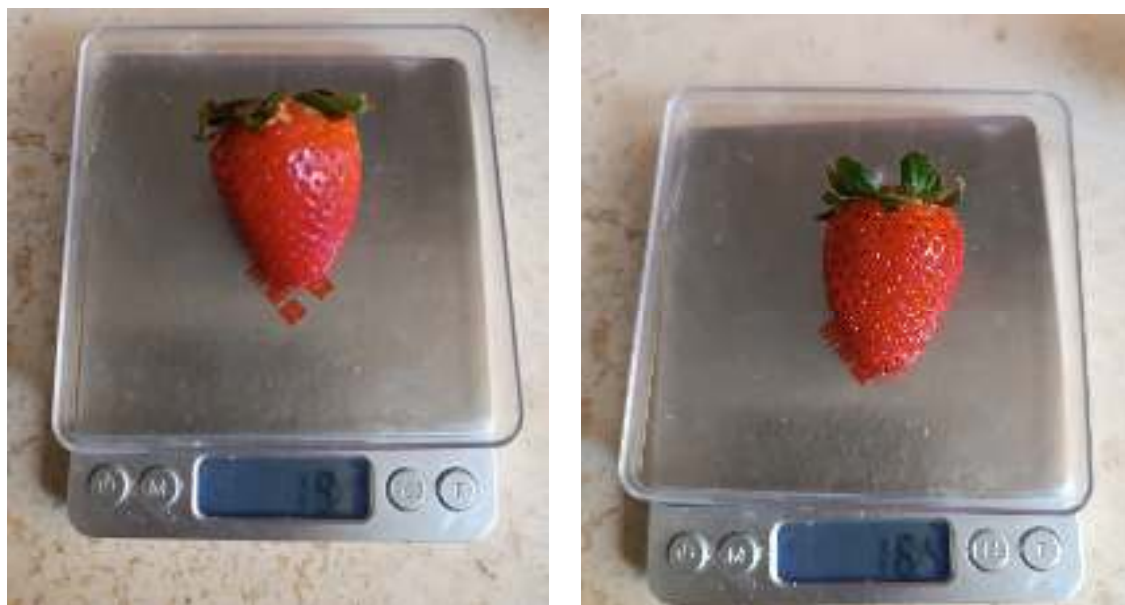


ANEXO 16. Aplicación del recubrimiento



ANEXO 15. Secado de las fresas recubiertas

Anexo: Análisis de los parámetros fisicoquímicos de las fresas



ANEXO 17 Pesado de fresas

Determinación de la pérdida de peso (%)

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = 1 - \left(\frac{P_i}{P_f}\right)$$

ANEXO 18 Ecuación para determinación de la pérdida de peso

Donde:

P_i: Es peso inicial

P_f: Es peso final

Análisis de la pérdida de peso (%)

Días	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	9.37%	7.56%	7.07%	6.63%	8.73%	7.98%	7.64%	11.48%	7.56%	6.63%	7.98%
2	21.15%	17.05%	15.59%	14.08%	17.85%	16.21%	19.65%	18.74%	17.05%	14.08%	16.21%
3	29.85%	27.52%	24.74%	22.98%	26.68%	25.06%	28.51%	26.00%	27.52%	22.98%	25.06%
4	38.15%	35.27%	31.19%	31.55%	36.37%	32.42%	36.97%	33.96%	35.27%	31.55%	32.42%
5	48.59%	42.82%	39.29%	38.83%	46.74%	37.03%	47.57%	43.56%	44.19%	38.60%	37.46%

ANEXO 19 Tabla de la pérdida de peso (%) de las fresas con y sin recubrimiento luego de ser recubiertas en el día 0, y analizadas desde el día 1 hasta el día 5

Tratamientos	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
T0	5	29.4244	0.690651	28.0285	30.8202
T1	5	26.124	0.690651	24.7282	27.5199
T10	5	23.7406	0.690651	22.3448	25.1365
T2	5	23.5759	0.690651	22.18	24.9717
T3	5	22.8155	0.690651	21.4197	24.2114
T4	5	27.2745	0.690651	25.8786	28.6703
T5	5	23.7406	0.690651	22.3448	25.1365
T6	5	28.0764	0.690651	26.6805	29.4723
T7	5	26.7447	0.690651	25.3489	28.1406
T8	5	26.124	0.690651	24.7282	27.5199
T9	5	22.8155	0.690651	21.4197	24.2114
Días					
1	11	8.05753	0.465637	7.11644	8.99862
2	11	17.0598	0.465637	16.1187	18.0009
3	11	26.0817	0.465637	25.1406	27.0228
4	11	34.1024	0.465637	33.1613	35.0435
5	11	42.1787	0.465637	41.2376	43.1198

ANEXO 20 Tabla de MMC para la pérdida de peso (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%

Días	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	11	8.21455	0.455341	X
2	11	17.1964	0.455341	X
3	11	26.2036	0.455341	X
4	11	34.2091	0.455341	X
5	11	42.2664	0.455341	X

ANEXO 21 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la pérdida de peso (%) en fresas con y sin recubrimiento por Días

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T3	5	22.8155	0.690651	X
T9	5	22.8155	0.690651	X
T2	5	23.5759	0.690651	XX
T10	5	23.7406	0.690651	XX
T5	5	23.7406	0.690651	XX
T8	5	26.124	0.690651	XXX
T1	5	26.124	0.690651	XXX
T7	5	26.7447	0.690651	XX
T4	5	27.2745	0.690651	X
T6	5	28.0764	0.690651	X
T0	5	29.4244	0.690651	X

ANEXO 22 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la pérdida de peso (%) en fresas con y sin recubrimiento por Tratamientos

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T10	3	37.0467	X
T5	3	37.0467	X
T3	3	38.51	XX
T9	3	38.8033	XX
T2	3	39.1933	X
T1	3	43.2167	X
T8	3	43.2167	X
T7	3	43.5567	X
T6	3	46.5367	X
T4	3	46.65	X

ANEXO 23 Pruebas de Múltiple Rangos para la pérdida de peso (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos

Determinación de los niveles de pH



ANEXO 24 Análisis de los niveles de pH en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos en el potenciómetro

Análisis de los niveles de pH

Días	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	3.65	3.44	3.37	3.39	3.49	3.35	3.5	3.46	3.43	3.38	3.36
2	4.2	3.48	3.4	3.43	3.66	3.41	3.61	3.55	3.5	3.44	3.42
3	4.81	3.52	3.53	3.46	3.75	3.47	3.73	3.68	3.55	3.48	3.48
4	5.94	3.73	3.62	3.54	3.97	3.58	3.91	3.87	3.76	3.56	3.59
5	6.76	3.95	3.68	3.66	4.18	3.64	4.12	4.02	3.94	3.67	3.65

ANEXO 25 Tabla de los niveles de pH de las fresas con y sin recubrimiento luego de ser recubiertas en el día 0, y analizadas desde el día 1 hasta el día 5

Tratamientos	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
T0	5	5.072	0.149832	4.76918	5.37482
T1	5	3.624	0.149832	3.32118	3.92682
T10	5	3.496	0.149832	3.19318	3.79882
T2	5	3.52	0.149832	3.21718	3.82282
T3	5	3.502	0.149832	3.19918	3.80482
T4	5	3.81	0.149832	3.50718	4.11282
T5	5	3.496	0.149832	3.19318	3.79882
T6	5	3.776	0.149832	3.47318	4.07882
T7	5	3.716	0.149832	3.41318	4.01882
T8	5	3.624	0.149832	3.32118	3.92682
T9	5	3.502	0.149832	3.19918	3.80482
Días					
1	11	3.43909	0.101017	3.23493	3.64325
2	11	3.55091	0.101017	3.34675	3.75507
3	11	3.67273	0.101017	3.46856	3.87689
4	11	3.91	0.101017	3.70584	4.11416
5	11	4.12636	0.101017	3.9222	4.33053

ANEXO 26 Tabla de MMC para los niveles de ph en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Días</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	11	3.43909	0.100925	X
2	11	3.55091	0.100925	XX
3	11	3.66364	0.100925	XX
4	11	3.91	0.100925	XX
5	11	4.12636	0.100925	X

ANEXO 27 Gráfica de medias y 95.0% de Tukey HSD Ph en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días (Días)

Tratamientos	Casos	Media	LS	Sigma	LS	Grupos	Homogéneos
T10	5	3.496	0.149832	X			
T5	5	3.496	0.149832	X			
T9	5	3.502	0.149832	X			
T3	5	3.502	0.149832	X			
T2	5	3.52	0.149832	X			
T8	5	3.624	0.149832	X			
T1	5	3.624	0.149832	X			
T7	5	3.716	0.149832	X			
T6	5	3.776	0.149832	X			
T4	5	3.81	0.149832	X			
T0	5	5.072	0.149832	X			

ANEXO 28 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para los niveles de Ph en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días por Tratamientos

Tratamientos	Casos	Media	Grupos	Homogéneos
T5	3	3.64333	X	
T10	3	3.65333	X	
T3	3	3.66	X	
T9	3	3.66667	X	
T2	3	3.68	X	
T8	3	3.94333	X	
T1	3	3.95	X	
T7	3	4.02	X	
T6	3	4.12	X	
T4	3	4.17667	X	

ANEXO 29 Pruebas de Múltiple Rangos para la pérdida de peso (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos

Determinación de los °Brix



ANEXO 30 Análisis de los niveles de pH en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos en el potenciómetro

Días	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	5.3	6	5.8	6.3	6.8	5.5	7.4	6.6	6	6.3	5.5
2	7	7.7	8.6	7.4	7.9	6.8	8.7	8.5	7.7	7.4	6.8
3	8.2	9.3	11	9.1	8.7	8.7	9.9	9.4	9.3	9.1	8.7
4	10.2	10.7	10.6	11.5	10.2	10.8	11.1	11.2	10.7	11.5	10.8
5	12.4	12.3	11.6	11.5	13.3	11.1	12.5	12.6	12	11.7	11.2

ANEXO 31 Tabla de los °Brix de las fresas con y sin recubrimiento luego de ser recubiertas en el día 0, y analizadas desde el día 1 hasta el día 5

Tratamientos	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
T0	5	8.62	0.261579	8.09133	9.14867
T1	5	8.98	0.261579	8.45133	9.50867
T10	5	8.7	0.261579	8.17133	9.22867
T2	5	9.8	0.261579	9.27133	10.3287
T3	5	9.42	0.261579	8.89133	9.94867
T4	5	9.12	0.261579	8.59133	9.64867
T5	5	8.7	0.261579	8.17133	9.22867
T6	5	9.68	0.261579	9.15133	10.2087
T7	5	9.32	0.261579	8.79133	9.84867
T8	5	8.98	0.261579	8.45133	9.50867
T9	5	9.42	0.261579	8.89133	9.94867
Días					
1	11	6.13636	0.176357	5.77993	6.49279
2	11	7.68182	0.176357	7.32539	8.03825
3	11	9.21818	0.176357	8.86175	9.57461
4	11	10.8455	0.176357	10.489	11.2019
5	11	11.9091	0.176357	11.5527	12.2655

ANEXO 32 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para los niveles de °Brix en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%

Días	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	11	6.13636	0.176357	X
2	11	7.68182	0.176357	X
3	11	9.21818	0.176357	X
4	11	10.8455	0.176357	X
5	11	11.9091	0.176357	X

ANEXO 33 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para Brix en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días por Días

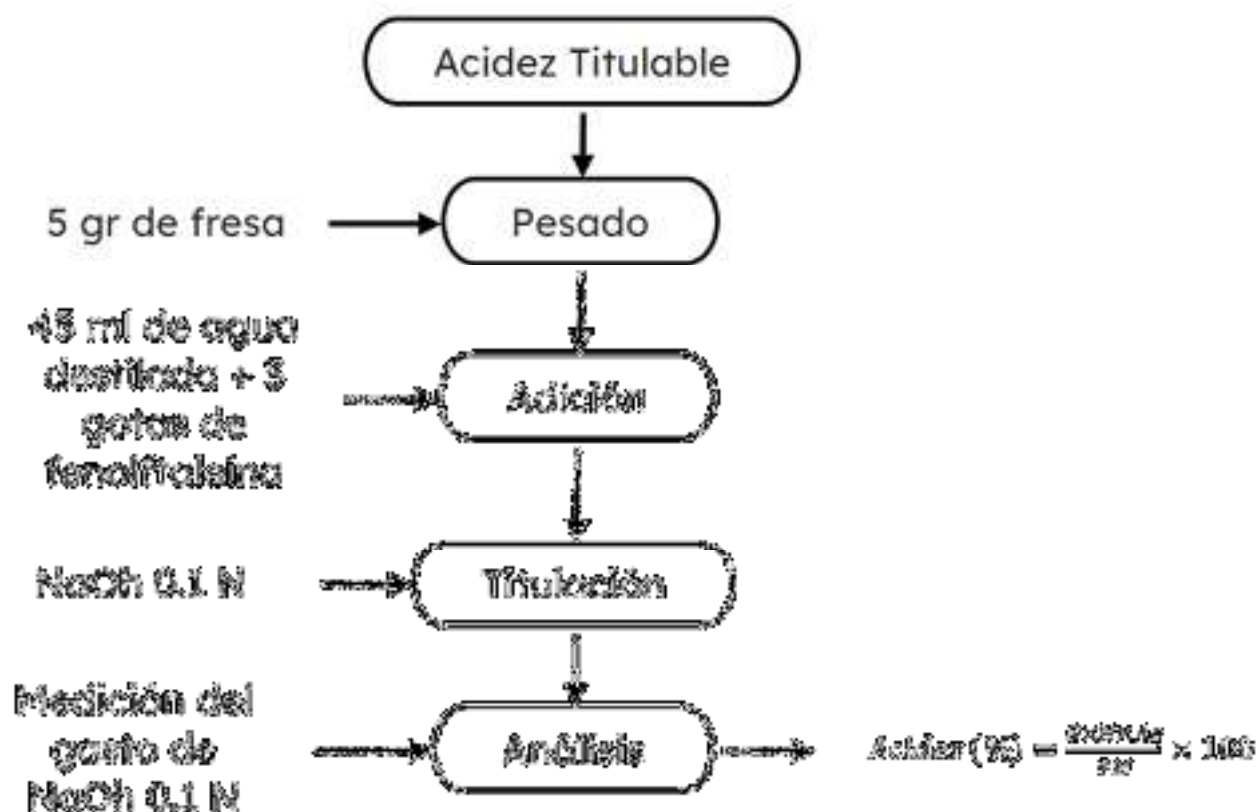
Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T0	5	8.62	0.261579	X
T5	5	8.7	0.261579	X
T10	5	8.7	0.261579	X
T8	5	8.98	0.261579	X
T1	5	8.98	0.261579	X
T4	5	9.12	0.261579	X
T7	5	9.32	0.261579	X
T3	5	9.42	0.261579	X
T9	5	9.42	0.261579	X
T6	5	9.68	0.261579	X
T2	5	9.8	0.261579	X

ANEXO 34 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para los niveles de °Brix en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días por Tratamientos

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T5	3	11.1667	X
T10	3	11.2667	X
T3	3	11.5	XX
T9	3	11.6	XX
T2	3	11.6333	XX
T8	3	12.0333	XX
T1	3	12.3	XXX
T6	3	12.5667	XX
T7	3	12.6	XX
T4	3	13.3	X

ANEXO 35 Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix en fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días. por Tratamientos

ANEXO: Preparación de la muestra para analizar la acidez (%)



ANEXO 36: Flujograma para la acidez titulable en fresas

DONDE:

G: Es el gasto de NaOH

N: Es la normalidad del NaOH

Aq: Es la acidez equivalente de la fresa

PM: Es el peso de la muestra.



ANEXO 38 Pesado de la muestra



ANEXO 39. Adición de agua destilada



ANEXO 37. Adición de fenolftaleína



ANEXO 41. Adición de NaOH



ANEXO 40. Titulación de acidez

GASTO	CONTROL	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
D1	7.30	7.50	7.40	7.45	7.10	7.20	7.32	7.20	7.52	7.46	7.26
D2	6.50	7.40	7.10	6.95	6.70	7.09	6.77	6.84	7.35	6.88	7.17
D3	4.70	7.10	6.80	6.84	6.10	6.99	6.18	6.45	7.13	6.84	6.99
D4	3.52	6.50	6.70	6.79	5.50	6.91	5.61	5.97	6.48	6.81	6.90
D5	2.75	5.72	6.50	6.75	4.91	6.82	5.03	5.30	5.74	6.74	6.84

ANEXO 42 Tabla del gasto de N 0.1 de hidróxido de sodio

Días	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	0.934%	0.960%	0.947%	0.954%	0.909%	0.922%	0.937%	0.922%	0.962%	0.955%	0.929%
2	0.832%	0.947%	0.909%	0.890%	0.858%	0.908%	0.867%	0.876%	0.941%	0.881%	0.918%
3	0.602%	0.909%	0.870%	0.876%	0.781%	0.895%	0.791%	0.826%	0.913%	0.866%	0.894%
4	0.451%	0.832%	0.858%	0.869%	0.704%	0.884%	0.718%	0.764%	0.829%	0.872%	0.883%
5	0.352%	0.734%	0.832%	0.864%	0.627%	0.874%	0.645%	0.680%	0.734%	0.863%	0.876%

ANEXO 43 Tabla de la acidez (%) de las fresas con y sin recubrimiento luego de ser recubiertas en el día 0, y analizadas desde el día 1 hasta el día 5

Tratamientos	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
T0	5	0.634112	0.0306278	0.572211	0.696013
T1	5	0.876032	0.0306278	0.814131	0.937933
T10	5	0.896256	0.0306278	0.834355	0.958157
T2	5	0.8832	0.0306278	0.821299	0.945101
T3	5	0.890368	0.0306278	0.828467	0.952269
T4	5	0.775936	0.0306278	0.714035	0.837837
T5	5	0.896256	0.0306278	0.834355	0.958157
T6	5	0.791296	0.0306278	0.729395	0.853197
T7	5	0.813056	0.0306278	0.751155	0.874957
T8	5	0.876032	0.0306278	0.814131	0.937933
T9	5	0.890368	0.0306278	0.828467	0.952269
Días					
1	11	0.938124	0.0206493	0.89639	0.979857
2	11	0.893556	0.0206493	0.851823	0.93529
3	11	0.838865	0.0206493	0.797132	0.880599
4	11	0.787782	0.0206493	0.746048	0.829516
5	11	0.733905	0.0206493	0.692172	0.775639

ANEXO 44 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para la Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%

Días	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
5	11	0.733905	0.0206493	X
4	11	0.787782	0.0206493	XX
3	11	0.838865	0.0206493	XX
2	11	0.893556	0.0206493	XX
1	11	0.938124	0.0206493	X

ANEXO 45 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días por Días

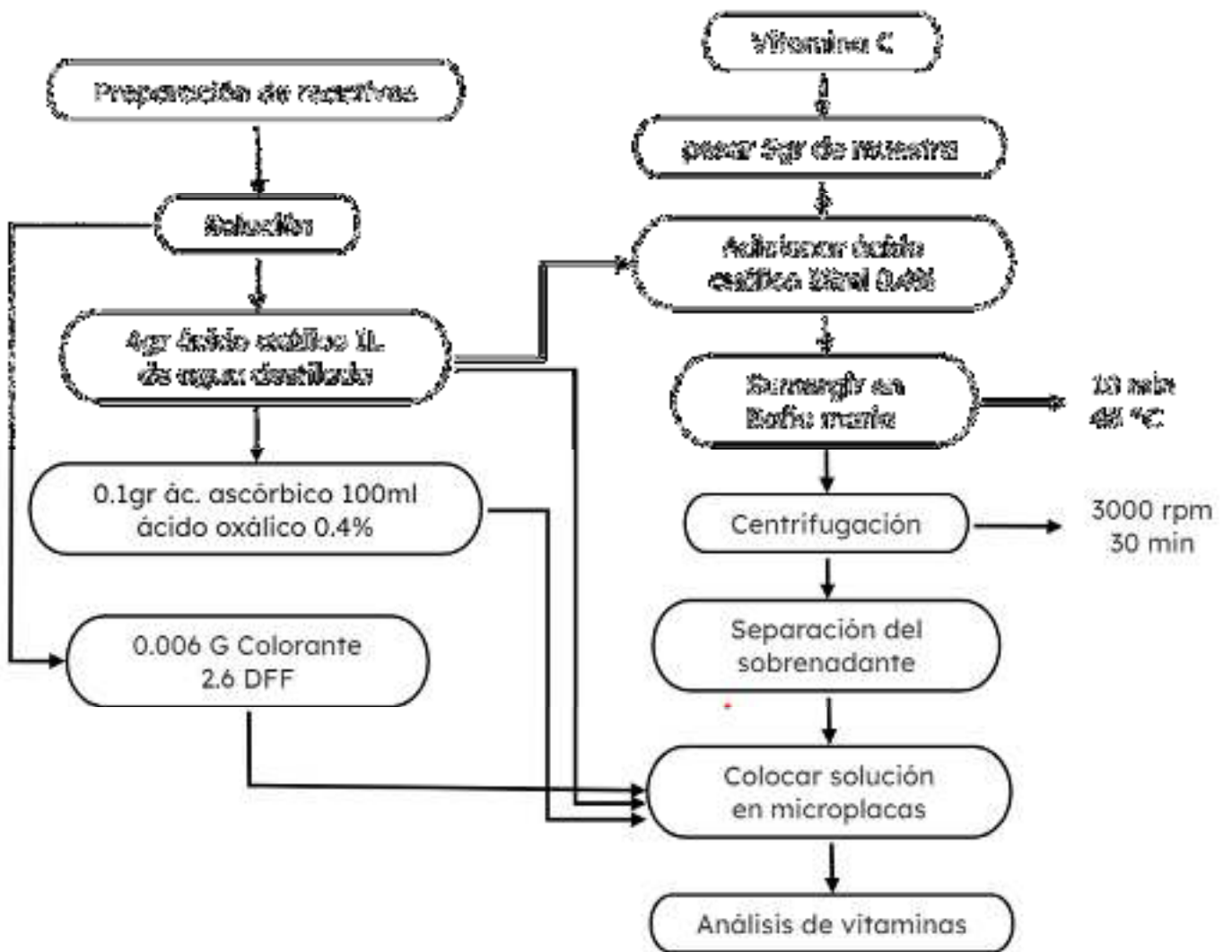
Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T0	5	0.634112	0.0306278	X
T4	5	0.775936	0.0306278	XX
T6	5	0.791296	0.0306278	X
T7	5	0.813056	0.0306278	X
T1	5	0.876032	0.0306278	X
T8	5	0.876032	0.0306278	X
T2	5	0.8832	0.0306278	X
T9	5	0.890368	0.0306278	X
T3	5	0.890368	0.0306278	X
T5	5	0.896256	0.0306278	X
T10	5	0.896256	0.0306278	X

ANEXO 46 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para el porcentaje de Acidez (%) en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días por (Tratamientos)

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	0.627	X
T6	3	0.644933	X
T7	3	0.679567	X
T8	3	0.734233	X
T1	3	0.734233	X
T2	3	0.832033	X
T9	3	0.862933	X
T3	3	0.864	X
T5	3	0.874267	X
T10	3	0.875867	X

ANEXO 47 Pruebas de Múltiple Rangos para la Acidez (%) en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos

Anexo: Análisis de los parámetros nutricionales de las fresas



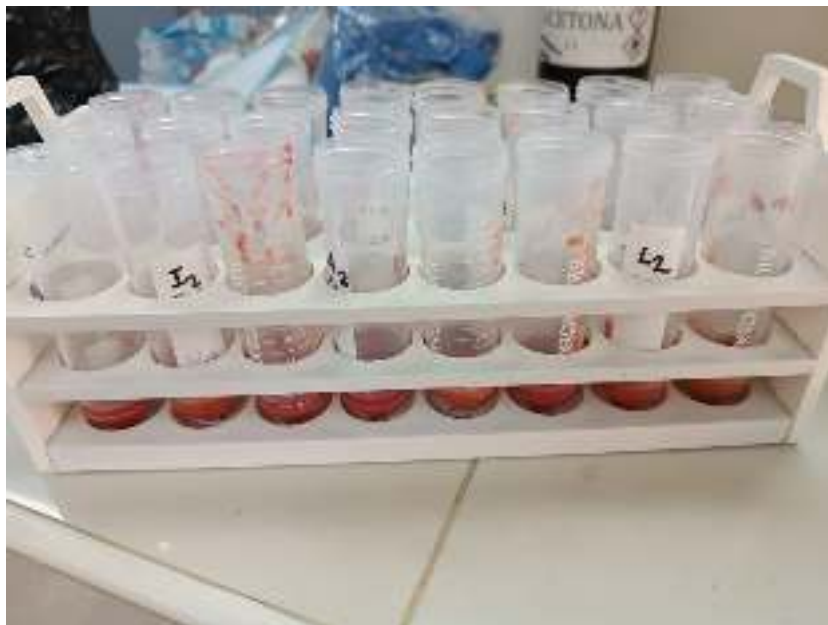
ANEXO 48. Flujograma para la acidez titulable en fresas



ANEXO 50. Pesado de la muestra



ANEXO 49. Adición del ácido oxálico



ANEXO 51. Rotulado de las muestras



ANEXO 55. Baño María de las muestras



ANEXO 54. Centrifugación de las muestras



ANEXO 52. Dilución en ácido oxálico



ANEXO 53. Segunda adición de ácido oxálico



ANEXO 57. Adición de muestras en las micro placas



ANEXO 56. Análisis de Vitamina C

Días	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	40.9461	42.9333	41.4511	41.5333	41.4400	41.7200	40.4133	42.1867	42.9333	41.5333	41.7200
2	38.7913	42.2800	40.1719	40.7867	40.6000	41.7200	39.9467	41.1600	42.2800	40.7867	41.7200
3	35.9431	39.1733	39.4385	40.3100	36.6800	41.1600	38.7333	39.7137	39.1733	40.3100	41.1600
4	33.4916	37.5200	38.7162	39.9929	34.1780	40.9733	35.6133	38.7333	37.5200	39.9929	40.9733
5	29.4862	35.2227	37.2966	37.5369	31.8267	39.8458	33.6273	36.9256	35.0227	37.1369	38.9158

ANEXO 58 Tabla de la vitamina C de las fresas con y sin recubrimiento luego de ser recubiertas en el día 0, y analizadas desde el día 1 hasta el día 5

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
T0	5	35.7317	0.60734	34.5042	36.9591
T1	5	39.4259	0.60734	38.1984	40.6533
T10	5	41.0838	0.60734	39.8564	42.3113
T2	5	39.4148	0.60734	38.1874	40.6423
T3	5	40.032	0.60734	38.8045	41.2595
T4	5	36.9449	0.60734	35.7174	38.1724
T5	5	41.0838	0.60734	39.8564	42.3113
T6	5	37.6668	0.60734	36.4393	38.8943
T7	5	39.7439	0.60734	38.5164	40.9713
T8	5	39.4259	0.60734	38.1984	40.6533
T9	5	40.032	0.60734	38.8045	41.2595
Días					
1	11	41.71	0.409469	40.8825	42.5376
2	11	40.9312	0.409469	40.1036	41.7588
3	11	39.2541	0.409469	38.4266	40.0817
4	11	37.9732	0.409469	37.1456	38.8007
5	11	35.8521	0.409469	35.0245	36.6797

ANEXO 59 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para la vitamina C en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%

Días	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
5	11	35.8521	0.409469	X
4	11	37.9732	0.409469	X
3	11	39.2541	0.409469	X
2	11	40.9312	0.409469	X
1	11	41.71	0.409469	X

ANEXO 60 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la vitamina C en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días por Días

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T0	5	35.7317	0.60734	X
T4	5	36.9449	0.60734	XX
T6	5	37.6668	0.60734	XXX
T2	5	39.4148	0.60734	XXX
T1	5	39.4259	0.60734	XXX
T8	5	39.4259	0.60734	XXX
T7	5	39.7439	0.60734	XXX
T9	5	40.032	0.60734	XX
T3	5	40.032	0.60734	XX
T5	5	41.0838	0.60734	X
T10	5	41.0838	0.60734	X

ANEXO 61 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la vitamina C en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días por (Tratamientos)

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T4	3	31.8266	X
T6	3	33.6273	XX
T1	3	35.2226	XX
T8	3	35.2226	XX
T7	3	36.9256	XX
T2	3	37.2966	X
T9	3	37.5369	X
T3	3	37.5369	X
T5	3	39.8459	X
T10	3	39.8459	X

ANEXO 62 Pruebas de Múltiple Rangos para la vitamina C en las fresas recubiertas en el día 0, pasado los 5 días por Tratamientos

Anexo: Análisis de los parámetros sensoriales de las fresas



ANEXO 63: Entrega de las fichas de evaluación sensorial a los panelistas



ANEXO 64: Evaluación sensorial de los panelistas

ANEXO 65: Ficha de análisis sensorial del tratamiento T2, T3 Y T5

NOMBRE: _____ FECHA: _____

A continuación, se le presentaran muestras de fresas recubiertas con un recubrimiento comestible a base de almidón de lentejas, aceite de palta y glicerina, estas fresas llevan 5 días almacenadas a temperatura ambiente, por favor asígnele la puntuación que considere a las diferentes categorías para el siguiente análisis sensorial.

OLOR								
T2			T3			T5		
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	3	5	1	3	5	1	3	5
SABOR								
T2			T3			T5		
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	3	5	1	3	5	1	3	5
TEXTURA								
T2			T3			T5		
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	3	5	1	3	5	1	3	5
ACEPTABILIDAD GENERAL								
T2			T3			T5		
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	3	5	1	3	5	1	3	5

NOTA:

1: Me desagrada

3: No me agrada ni me desagrada

5: Me agrada mucho

Comentario: _____

¡SE AGRADECE SU PARTICIPACION!

ANEXO 66: Ficha de análisis sensorial del tratamiento óptimo y el control

NOMBRE: _____ FECHA: _____

A continuación, se le presentaran muestras de fresas recubiertas con un recubrimiento ÓTIMO comestible a base de almidón de lentejas, aceite de palta y glicerina, estas fresas llevan 5 días almacenadas a temperatura ambiente, por favor asígnele la puntuación que considere a las diferentes categorías para el siguiente análisis sensorial.

OLOR

|-----|
1 3 5

SABOR

|-----|
1 3 5

TEXTURA

|-----|
1 3 5

ACEPTABILIDAD GENERAL

|-----|
1 3 5

NOTA:

1: Me desagrada

3: No me agrada ni me desagrada

5: Me agrada mucho

Comentario: _____

¡SE AGRADECE SU PARTICIPACION!

Puntaje de los panelistas para el olor característico de las fresas recubiertas

TRATAMIENTOS	DÍAS	D1	D2	D3	D4	D5
T2	1	5	5	4.9	4.2	2.8
	2	5	5	5	5	4.4
	3	5	5	5	4.6	4.2
	4	5	5	5	4.5	4.1
	5	5	5	4.9	4.3	3.2
	6	5	5	4.7	4.1	3.4
	7	5	5	5	4.3	3.6
	8	5	5	4.7	4.1	2.9
	9	5	5	4.9	4.2	3.4
	10	5	5	4.1	3.3	2.7
T3	1	5	5	5	5	4.8
	2	5	5	4.5	3.9	2.9
	3	5	5	5	4.4	3.5
	4	5	5	4.9	4.5	3.5
	5	5	5	4.8	4.2	3.3
	6	5	5	5	4.2	3.5
	7	5	5	5	4.6	3.8
	8	5	5	5	4.6	3.5
	9	5	5	5	4.3	3.6
	10	5	5	5	4.4	3.3
T5	1	5	5	5	4.7	4
	2	5	5	5	5	4.7
	3	5	5	5	4.2	3
	4	5	5	5	4.4	3.3
	5	5	5	5	5	4.5
	6	5	5	5	4.1	3
	7	5	5	5	5	4.6
	8	5	5	5	4.5	3.6
	9	5	5	5	4.7	4
	10	5	5	5	5	4.3

ANEXO 67 Tabla de puntuación de los panelistas en el olor característico de las fresas recubiertas durante 5 días

Análisis del olor característico de las fresas recubiertas

Tratamientos	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
T2	5	4.51	0.0484734	4.39822	4.62178
T3	5	4.58	0.0484734	4.46822	4.69178
T5	5	4.712	0.0484734	4.60022	4.82378
Días					
D1	3	5	0.0625788	4.85569	5.14431
D2	3	5	0.0625788	4.85569	5.14431
D3	3	4.91333	0.0625788	4.76903	5.05764
D4	3	4.44333	0.0625788	4.29903	4.58764
D5	3	3.64667	0.0625788	3.50236	3.79097

ANEXO 68 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para el olor en fresas con y sin recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T2	5	4.51	0.0484734	X
T3	5	4.58	0.0484734	XX
T5	5	4.712	0.0484734	X

ANEXO 69 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para el olor en fresas con y sin recubrimiento por Tratamientos

Días	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
D5	3	3.64667	0.0625788	X
D4	3	4.44333	0.0625788	X
D3	3	4.91333	0.0625788	X
D2	3	5	0.0625788	X
D1	3	5	0.0625788	X

ANEXO 70 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para el olor en fresas con y sin recubrimiento por Días

Puntaje de los panelistas para el sabor característico de las fresas recubiertas

TRATAMIENTOS	DÍAS	D1	D2	D3	D4	D5
T2	1	5	5	4.5	4	3.4
	2	5	5	5	5	4.6
	3	5	5	4.7	4.1	3.2
	4	5	5	5	5	4.8
	5	5	5	4.4	3.5	2.3
	6	5	5	4.8	4.1	3
	7	5	5	5	4.2	3.5
	8	5	5	5	3.9	2.8
	9	5	5	4.7	4.1	3.1
	10	5	5	5	4.4	3.3
T3	1	5	5	5	5	4.7
	2	5	5	5	4.4	3.2
	3	5	5	4.1	3.6	2.8
	4	5	5	5	4.2	3.5
	5	5	5	4.4	3.1	2
	6	5	5	5	4.1	3.1
	7	5	5	5	4.2	3.3
	8	5	5	4.7	3.8	2.7
	9	5	5	4.8	4.2	3.4
	10	5	5	4.6	4	3.7
T5	1	5	5	5	4.8	4
	2	5	5	5	5	4.5
	3	5	5	5	5	4.1
	4	5	5	5	4.1	3.2
	5	5	5	4.8	4	3.2
	6	5	5	5	4.2	3.3
	7	5	5	5	5	4.2
	8	5	5	5	4.7	3.9
	9	5	5	5	4.1	3
	10	5	5	5	4.7	3.9

ANEXO 71 Tabla de puntuación de los panelistas en el sabor característico de las fresas recubiertas durante 5 días

Análisis del sabor característico de las fresas recubiertas

Tratamientos	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
T2	5	4.488	0.0564742	4.35777	4.61823
T3	5	4.412	0.0564742	4.28177	4.54223
T5	5	4.654	0.0564742	4.52377	4.78423
Días					
D1	3	5	0.0729079	4.83187	5.16813
D2	3	5	0.0729079	4.83187	5.16813
D3	3	4.85	0.0729079	4.68187	5.01813
D4	3	4.28333	0.0729079	4.11521	4.45146
D5	3	3.45667	0.0729079	3.28854	3.62479

ANEXO 72 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para el sabor en fresas con recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T3	5	4.412	0.0564742	X
T2	5	4.488	0.0564742	XX
T5	5	4.654	0.0564742	X

ANEXO 73 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para el sabor en fresas con recubrimiento por Tratamientos

Días	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
D5	3	3.45667	0.0729079	X
D4	3	4.28333	0.0729079	X
D3	3	4.85	0.0729079	X
D2	3	5	0.0729079	X
D1	3	5	0.0729079	X

ANEXO 74 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para el sabor en fresas con recubrimiento por Días

Puntaje de los panelistas para la textura característica de las fresas recubiertas

TRATAMIENTOS	DÍAS	D1	D2	D3	D4	D5
T2	1	5	5	4.6	4	3.5
	2	5	5	5	4.6	4.1
	3	5	5	5	4.5	4
	4	5	5	5	4.8	4.2
	5	5	5	4.7	4.2	3.1
	6	5	5	5	4.4	3.1
	7	5	5	5	4.5	3.3
	8	5	5	5	4.5	3.4
	9	5	5	4.7	4.1	3
	10	5	5	4.5	3.7	2.7
T3	1	5	5	5	4.4	3.7
	2	5	5	5	4.2	3.3
	3	5	5	5	4.8	4.1
	4	5	5	5	4.3	3.2
	5	5	5	4.6	3.9	2.7
	6	5	5	5	4.1	3.3
	7	5	5	4.5	4.2	3
	8	5	5	5	4.1	3.2
	9	5	5	5	4.3	3.5
	10	5	5	5	4.5	3.8
T5	1	5	5	5	4.1	3
	2	5	5	5	4.6	3.7
	3	5	5	5	4.8	4
	4	5	5	5	4.4	3.5
	5	5	5	5	4.2	3.3
	6	5	5	5	4.8	4.1
	7	5	5	5	4.7	3.8
	8	5	5	5	4.1	3.1
	9	5	5	5	4.5	3.4
	10	5	5	5	5	4.2

ANEXO 75 Tabla de puntuación de los panelistas en la textura característica de las fresas recubiertas durante 5 días

Análisis de la textura característica de las fresas recubiertas

Tratamientos	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
T2	5	4.524	0.0289482	4.45725	4.59075
T3	5	4.514	0.0289482	4.44725	4.58075
T5	5	4.626	0.0289482	4.55925	4.69275
Días					
D1	3	5	0.037372	4.91382	5.08618
D2	3	5	0.037372	4.91382	5.08618
D3	3	4.92	0.037372	4.83382	5.00618
D4	3	4.37667	0.037372	4.29049	4.46285
D5	3	3.47667	0.037372	3.39049	3.56285

ANEXO 76 Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para la textura en fresas con recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T3	5	4.514	0.0289482	X
T2	5	4.524	0.0289482	XX
T5	5	4.626	0.0289482	X

ANEXO 77 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la textura en fresas con recubrimiento por Tratamientos

Días	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
D5	3	3.47667	0.037372	X
D4	3	4.37667	0.037372	X
D3	3	4.92	0.037372	X
D2	3	5	0.037372	X
D1	3	5	0.037372	X

ANEXO 78 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la textura en fresas con recubrimiento por Días

Puntaje de los panelistas para la aceptabilidad general de las fresas recubiertas

TRATAMIENTOS	DÍAS	D1	D2	D3	D4	D5
T2	1	5	5	5	4.8	4.3
	2	5	5	5	5	4.7
	3	5	5	4.4	3.8	3
	4	5	5	5	5	4.6
	5	5	5	4.6	3.9	2.8
	6	5	5	4.5	4.1	3.3
	7	5	5	4.6	3.9	2.7
	8	5	5	4.7	4	3.1
	9	5	5	4.8	4	3.1
	10	5	5	4.7	4	3
T3	1	5	5	5	5	4.8
	2	5	5	5	4.2	3.5
	3	5	5	5	4.6	3.8
	4	5	5	5	4.5	3.7
	5	5	5	4.2	3.4	2.9
	6	5	5	5	4.1	3.3
	7	5	5	4.6	3.8	3
	8	5	5	4.9	4.1	3.7
	9	5	5	4.6	3.9	2.8
	10	5	5	5	4.4	3.4
T5	1	5	5	5	4.2	3.3
	2	5	5	5	5	4.6
	3	5	5	5	4.8	4
	4	5	5	5	4.1	3.2
	5	5	5	5	4.6	3.8
	6	5	5	5	4.1	3.2
	7	5	5	5	4.3	3.5
	8	5	5	5	4.4	3.8
	9	5	5	4.7	3.9	3
	10	5	5	5	4.7	3.9

ANEXO 79 Tabla de puntuación de los panelistas en la aceptabilidad general de las fresas recubiertas durante 5 días

Análisis de la aceptabilidad general de las fresas recubiertas

Tratamientos	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
T2	5	4.488	0.0280654	4.42328	4.55272
T3	5	4.504	0.0280654	4.43928	4.56872
T5	5	4.602	0.0280654	4.53728	4.66672
Días					
D1	3	5	0.0362323	4.91645	5.08355
D2	3	5	0.0362323	4.91645	5.08355
D3	3	4.84333	0.0362323	4.75978	4.92689
D4	3	4.28667	0.0362323	4.20311	4.37022
D5	3	3.52667	0.0362323	3.44311	3.61022

ANEXO 80 Tabla de MMC para la aceptabilidad general en fresas con recubrimiento durante 5 días con intervalos de confianza del 95.0%

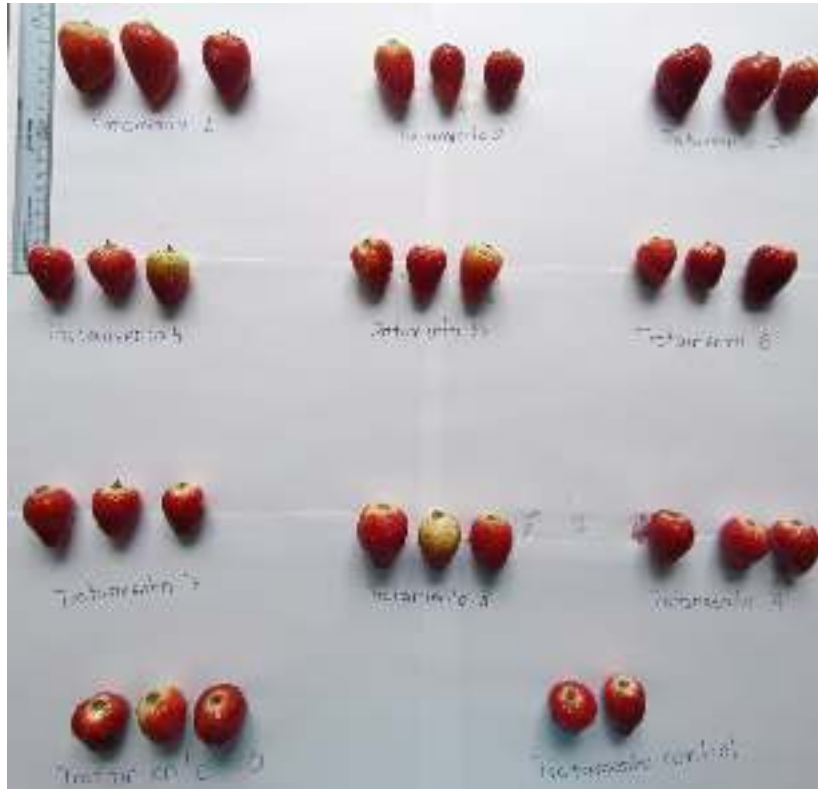
Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T2	5	4.488	0.0280654	X
T3	5	4.504	0.0280654	XX
T5	5	4.602	0.0280654	X

ANEXO 81 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la aceptabilidad general en fresas con recubrimiento por Tratamientos

Días	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
D5	3	3.52667	0.0362323	X
D4	3	4.28667	0.0362323	X
D3	3	4.84333	0.0362323	X
D2	3	5	0.0362323	X
D1	3	5	0.0362323	X

ANEXO 82 Pruebas de Múltiple Rangos de Tukey HSD para la aceptabilidad general en fresas con recubrimiento por Días

Anexo: Recubrimientos comestibles aplicado en fresas desde el Día 1 hasta el Día 5



Anexo 85 Recubrimientos comestibles Día 1



Anexo 84 Recubrimiento comestible T1 Día 1



Anexo 83 Recubrimiento comestible T2 Día 1



Anexo 91 Recubrimiento comestible T3 Día 1



Anexo 90 Recubrimiento comestible T4 Día 1



Anexo 89 Recubrimiento comestible T5 Día 1



Anexo 88 Recubrimiento comestible T6 Día 1



Anexo 87 Recubrimiento comestible T7 Día 1



Anexo 86 Recubrimiento comestible T8 Día 1



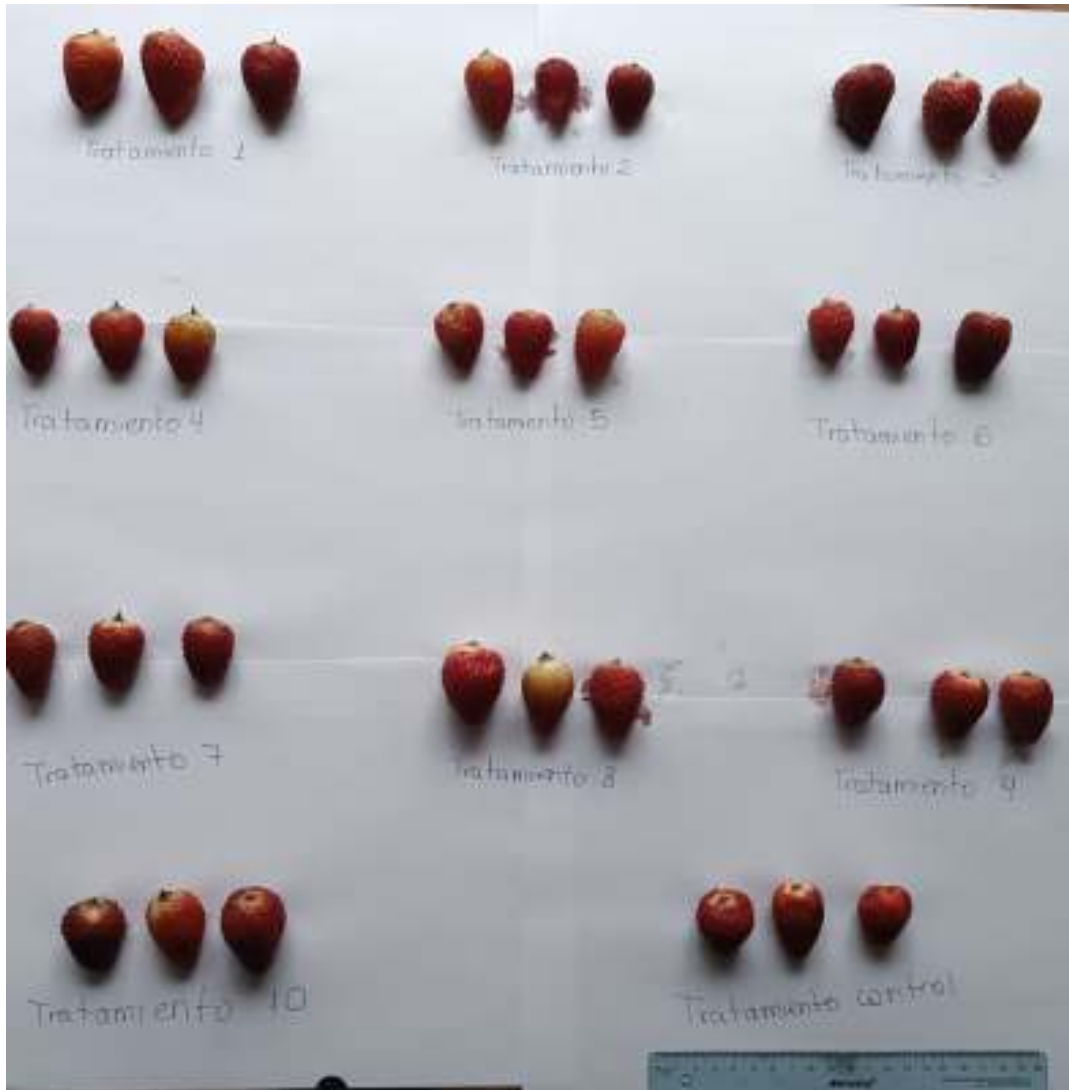
Anexo 93 Recubrimiento comestible T9 Día 1



Anexo 92 Recubrimiento comestible T10 Día 1



Anexo 94 Recubrimiento comestible Tratamiento Control Día 1



Anexo 95 Recubrimientos comestibles Día 2



Anexo 97 Recubrimiento comestible T1 Día 2



Anexo 96 Recubrimiento comestible T2 Día 2



Anexo 100 Recubrimiento comestible T3 Día 2



Anexo 99 Recubrimiento comestible T4 Día 2



Anexo 98 Recubrimiento comestible T5 Día 2



Anexo 101 Recubrimiento comestible T6 Día 2



Anexo 103 Recubrimiento comestible T7 Día 2



Anexo 102 Recubrimiento comestible T8 Día 2



Anexo 105 Recubrimiento comestible T9 Día 2



Anexo 104 Recubrimiento comestible T10 Día



Anexo 106 Recubrimiento comestible Tratamiento Control Día 2



Anexo 107 Recubrimientos comestibles Día 3



Anexo 109 Recubrimiento comestible T1 Día 3



Anexo 108 Recubrimiento comestible T2 Día 3



Anexo 111 Recubrimiento comestible T3 Día 3



Anexo 110 Recubrimiento comestible T4 Día 3



Anexo 113 Recubrimiento comestible T5 Día 3



Anexo 112 Recubrimiento comestible T6 Día 3



Anexo 115 Recubrimiento comestible T7 Día 3



Anexo 114 Recubrimiento comestible T8 Día 3



Anexo 117 Recubrimiento comestible T9 Día 3



Anexo 116 Recubrimiento comestible T10 Día



Anexo 118 Recubrimiento comestible Tratamiento Control Día 3



Anexo 119 Recubrimientos comestibles Día 4



Anexo 121 Recubrimiento comestible T1 Día 4



Anexo 120 Recubrimiento comestible T2 Día 4



Anexo 125 Recubrimiento comestible T3 Día 4



Anexo 124 Recubrimiento comestible T4 Día 4



Anexo 123 Recubrimiento comestible T5 Día 4



Anexo 122 Recubrimiento comestible T6 Día 4



Anexo 126 Recubrimiento comestible T7 Día 4



Anexo 127 Recubrimiento comestible T8 Día 4



Anexo 129 Recubrimiento comestible T9 Día 4



Anexo 128 Recubrimiento comestible T10 Día 4



Anexo 130 Recubrimiento comestible Tratamiento Control Día 4



Anexo 133 Recubrimientos comestibles Día 5



Anexo 132 Recubrimiento comestible T1 Día 5



Anexo 131 Recubrimiento comestible T2 Día 5



Anexo 139 Recubrimiento comestible T3 Día 5



Anexo 138 Recubrimiento comestible T4 Día 5



Anexo 137 Recubrimiento comestible T5 Día 5



Anexo 136 Recubrimiento comestible T6 Día 5



Anexo 135 Recubrimiento comestible T7 Día 5



Anexo 134 Recubrimiento comestible T8 Día 5



Anexo 140 Recubrimiento comestible T9 Día 5



Anexo 141 Recubrimiento comestible T10 Día 5



Anexo 142 Recubrimiento comestible Tratamiento Control Día 5