



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EFEECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE
DE ALMIDÓN DE MAÍZ EN LA VIDA ÚTIL DE LAS FRESAS
(*Fragaria × Ananassa duchesne*) DEL DISTRITO DE ACORA, PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

GUILDA LISBETH RAMOS BLANCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO - PERÚ

2024



GUILDA LISBETH RAMOS BLANCO

EFFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE ALMIDÓN DE MAÍZ EN LA VIDA ÚTIL DE LAS FRESAS (Fragar...

Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::8254:416572566

102 Páginas

Fecha de entrega
16 dic 2024, 11:04 a.m. GMT-5

16,906 Palabras

Fecha de descarga
16 dic 2024, 11:13 a.m. GMT-5

86,483 Caracteres

Nombre de archivo
Formato corregido- FINAL-fresa.pdf

Tamaño de archivo
1.8 MB

Dr. Manuel Alfredo Callohuanca P.
Cod. 82081 CIP: 24042

Ing. Julio César Sosa Choque M.Sc.
DOCENTE
E.P.I AGRONOMICA





7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 7% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta *no* es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Dr. Manuel Alfredo Callohuanca P.
Cod. 82081 CIP: 24042



Ing. Julio César Sosa Choque M.Sc.
DOCENTE
F.I. AGRONÓMICA





DEDICATORIA

Este trabajo que es el resultado de mucho esfuerzo se lo dedico a Dios máxima representación en mi vida, por la fuerza, sabiduría, paciencia y salud que me brindó para poder culminar mis estudios profesionales.

A mis padres Wilver Adolio RAMOS LOPE, Clotilde BLANCO TORRES, por su incondicional amor, esfuerzo, cariño y comprensión, por ser pilares fundamentales en mi formación, seres a los que nunca terminare de agradecerles todo lo que han hecho por mí.

A mis hermanos: Yudith Yessica y Jhon Wily a quienes aprecio y estimo mucho.

A mis abuelos Sergio, Fortunata, Mariano, Catalina, mis tíos y todos mis familiares y amigos con los que siempre he contado.

A todas las personas que a lo largo de mi vida han contribuido con mi formación profesional.

Gilda Lisbeth Ramos Blanco



AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la fuerza y sabiduría necesaria para culminar uno de los objetivos propuestos en mi vida.

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno a través de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, para la realización de esta tesis, y a todos sus docentes por haber contribuido con mi formación profesional.

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi asesor de tesis M. Sc. Julio Cesar Sosa Choque por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo, por los valiosos conocimientos aportados y por el apoyo incondicional brindado durante el desarrollo de cada una de las etapas de este trabajo hasta su finalización.

A los miembros de jurados, M. Sc. Eustaquio Victoriano Aguilar Ramos, Dr. Mario Flores Aroni y M. Sc. Edwen Ramos Cotacallapa, por su valiosa cooperación durante el desarrollo de mi proyecto de investigación, mi gratitud es inmensa hacia ellos.

A todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

Guilda Lisbeth Ramos Blanco



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1. Problema general.....	19
1.2.2. Problemas específicos	19
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.3.1. Objetivo general	19
1.3.2. Objetivos específicos	20
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	21
1.5.1. Hipótesis general	21
1.5.2. Hipótesis específicas	21



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.1.1.	Antecedentes internacionales	22
2.1.2.	Antecedentes nacionales	24
2.2.	MARCO TEÓRICO	26
2.2.1.	La fresa (<i>Fragaria x ananassa</i> Duchesne).....	26
2.2.2.	Producción de fresa en el mundo	26
2.2.3.	Taxonomía de la fresa	27
2.2.4.	Valor nutricional de la fresa	27
2.2.5.	Propiedades de las fresas.....	28
2.2.6.	Historia de los recubrimientos comestibles.....	29
2.2.7.	Recubrimiento comestible.....	29
2.2.8.	Almidón de maíz	31
2.2.9.	Vida útil.....	33

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	LOCALIZACIÓN DEL TEMA.....	35
3.2.	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	36
3.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL DE INVESTIGACIÓN	37
3.4.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	39
3.4.1.	Materia prima e insumos	39
3.4.2.	Material de escritorio	39
3.5.	MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	40
3.5.1.	Porcentaje de pérdida de peso	40



3.5.2. Análisis fisicoquímico de la fresa	40
3.5.3. Análisis de la vida útil.....	42
3.5.4. Análisis microbiológico	43

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA FRESA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE MAÍZ. 45	
4.1.1. Sólidos solubles.....	45
4.1.2. pH.....	48
4.1.3. Acidez titulable	51
4.1.4. Índice de madurez	54
4.2. VIDA ÚTIL DE LA FRESA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE ALMIDÓN DE MAÍZ SEGÚN LA PÉRDIDA DE PESO..... 57	
4.2.1. Pérdida de peso	57
4.2.2. Vida útil.....	60
4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA FRESA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE ALMIDÓN DE MAÍZ..... 63	
V. CONCLUSIONES..... 66	
VII. RECOMENDACIONES	68
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 69	
ANEXOS..... 79	

ÁREA: Cambio climático y agricultura

TEMA: Recubrimiento comestible

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19 de diciembre de 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Propiedades nutritivas de la fresa.	29
Tabla 2 Propiedades del almidón de maíz	32
Tabla 3 Tratamientos del experimento.....	38
Tabla 4 Análisis de varianza para la evaluación de los sólidos solubles	45
Tabla 5 Prueba de Tukey para sólidos solubles según el tratamiento aplicado	46
Tabla 6 Análisis de varianza para la evaluación del pH según tratamiento.....	48
Tabla 7 Prueba de Tukey para pH según el tratamiento aplicado.....	49
Tabla 8 Análisis de varianza para la evaluación de acidez	51
Tabla 9 Prueba de Tukey para acidez según el tratamiento aplicado	52
Tabla 10 Análisis de varianza para la evaluación del índice de madurez.....	54
Tabla 11 Prueba de Tukey para el índice de madurez según el tratamiento aplicado	55
Tabla 12 Análisis de varianza para la evaluación de pérdida de peso	57
Tabla 13 Prueba de Tukey para la pérdida de peso según el tratamiento aplicado.....	58
Tabla 14 Tiempo de vida útil de la fresa en los tratamientos aplicados	61
Tabla 15 Análisis microbiológico de la fresa para cada tratamiento	64



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ubicación del área de estudio	35
Figura 2 Aplicación de recubrimiento comestible de almidón de maíz	39
Figura 3 Sólidos solubles en °Brix por tratamiento	47
Figura 4 Evaluación de pH según tratamiento	50
Figura 5 Acidez evaluada según tratamiento	53
Figura 6 Índice de madurez según tratamiento aplicado	56
Figura 7 Pérdida de peso evaluado según tratamiento	59
Figura 8 Pérdida de peso según tratamiento.....	60
Figura 9 Tiempo de vida útil de la fresa por cada tratamiento.....	62
Figura 10 Análisis microbiológico de la fresa por tratamiento	64



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Matriz de Consistencia.....	79
Anexo 2 Resultados del análisis estadístico descriptivo de los sólidos solubles.....	81
Anexo 3 Prueba de Tukey	83
Anexo 4 Fotografías de la experimentación.....	98
Anexo 5 Declaración jurada de autenticidad de tesis	101
Anexo 6 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional	102



ACRÓNIMOS

AOAC:	Asociación Científica Dedicada a la Excelencia Analítica
ANOVA:	Análisis de varianza
NTP:	Norma técnica peruana
K:	Constante aparente de reacción.
pH:	Potencial de hidrogeno
PET:	Tereftalato de polietileno



RESUMEN

El cultivo de fresa (*Fragaria × ananassa Duchesne*) se ha venido incrementando notablemente a nivel nacional y también a nivel regional por el aumento en los niveles de producción y comercialización para consumo en fresco, así como en productos procesados diversos. Para consumo en fresco presenta limitaciones en la vida útil y por ello la conservación y el deterioro es un problema. La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de los recubrimientos comestibles a base de almidón de maíz en la vida útil de las fresas provenientes del distrito de Acora, Puno. Para el experimento se realizaron tres repeticiones por tratamiento, donde los tratamientos considerados fueron: dosis del recubrimiento comestible de 1%, 1.5% y 2%; también se consideró el tiempo de inmersión de fresa de 1, 2 y 3 minutos. Los resultados demostraron un efecto significativo en la preservación de las características fisicoquímicas de las fresas durante el almacenamiento; se determinó que el tratamiento T7 fue el más consistente en un recubrimiento con 2% de almidón de maíz y un tiempo de inmersión de 1 minuto, siendo así el más efectivo para extender la vida útil de las fresas para una duración de 15.87 días, con una menor pérdida de peso a lo largo del período de almacenamiento, con el análisis microbiológico se evidenció que el recubrimiento comestible de almidón de maíz tiene un efecto inhibitorio significativo sobre el crecimiento de microorganismos psicrófilos en las fresas. Se concluye que, los recubrimientos comestibles a base de almidón de maíz tienen efecto positivo en la vida útil de las fresas frescas.

Palabras clave: Características fisicoquímicas, Fresa, Recubrimiento comestible, Vida útil.



ABSTRACT

Strawberry cultivation (*Fragaria × ananassa* Duchesne) has been increasing significantly at the national level and also at the regional level due to the increase in production and marketing levels for fresh consumption, as well as in various processed products. For fresh consumption, it has limitations in useful life and therefore conservation and deterioration is a problem. The objective of the research was to evaluate the effect of edible coatings based on corn starch on the shelf life of strawberries from the Acora district, Puno. For the experiment, three repetitions were carried out per treatment, where the treatments considered were: edible coating doses of 1%, 1.5% and 2%; The strawberry immersion time of 1, 2 and 3 minutes was also considered. The results demonstrated a significant effect on the preservation of the physicochemical characteristics of strawberries during storage; It was determined that treatment T7 was the most consistent in a coating with 2% corn starch and an immersion time of 1 minute, thus being the most effective in extending the useful life of the strawberries for a duration of 15.87 days, with a lower weight loss throughout the storage period, with the microbiological analysis it was evident that the edible corn starch coating has a significant inhibitory effect on the growth of psychrophilic microorganisms in the strawberries. It is concluded that edible coatings based on corn starch have a positive effect on the shelf life of fresh strawberries.

Keywords: Physicochemical characteristics, Strawberry, Edible coating, Shelf life.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria × ananassa* Duchesne) es una fruta muy popular con un sabor, color y valor nutricional especiales que contiene una gran cantidad de vitaminas, aminoácidos, minerales, fenoles y antocianinas. Sin embargo, la vida útil de la fresa es muy corta (4-5 días a 4 °C), debido principalmente a los trastornos fisiológicos, la contaminación por hongos y el tejido delicado de la fruta (Khodaei et al., 2021). Sin embargo, son altamente perecederos con una vida útil poscosecha muy corta debido a su vulnerabilidad a lesiones mecánicas, deterioro fisiológico, pérdida de agua, descomposición por hongos y alta tasa de respiración (Hilifi et al., 2024).

Como definición simple, una fina capa de una sustancia comestible en forma de líquido sobre la superficie de los productos alimenticios se denomina "recubrimiento comestible". Normalmente está compuesto de proteínas y polisacáridos (Taban et al., 2024). El desempeño de los recubrimientos comestibles depende de su composición; generalmente consisten en materiales biodegradables, como extractos de plantas, proteínas, lípidos y polisacáridos o mezclas de estos materiales. Además, los recubrimientos comestibles mantienen las propiedades fisicoquímicas (pérdida de peso, pH, TSS, etc.) y antioxidantes (fenoles, vitaminas, etc.) de las frutas y verduras tratadas tiene una duración de períodos más largos (Bruno et al., 2023).

Este método se ha utilizado para conservar productos alimenticios en el sector alimentario desde el siglo XII y no es un proceso nuevo de conservación. Los recubrimientos comestibles impiden las mejoras químicas, físicas y biológicas. Al comprar productos frescos, los consumidores evalúan la calidad y salubridad de los mismos en función de su presentación (Armghan et al., 2022). Los recubrimientos



comestibles han demostrado tener un efecto significativo como tratamiento poscosecha en muchas frutas frescas/recién cortadas. Han demostrado resultados prometedores para mantener el efecto fisiológico y las propiedades fisicoquímicas (Maringgal et al., 2020).

Por lo tanto es importante que los recubrimientos comestibles prolonguen la vida útil de la fresa dando como resultado una reducción del desperdicio del alimento y envases, ya que los alimentos mantienen sus características originales durante más tiempo, en ese sentido la vida útil de un producto alimenticio es seguro manteniendo inalteradas sus características sensoriales, químicas, físicas, microbiológicas y funcionales deseadas, de acuerdo con la información del etiquetado, cuando se almacena en las condiciones recomendadas (Nunes et al., 2023).

La investigación se llevó a cabo por medio del almidón el cual es un polímero natural, compuesto por moléculas de amilosa (soluble en agua) y amilopectina (insoluble en agua), que tiene una estructura lineal helicoidal de moléculas de glucosa capaces de formar geles fuertes. El almidón se deriva de diferentes fuentes, entre ellas el trigo, el maíz, las patatas y el arroz, etc. El recubrimiento a base de almidón es una sustancia potencial para mejorar la vida útil de las frutas que es convenientemente accesible a un precio económico (Bruno et al., 2023).

La eficacia de los recubrimientos comestibles para frutas y verduras depende principalmente de la selección de materiales de recubrimiento adecuados que den como resultado composiciones de gases internos beneficiosos. Los recubrimientos comestibles crean una atmósfera modificada dentro de la fruta al controlar el intercambio de gases respiratorios (Han et al., 2024).



1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las fresas son extremadamente sensibles y perecederas, asimismo, tienen una vida útil corta debido a la exposición a actividades postcosecha que los hacen susceptibles a lesiones físicas, pudrición fúngica, desecación y otros trastornos durante el almacenamiento (Tumbariski et al., 2019); inclusive a temperatura ambiente, por lo tanto, solo puede conservarse hasta 24 a 48 horas debido a que la tasa de respiración aumenta exponencialmente de 28 ml CO₂/kg/h a 5°C a 127 ml CO₂/kg/h a 20°C (Azam et al., 2019).

Además, un inadecuado manejo de la temperatura durante la cadena de suministro provoca un rápido deterioro de la calidad y, por lo tanto, pérdidas irreversibles debido a que las fresas tienen características perecederas, difíciles de almacenar y se dañan fácilmente en la cadena de suministro posterior a la cosecha. De esta manera, a pesar del uso de enfriamiento rápido para evitar la pudrición postcosecha y mantener la calidad de la fruta durante el almacenamiento, la vida útil de las fresas frescas a bajas temperaturas (0 – 4 °C) se limita a 5 días (Tumbariski et al., 2019).

En todo el mundo, las pérdidas posteriores a la cosecha de productos naturales y vegetales pueden superar el 23% debido a impedancias microbiológicas y fisiológicas como la contaminación por parásitos, microbios e infecciones, condiciones de desarrollo insuficientes, la desgracia del agua y otros según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (Agencia Orbita Noticias, 2021). En ese sentido, se ha estimado una pérdida postcosecha de frutas del 30% en África, el 40% en Bangladesh y el 48,5% en Nigeria (Kamda et al., 2021). Por otro lado, tanto Perú y como en otras naciones en América del Sur, hay una gran insuficiencia dentro de la fundación



publicitaria, donde la desgracia postcosecha es entre el 25% y el 50% de la producción (Agencia Orbita Noticias, 2021).

Asimismo, en zonas rurales como Puno se pierden hasta el 60% de alimentos, por motivo de la ausencia de almacenes de frío funcionales (Makule et al., 2022). Particularmente, el distrito de Acora es considerado como el primer productor de fresa orgánica de altura situado a más de 4000 metros sobre el nivel del mar (Agencia Agraria de Noticias, 2020), donde se tiene una producción mensual promedio de 6,000 kilos en 40 invernaderos instalados por la Municipalidad distrital de Acora (Agencia Peruana de Noticias, 2022). Sin embargo, la comercialización de este cultivo es limitado por la ausencia de condiciones de almacenamiento que aumenten la vida útil de la fresa, motivo por lo que, tienen pocas ganancias monetarias y no resulta rentable dentro de las economías familiares.

Ante esta situación, los recubrimientos comestibles surgen como una solución dentro del sector frutícola para la preservación de los alimentos perecederos, especialmente de la fresa, permitiendo también un consumo sostenible de alimentos y la reducción de las pérdidas de alimentos. Por otro lado, el sector de los envases tiene una parte integral en la decisión de la vida útil de los alimentos, donde el material de embalaje convencional posee compuestos no biodegradables que después del uso dejan impactos indeseables e insalubres en el medio ambiente, por lo tanto, el aumento de películas y recubrimientos biodegradables se convierte en un segmento vital en el sector del envasado.

Sin embargo, estos recubrimientos y películas comestibles no solo satisfacen las necesidades de envasado, sino que también minimizan las pérdidas posteriores a la cosecha de los alimentos frescos, asimismo, las películas comestibles se pueden utilizar

como una capa interna que interactúa directamente con los alimentos en envases de varias capas con películas no comestibles (Priya et al., 2023). De esta manera, la presente investigación pretendió evaluar el efecto de los recubrimientos comestibles a base de almidón de maíz en la vida útil de las fresas frescas en el distrito de Acora en Puno.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de los recubrimientos comestibles a base de almidón de maíz en la vida útil de las fresas frescas en el distrito de Acora, Puno?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz?
- ¿Cuál es el mejor tratamiento y vida útil de la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz durante 16 días, con respecto a la pérdida de peso?
- ¿Cuál será el resultado del análisis microbiológico a la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de los recubrimientos comestibles a base de almidón de maíz en la vida útil de las fresas frescas en el distrito de Acora, Puno.



1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características fisicoquímicas de la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz.
- Determinar el mejor tratamiento y vida útil de la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz durante 16 días, con respecto a la pérdida de peso.
- Realizar un análisis microbiológico a la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La justificación teórica del estudio contribuyó a generar mayor conocimiento referente a la variable de estudio a partir de goma de almidón de maíz, determinando el proceso adecuado para su elaboración, así como también referente a la conservación de la fresa, la cual como se sabe tiene un tiempo de vida útil muy reducido, por lo que, con el presente estudio los lectores e investigadores conocerán cómo dicho recubrimiento aumenta la vida útil de la fresa, de esta manera generando mayor conocimiento para el sector frutícola y como antecedente para futuras investigaciones.

Así mismo a nivel práctico, ya que se contribuyó directamente con los agricultores locales debido a que mayoritariamente se presentan pérdidas durante la comercialización de las fresas en el distrito de Acora, por lo tanto, la presente investigación brindó conocimientos para que puedan conservar mayor tiempo a la fresa, evitando que esta se pudra por la humedad, exposición al medio ambiente, entre otros, y maximizando su tiempo de vida, para ser comercializadas de forma fresca, también incentivando su transporte a otras localidades y obtener mayores ganancias. Por lo que, la investigación presentó importancia para todos los operadores del sector frutícola.



Por último, se justifica a nivel social, ya que se contribuyó ofrecer al mercado fruta fresca en óptimas condiciones a la sociedad, ya que el presente recubrimiento contribuye a aumentar su tiempo de vida, y conservar sus condiciones organolépticas. Así mismo, se contribuyó con la sociedad, mejorando su alimentación y acceso a productos de alta calidad, frescos y duraderos, puesto que los consumidores exigen productos garantizados, así como la conservación de los valores nutricionales, biológicos y sensoriales en su totalidad.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

Los recubrimientos comestibles a base de almidón de maíz tienen efecto significativo en la vida útil de las fresas frescas en el distrito de Acora, Puno.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Las características fisicoquímicas de la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz, presenta un aumento más lento en los sólidos solubles, un menor incremento del pH, una menor acidez titulable, y un índice de madurez más estable.
- El T7 es el mejor tratamiento y vida útil de la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz durante 16 días, con respecto a la pérdida de peso.
- El análisis microbiológico del recubrimiento comestible de almidón de maíz tiene un efecto inhibitorio significativo sobre el crecimiento de microorganismos psicrófilos en las fresas.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Ramos & Ferrer (2020) se enfocaron en determinar el efecto de un recubrimiento de almidón de cidrayota en la vida útil de fresa conservada a 4°C por 10 días, en la cual se determinaron los parámetros fisicoquímicos y se empleó un diseño factorial para la evaluación de la concentración del almidón en la vida útil de las fresas almacenadas, obteniendo como resultados una humedad de almidón de 8.4% y materia seca de 91.5%, así mismo, el mejor recubrimiento fue el T2 con un 2.0% de almidón y 10 minutos de inmersión con una menor pérdida de peso y mayor vida útil de 6.7 días. Concluyendo con ello, que el recubrimiento de almidón de cidrayota tiene un efecto protector para las fresas.

Hernández (2021), en un estudio realizado con la finalidad de evaluar el efecto del recubrimiento comestible a base de pectina sobre las propiedades físico mecánicas de la fresa, donde la metodología del estudio consistió en extraer la pectina de la cascara de naranja, utilizando 3 tratamientos, se inocularon las fresas con una suspensión de esporas de *Penicillium* sp. (3.36×10^7 UFE/mL), luego se dejaron secar al ambiente y realizar el almacenamiento de las fresas por un periodo de 31 días. Los resultados arrojaron que las fresas presentaron un color más rojo, se observó menor pérdida de peso para tratamiento T2. El tratamiento T3 contribuyó a una mejor apariencia de las fresas por todo el periodo de estudio, concluyendo que los recubrimientos desarrollados son buenas alternativas para retardar el deterioro de las fresas, sin afectar su calidad.



Suriati et al. (2021), en un estudio realizado con el objetivo de determinar el tiempo de inmersión en la capa comestible de gel de aloe y el tiempo de almacenamiento en temperaturas frías para la calidad de la fruta de fresa. Realizando tiempos de inmersión de fresa en gel de Aloe de 1, 2 y 3 minutos, y en almacenamiento de fresa de 1, 3 y 6 días. Los mejores resultados se obtuvieron con un tiempo de inmersión de 1 minuto y con almacenamiento de 3 días. Concluyendo que la mejor calidad de la fruta de fresa se obtuvo con una textura 3.95%, pH 3.39, sólidos disueltos totales 4.00 brix, contenido de agua 94.36% y vitamina C de 41.29 mg/100gr.

Yıldırım et al. (2022), tuvieron como propósito determinar el impacto de los derivados de la uva y recubrimientos de almidón de maíz reticulado en la vida de almacenamiento de la fruta de fresa, para ello, se examinaron los efectos de las propiedades de calidad de las fresas durante el almacenamiento a 4 °C durante 12 días, obteniendo como resultados que la mayor cantidad de extracto de semilla de uva (ESU) en la formulación del recubrimiento provocó una disminución significativa en los recuentos microbianos y limitó la pérdida de firmeza, mientras que, con el tiempo, hubo una disminución en el valor de luminosidad y un aumento en el valor de rojez de las fresas. Por lo tanto, se concluyó que el valor de aceptabilidad de las fresas recubiertas con altas cantidades de recubrimiento fue menor que otras muestras recubiertas y no recubiertas.

Farida et al. (2023), en su investigación tuvo como fin evaluar el efecto del nano quitosano y el *Aloe vera* en la mejora de la calidad de la fresa, la metodología del estudio se basó en un DCA (Diseño completamente al azar), haciendo uso en los tratamientos de NC (0, 0.5 y 1%) y gel de AV (0, 25 y 50%). En cuanto a los resultados se encontró que existe interacción entre el nano quitosano y el aloe, de



esa forma la concentración idónea para mejorar la calidad de la fresa fue de 25% de aloe vera y 1% de nano quitosano, por otro lado se analizó las características de la fruta y se encontró que la dureza de la fresa fue 6.75N, pérdida de peso 1.23%, acidez titulable 0.74mL, fenólicos totales (1.79 μg GAE/FW), a raíz de ello se concluye que el quitosano y el aloe vera logran mejorar de manera positiva la calidad de la fresa después de la postcosecha.

Hipo (2023), realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de los recubrimientos comestibles en las fresas, teniendo en cuenta las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas, así mismo, un diseño completamente al azar para almidones de zanahoria, como también las pruebas de Student para pruebas físicas y de Tukey ($p < 0.05$). Alcanzando así por resultados que las fresas con recubrimiento comestible extraído por medio del hidróxido de sodio fue el mejor tratamiento, pues abarcó una inferior pérdida de peso de 4.5%, textura de 6.5%, pH de 3.7- 7.9 grados °Brix. Adicionalmente en lo microbiológico presentó levaduras y mohos de $1.35\text{E}+02$ (UFC/ml). Llegando así a la conclusión que los recubrimientos comestibles en especial de almidón de zanahoria permiten una conservación de calidad de las fresas.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Condori & Magaña (2020), en un estudio realizado con el objetivo de aumentar la vida útil de la guayaba aplicando un recubrimiento comestible de legumbres, llegando a realizar 3 formulaciones y procediendo a evaluar las características fisicoquímicas, tomando en consideración temperatura de 40, 50 y 60°C con tiempo de 3, 5 y 7 min. Teniendo como resultados que el mejor recubrimiento para la guayaba fue el de 60°C por 7 min con un almacenamiento de 15 días, de lo cual determinaron pH, índice de madurez, pérdida de peso y



sólidos solubles totales y en lo microbiológico los mohos y levaduras. Llegando así a la conclusión que el recubrimiento de legumbre permitió el incremento de la vida útil de las guayabas.

Juárez (2022), en un estudio realizado con el objetivo determinar el efecto del almidón de maíz como recubrimiento para el pimentón rojo a una temperatura de secado de 55 y 65°C, considerando un análisis sensorial para la obtención de una información específica, logrando así como resultados que el mejor tratamiento fue con una temperatura de 55 °C para el pimentón, obteniendo contenido de compuestos fenólicos de 4.19 mg y vitamina C de 71.2 mg. Concluyendo ante ello, que con el recubrimiento de maíz a temperatura de 55°C permitió un efecto positivo en las características fisicoquímicas del pimentón rojo.

Palacios (2022), en su investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del extracto de la cabuya azul en el recubrimiento comestible de la fresa, la metodología del estudio consistió en agregar concentraciones de 0.1%; 0.3 y 0.5 de extracto de cabuya azul y almacenar el producto a 4 °C durante un periodo de 12 días. Los resultados del estudio arrojaron que los recubrimientos comestibles de fresa mostraron ciertos cambios en cuanto a los parámetros de pH, sólidos suspendidos totales, Índice de madurez, pérdida de peso cambiaron los resultados obtenidos, por otro lado el recubrimiento de almidón-agar incorporado con ECA al 0,5% protegió al menos el 60% de las fresas del deterioro durante 9 días de almacenamiento y pudo usarse como empaque bioactivo para prolongar la vida útil y una alternativa al uso de pesticidas.

Vargas & Mora (2023), presentaron por objetivo determinar el efecto de un recubrimiento comestible de almidón de yuca para la conservación de papaya y plátano, por lo cual, almacenaron muestras a temperatura ambiente a 28°C por

12 días con 4 tratamientos y una aplicación de 3 repeticiones por cada 2 días. Obteniendo así por resultados una pérdida de peso de 7.6% y una firmeza de 2.3N en función a la papaya y del plátano un 19.2% en la pérdida de peso y un 0.9N en función a su firmeza. Concluyendo así, que el recubrimiento de almidón de yuca permitió prolongar la vida útil de forma efectiva de la papaya como del plátano.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. La fresa (*Fragaria x ananassa* Duchesne)

La fresa cultivada (*Fragaria x ananassa* Duchesne) surgió hace aproximadamente 300 años como un híbrido interespecífico de las especies americanas *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana*. La primera hibridación ocurrió espontáneamente en Francia después de que las plantas de *F. chiloensis* fueran saqueadas de Chile e interplantadas con *F. virginiana*, que ya había sido recolectada de América del Norte y cultivada en Europa (Porter et al., 2023).

La fresa cultivada (*Fragaria x ananassa* Duchesne) es una de las frutas más populares del mundo debido a su aroma dulce y fragante, color rojo brillante, textura jugosa y productos químicos y fibras que promueven la salud. También es un cultivo de fruta de alto valor de inmensa importancia para la agricultura y las economías locales. La fresa cultivada tiene un genoma alo-octoploide ($2n = 8x = 56$) que es altamente heterocigoto y además compuesto por la dominancia del subgenoma (Sánchez-Gómez et al., 2022).

2.2.2. Producción de fresa en el mundo

La producción mundial de fresas se valoró en 14 mil millones de dólares en 2020. China es el mayor productor de fresas del mundo, con 5 mil millones de



dólares, más de tres veces el valor del segundo mayor productor, los Estados Unidos de América. Dentro de los Estados Unidos, California produce la mayor parte de la cosecha de fresas (91%), seguida de Florida (8%), que produce principalmente para el mercado de invierno. Aunque no es un productor principal de fresas, la producción de fresas de Alabama abarcó 44 hectáreas (111 acres) en el año 2020, valorada en 339 mil dólares (USDA, 2019), y tiene potencial para expandirse a medida que estén disponibles nuevos métodos y tecnologías (Hernández et al., 2023)

2.2.3. Taxonomía de la fresa

De acuerdo a Días (2023), la clasificación taxonómica de la fresa es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Rosoideae

Género: *Fragaria*

Especie: *Fragaria x ananassa* d.

2.2.4. Valor nutricional de la fresa

El otro aspecto básico de la calidad de la fruta es el valor nutricional. De hecho, un consumidor cuidadoso también busca frutas con un alto valor nutricional, y las fresas son bien conocidas por sus múltiples beneficios para la



salud de los consumidores, gracias a su alto contenido en compuestos bioactivos como vitaminas, minerales, polifenoles, especialmente antocianinas y ácidos fenólicos (Mazzoni et al., 2020).

Las fresas poseen una combinación única de varios fitoquímicos, nutrientes como la vitamina C y fibra, todos los cuales juegan un papel sinérgico en su caracterización como un alimento funcional. Varios estudios han identificado una amplia gama de compuestos fenólicos en la fresa, con alto potencial biológico en humanos. Los compuestos fenólicos de la fresa fueron investigados ampliamente por varios autores y clasificados como pertenecientes al grupo principal de flavonoides, ácidos fenólicos y taninos hidrolizables (Guevara et al., 2023).

La fresa es una fruta de alto valor nutricional y es una fuente sustancial de folato, vitamina C, fibra, potasio, flavonoides, antocianina, fitoquímicos, antioxidantes y compuestos bioactivos que reducen el riesgo de incidentes cardiovasculares y trombosis. Además, proporciona beneficios anticancerígenos y ayuda a prevenir la pérdida de memoria relacionada con la edad (Neri et al., 2022).

2.2.5. Propiedades de las fresas

Las fresas, presentan un elevado valor nutritivo. Es por ello que en la siguiente tabla se describen las principales propiedades nutritivas de la fresa.

Tabla 1

Propiedades nutritivas de la fresa.

Nutrientes	Unidad	Valor en 100 g
Agua	g	91.570
Energía	Kcal	30.000
Proteína	g	0.610
Grasa	g	0.370
Carbohidratos	g	7.020
Fibra dietética	g	2.300
Ceniza	g	0.430
Vitamina C	mg	56.700
Tiamina	mg	0.020
Riboflavina	mg	0.066

Nota: Adaptado de (Departamento de Agricultura de Carolina del Norte y Servicios al Consumidor, 2020)

2.2.6. Historia de los recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles o películas comestibles se han utilizado durante siglos en la industria alimentaria para conservar los productos alimenticios; no se trata de una técnica de conservación nueva. Los recubrimientos comestibles se han utilizado desde el siglo XII en China. No fue hasta 1922 que se inventó el encerado de frutas y se aplicó por primera vez comercialmente en frutas y verduras. Las películas y recubrimientos comestibles es una barrera para proteger de los cambios químicos, físicos y biológicos (Momin et al., 2021).

2.2.7. Recubrimiento comestible

Los recubrimientos comestibles se conceptualizan como una forma de material empleado para el envolvimiento de diferentes productos perecibles, con la finalidad de incrementar su vida útil y a su vez proporcionar la esterilización



superficial de los productos para la prevención de pérdidas significativas en humedad, calidad y firmeza en su conservación en anaqueles (Mora et al., 2021). Adicionalmente, para Rosero et al., (2020) un recubrimiento comestible se encuentra conformado por cada capa elaborada por medio de distintos materiales poliméricos establecidos de manera directa en los productos perecibles como frutas o verduras, los cuales pasan por un procedimiento de inmersión de manera tradicional.

El tipo de recubrimientos comestibles requeridos depende de las características y factores que afectan la calidad del producto alimenticio, como por ejemplo, para prevenir el deterioro por oxidación, es necesario monitorear el nivel de oxígeno y, a veces, también es necesario reducir las tasas de respiración y la producción de etileno en frutas y verduras Tripathi et al., (2021).

2.2.7.1 Tipos de recubrimientos comestibles

De acuerdo a Pérez et al., (2023) los tipos de recubrimientos comestibles son los siguientes:

2.2.7.1.1 Polisacáridos

Los recubrimientos a base de polisacáridos se caracterizan por su eficiente barrera al oxígeno debido a su estructura bien ordenada unida por enlaces de hidrógeno, su apariencia incolora y libre de aceite, y su mínimo contenido calórico, siendo adecuados para la aplicación superficial sobre frutas y verduras. Sin embargo, la capacidad de barrera a la humedad está limitada por su naturaleza hidrofílica.



2.2.7.1.2 Proteínas

Las características de las proteínas son adecuadas para la formación de películas comestibles debido a la posición de los aminoácidos en la cadena y la interacción cadena a cadena, que también determina la resistencia del recubrimiento y la permeabilidad a gases y líquidos. Los recubrimientos comestibles a base de proteínas se consideran excelentes bloqueadores de O₂, incluso a baja humedad relativa, y desde un punto de vista nutricional. Se han aplicado diferentes proteínas en la formación de recubrimientos comestibles.

2.2.7.1.3 Lípidos

Dado que los lípidos son buenas barreras contra la migración de agua, los recubrimientos a base de lípidos son excelentes barreras contra la humedad. Sin embargo, la alta hidrofobicidad de estos recubrimientos conduce a propiedades extra frágiles y más gruesas, por lo que generalmente se aplica una mezcla de lípidos con proteínas y polisacáridos. Además, se ha observado que los recubrimientos a base de lípidos tienen un aspecto y un brillo dañados.

2.2.8. Almidón de maíz

El almidón de maíz, es presentado como un ingrediente de importancia elevada para la industria de la alimentación (Archundia, 2022). El maíz, es una planta que puede domesticarse y es una de las que más se producen, se usa en su mayoría como agente de retención de agua, espesante, entre otros (Sandhu & Singh, 2007)

El grano de maíz presenta almidón principalmente, constituyendo hasta el 73% que tiene el grano con relación a su peso, está distribuido en amilosa entre 25 y 30% y amilopectina entre el 70 y 75% (Urango, 2018).

Es un polisacárido obtenido a partir de moler diversas variedades de maíz. En presencia con el agua es posible formar suspensiones con viscosidad muy baja, compuesto por glucosa, dextrosa, etc. Se conservan en lugares que se encuentren frescos y secos, es necesario evitar que entre en relación con fuertes olores, en su mayoría presenta un color blanco o amarillento, con un olor característico (Guamán, 2022).

2.2.8.1 Características fisicoquímicas del almidón de maíz

El gránulo de almidón en el agua es insoluble, con una densidad elevada, hidrolizado por enzimas catabólicas. Tienen formas y tamaños: esféricos, poligonales, elípticos, tubulares. Las dimensiones pueden variar de entre 0.1 hasta 200 μm (Coral, 2010).

Tabla 2

Propiedades del almidón de maíz

Contenido de humedad	11.0 – 13.0 %
Proteínas	5.9 – 11.8%
Cenizas	1.3 – 1.4%
Lípidos	4.0 – 4.6%
Fibra	0.9 – 2.0%
Carbohidratos	70.0 – 87.3%

Nota: Obtenido de (López, 2024).

2.2.8.2 Tipos de almidones



De acuerdo a Bojarczuk et al., (2022) los tipos de almidones son los siguientes

Tipo RS1: Es un almidón físicamente inaccesible que no se puede hidrolizar debido al efecto de barrera de la pared celular que se encuentra en los granos y cereales parcialmente molidos.

Tipo RS2: que se puede encontrar en la papa cruda, el plátano y el ginkgo biloba . Estos tipos de RS se caracterizan por los polimorfismos B y C, lo que los hace altamente resistentes a la hidrólisis enzimática

Tipo RS3: es almidón retrógrado, que es difícil de hidrolizar por la amilasa debido a la cristalización formada durante el enfriamiento y el almacenamiento después de la gelatinización

Tipo RS4: un almidón obtenido modificando químicamente su estructura, como por sustitución, conversión o reticulación, para hacerlo resistente a las enzimas. En esta forma, se puede utilizar como aditivo alimentario funcional.

Tipo RS5: Combinación de cadenas de almidón largas y no ramificadas con ácidos grasos libres, formando una estructura helicoidal difícil de digerir.

2.2.9. Vida útil

Está definida como un periodo prologado de tiempo donde un producto alimenticio puede permanecer inocuo, conservando características y funciones deseadas, es por ello, que para lograr estimar la vida útil, se deberá conocer los diversos mecanismos que alteran y lograr llevar al deterioro, se incluye las



pérdidas de características organolépticas, afectando la calidad sensorial del alimento (Alapont et al., 2020). Así mismo, para (Lozano et al., 2023), existen muchos factores que pueden influir en la vida útil de los alimentos y una de las formas por la cual conocer el tiempo de caducidad de estas es por medio de la etiqueta de fecha de caducidad.

Después de la cosecha, la fresa tiene una vida útil muy corta debido a su sensibilidad a la contaminación microbiana y alta actividad metabólica. El ablandamiento de la textura, el color y los cambios sensoriales también ocurren después de la cosecha. Por lo tanto es necesario aplicar varias soluciones para reducir las pérdidas de almacenamiento y aumentar la vida útil de las fresas, como el almacenamiento a baja temperatura y en atmósfera modificada, el envasado activo o las aplicaciones de recubrimiento comestible (Yıldırım et al., 2022).

Para mejorar la vida útil de las fresas, se han estudiado diferentes tratamientos poscosecha, entre los que se incluyen el uso de sistemas de atmósfera modificada, tratamientos osmóticos, tratamiento con radiación y calor, tratamientos hipobáricos, aplicación de fungicidas para controlar la descomposición microbiana, almacenamiento a baja temperatura y/o aplicación de recubrimientos comestibles (Muley & Singhal, 2020).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL TEMA

Lugar	:	Salcedo
Ubicación	:	Puno, Provincia de Puno, Puno, Perú, Sudamérica
Latitud	:	-15.87129° o 15° 52' 17" sur
Longitud	:	-69.99623° o 69° 59' 46" oeste
Clima	:	Semiseco y frío durante todo el año.

Figura 1

Ubicación del área de estudio



Nota: Obtenido de Google Earth-2024.



3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue aplicada, porque se centra en la resolución de problemas específicos o en la aplicación de conocimientos teóricos en situaciones prácticas, donde los investigadores trabajan en colaboración con los interesados para abordar problemas y encontrar soluciones prácticas; asimismo, busca determinar la efectividad de programas o políticas, y la investigación de desarrollo, que se enfoca en crear nuevos productos, procesos o tecnologías para abordar necesidades específicas. En resumen, la investigación aplicada se orienta hacia la aplicación práctica de conocimientos para resolver problemas del mundo real (Hadi et al., 2023).

De acuerdo con el nivel de investigación, se buscó comprender las relaciones de causa y efecto entre variables. A diferencia de la investigación descriptiva, que simplemente describe fenómenos o situaciones, la investigación explicativa intenta explicar por qué ocurren ciertos fenómenos o eventos. Se centra en identificar las relaciones de causalidad subyacentes y en comprender los mecanismos que generan ciertos resultados. Este tipo de investigación sirve para comprender mejor el funcionamiento de fenómenos complejos (Romero et al., 2022).

En relación al diseño de investigación, un diseño experimental puro es un tipo de diseño de investigación en el cual los investigadores manipulan deliberadamente una o más variables independientes para observar los efectos que tienen sobre una variable dependiente (Barrientos et al., 2023). Este tipo de diseño se utiliza principalmente en investigaciones que buscan establecer relaciones causales entre variables. En un diseño experimental puro, los elementos del estudio son asignados aleatoriamente a diferentes condiciones o grupos experimentales. Uno o más grupos son expuestos a la variable independiente, mientras que otros grupos sirven como grupos de control, donde la variable independiente no es manipulada. Esto permite a los investigadores controlar las



influencias externas y aislar los efectos de la variable independiente en la variable dependiente (Barrero, 2022).

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL DE INVESTIGACIÓN

Las fresas fueron seleccionadas para el experimento sobre la base de tamaño, peso, color uniforme y ausencia de daño físico o patológico, las cuales fueron lavadas cuidadosamente con agua del grifo y se colocaron en una rejilla de plástico limpio durante una hora para que secan. Antes de cada tratamiento, las fresas seleccionadas se enjuagaron con agua destilada durante 1 min y el agua remanente en la superficie de las frutas se evaporó después de exponerlas durante 1 hora a temperatura ambiente y el fruto sin tratamiento de recubrimiento asignado como testigo.

En este sentido, para poder contrastar la hipótesis se empleó el patrón factorial de diseño aleatorio completo sin repeticiones en cada tratamiento obtenido y un tratamiento de control. El primer factor considerado fue la dosis del recubrimiento comestible en 1%, 1.5% y 2%, mientras que, el segundo factor considerado para la experimentación fue el tiempo de inmersión de fresa de 1, 2 y 3 minutos, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 3

Tratamientos del experimento

Tratamiento	Concentraciones (%)	Tiempo de inmersión (minutos)
	0	0
T0 (Control)	0	0
	0	0
T1	1	1
T2	1	2
T3	1	3
T4	1,5	1
T5	1,5	2
T6	1,5	3
T7	2	1
T8	2	2
T9	2	3

En cuanto a la obtención del almidón de maíz comercial, este se obtuvo a partir de la Maicena, el cual se considera un producto obtenido a partir de las diversas variedades del maíz, es un polvo fino de color blanco, inodoro e insípido; envasado herméticamente (Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, 2020).

Luego, las fresas fueron sumergidas en las soluciones de recubrimiento durante los diferentes tiempos de inmersión planteados y luego se secaron a temperatura ambiente durante 1 hora para eliminar el exceso de recubrimiento de la superficie de la fruta. Las fresas se envasaron en recipientes tipo concha de tereftalato de polietileno (PET) (3 paquetes para cada tratamiento que contenían 10 frutas cada uno). Los frutos empacados se trasladaron a un ambiente fresco y se realizaron los análisis respectivos durante 16 días, según la metodología de Khodaei et al., (2021).

Figura 2

Aplicación de recubrimiento comestible de almidón de maíz



3.4. MATERIALES Y EQUIPOS

3.4.1. Materia prima e insumos

- Fresas
- Almidón de maíz
- Agua

3.4.2. Material de escritorio

- Lapiceros
- Memoria USB
- Hojas papel bond



- Resaltador
- Fotocopias
- Equipos e instrumentos
- Refractómetro
- PH metro
- Equipo de titulación
- Equipo Soxhlet
- Estufa
- Mufla
- Balanza analítica
- Vasos de precipitación, 25, 50 y 100ml
- Probetas
- Pipetas volumétricas
- Matraz Erlenmeyer, 25, 50 y 100 ml.

3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.5.1. Porcentaje de pérdida de peso

Se registró el peso de las fresas (10 frutos por cada paquete) a los días 0, 4, 8, 12 y 16 del estudio de vida útil mediante balanza digital. La pérdida de peso fue calculada en comparación con el peso inicial de la fruta.

3.5.2. Análisis fisicoquímico de la fresa

Para conocer el efecto de cada tratamiento, se realizó una observación objetiva que incluyó el pH, sólidos solubles y acidez, durante los 0, 4, 8 y 16 días



de almacenamiento. En este caso, la evaluación del día 0 se aplicó sólo con la muestra control.

Procedimientos para el análisis de los parámetros fisicoquímicos de la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz

Para el análisis de estos parámetros se realizó de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 4103 para Fresa.

3.5.2.1. Sólidos solubles (°Brix)

Se determinó por triplicado mediante la norma NTE INEN-ISO 2173 (INEN 2013c). Se realizó la medición de sólidos solubles del filtrado de una muestra triturada con el uso de un refractómetro.

3.5.2.2. pH

Primeramente, se seleccionó las fresas, luego se lavó superficialmente para eliminar cualquier contaminante superficial, seguidamente se cortó una sección de cada una de las fresas y se colocó en un vaso de precipitado, donde se añadió agua destilada en una proporción adecuada para obtener una muestra representativa, como siguiente paso se procedió a calibrar el peachímetro según las instrucciones del fabricante, una vez calibrado el medidor se sumergió el electrodo en la solución de muestra preparada y se esperó a que el valor del pH se estabilice en el medidor para que luego se tome lectura.



3.5.2.3. Acidez titulable

Se determinó por medio del método de titulación potenciométrica. Se expresa como porcentaje de ácido cítrico y se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Ácido cítrico} = \frac{V_i * N}{V_2} * k * 100$$

Donde:

V_i = volumen de NaOH consumido (ml)

V_2 = volumen de muestra (5ml)

K = peso equivalente del ácido cítrico (0,064g/meq)

N = normalidad del NaOH (0,1 meq/ml)

3.5.2.4. Índice de madurez

Se obtuvo mediante la relación entre el valor mínimo de los sólidos solubles totales y el valor máximo de la acidez titulable. Se expresa como °Bx/% ácido cítrico (Dobronsky, 2013).

$$\text{Índice de madurez} = \frac{\text{S.S.T}}{\text{Acidez titulable}}$$

3.5.3. Análisis de la vida útil

El tiempo de vida útil se realizó mediante el análisis de la pérdida de peso de la fresa, en función del tiempo de almacenamiento y ajustando los datos obtenidos a una ecuación cinética de primer orden (Ramos y Ferrer, 2020). Se



estableció como límite de vida útil de la fresa un 4 % de pérdida de su peso, y se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% Pp = \% PPO + k * t$$

$$\% Pp = \% PPO + k * t$$

Donde:

$\% Pp$ = pérdida de peso a tiempo t (%)

$\% PPO$ = pérdida de peso inicial (%)

t = tiempo de almacenamiento (días)

k = constante de velocidad de reacción (% * días⁻¹)

3.5.4. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó por medio de los psicrófilos los cuales pueden crecer en condiciones de refrigeración, afectando la calidad y reduciendo la vida útil de las fresas para evaluar el comportamiento y el crecimiento de estos microorganismos se realizó en base a la siguiente fórmula (Medina, 2006):

$$T_{vu} = \frac{Ln \frac{M_t}{M_o}}{K}$$

Donde:

T_{vu} = tiempo de vida útil (días).

M_o = recuento inicial de microorganismo.

M_t = recuento de bacterias considerado como un riesgo alimentario.



K = constante aparente de reacción.

Finalmente, los análisis de datos se realizaron con la prueba estadística ANOVA. La comparación de diferencias entre las medias de los datos se realizó mediante la prueba de Tukey. Se consideraron significativas las diferencias al nivel de $p \leq 0,05$ mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistics.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA FRESA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALMIDÓN DE MAÍZ

Para la evaluación de las características fisicoquímicas de la fresa, se evaluaron los parámetros de: Sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), pH, Acidez titulable, Índice de madurez; los cuales fueron evaluados en el tiempo de almacenamiento de la materia prima.

4.1.1. Sólidos solubles

Tabla 4

Análisis de varianza para la evaluación de los sólidos solubles

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	26.281	9	2.920	33.360	<0.001*
Días de almacenamiento	302.492	4	75.623	863.935	<0.001*
Tratamiento * Días de almacenamiento	18.598	36	0.517	5.902	<0.001*
Error	8.753	100	0.088		
Total	14885.870	150			

Nota: a. R al cuadrado = 0.975 (R al cuadrado ajustada = 0.963); *Sig.<0.05 determina diferencia significativa.

Como se puede observar en la tabla 4, los factores evaluados: tratamiento aplicado y días de almacenamiento presentan una significancia menor a 0.05; por lo tanto, ambos factores tienen efectos significativos en los valores de sólidos

solubles de la fresa. Para evaluar el efecto de cada uno de los factores, se aplicó la prueba de Tukey, encontrando los siguientes valores:

Tabla 5

Prueba de Tukey para sólidos solubles según el tratamiento aplicado

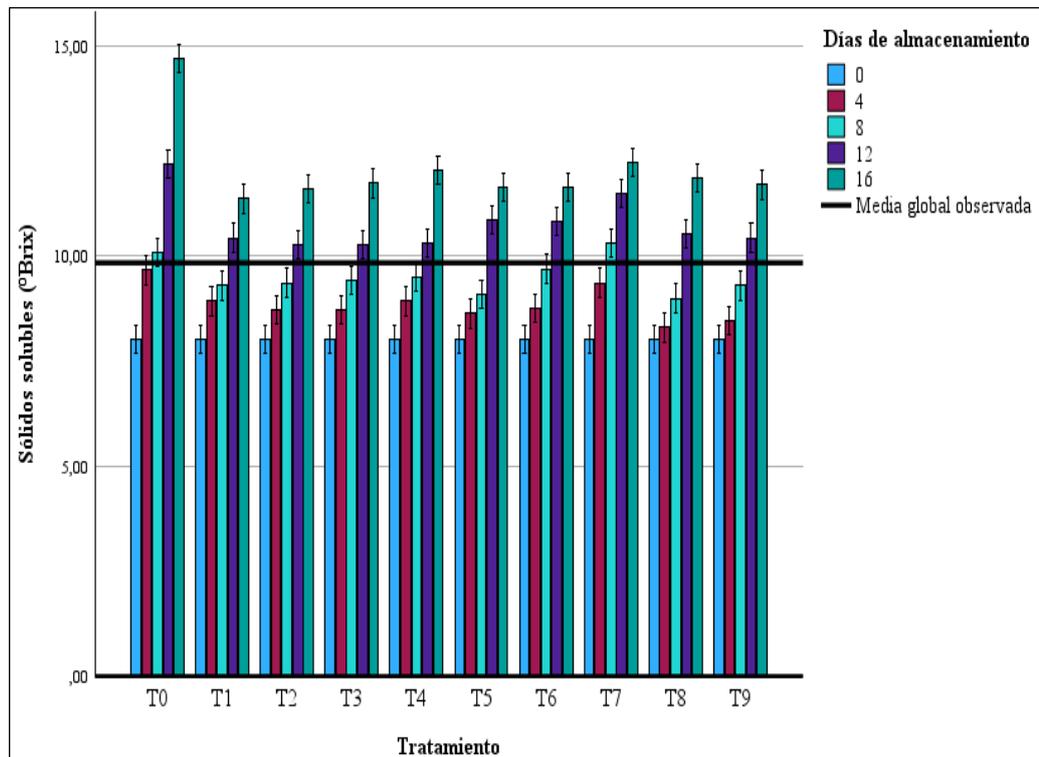
Tratamiento	Subconjunto		
	1	2	3
T8	9.546		
T9	9.586		
T2	9.600		
T1	9.613		
T3	9.640		
T5	9.653		
T4	9.760		
T6	9.793		
T7		10.286	
T0			10.940
Sig.	0.409	1.000	1.000

Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

En la tabla 5, se especifica la prueba de Tukey realizado a los 10 tratamientos (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9) en función del parámetro sólidos solubles a partir de ello se determina que el tratamiento T0 muestra una media de 10.940 °Brix, asumiéndose que las fresas producidas en este tratamiento se producen con un elevado contenido de sólidos solubles, mientras que el tratamiento T8 tiene los menores rangos con un resultado de 9.546 °Brix.

Figura 3

Sólidos solubles en °Brix por tratamiento



Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS.

En relación a los °Brix evaluados en los tratamientos de recubrimiento comestible de almidón de maíz en diferentes proporciones y tiempos de inmersión, aplicado en fresas, el tratamiento control (T0) alcanza el mayor contenido de sólidos solubles, llegando hasta un valor promedio de 14.7 °Brix en el día 16 de almacenamiento, mientras que, los demás tratamientos de recubrimiento comestible de almidón de maíz, alcanzaron valores promedio menores a 12.5 °Brix hasta los 16 días de almacenamiento de la fresa. A medida que incrementan los días de almacenamiento, aumenta el contenido de sólidos solubles en la fresa. Siendo diferente con lo mencionado por Suriati et al., (2021) quienes lograron mejores resultados a los 3 días, una calidad de 4.0 °Brix en los sólidos solubles de la fresa, y similar a lo mencionado por Hipo (2023).

4.1.2. pH

Tabla 6

Análisis de varianza para la evaluación del pH según tratamiento

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	media cuadrática		sig.
Tratamiento	0.154		0.017	6.140	0.001
Días de almacenamiento	0.121		0.030	8.461	0.001
Tratamiento * Días de almacenamiento	0.067	6	.002	0.748	0.016
Error	0.106	00	0.001		
Total	1910.755	50			

Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS.

Como se puede observar en la tabla 6, los factores evaluados: tratamiento aplicado y días de almacenamiento presentan una significancia menor a 0.05; por lo tanto, ambos factores tienen efectos significativos en el pH de la fresa. Para evaluar el efecto de cada uno de los factores, se aplicó la prueba de Tukey, encontrando los siguientes valores:



Tabla 7

Prueba de Tukey para pH según el tratamiento aplicado

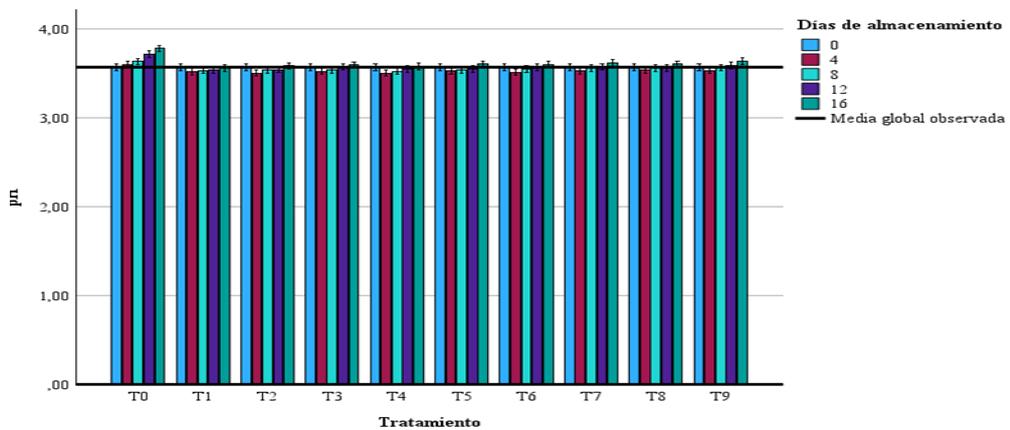
Tratamiento	Subconjunto	
	1	2
T1	3.54	
T4	3.54	
T2	3.54	
T5	3.55	
T3	3.55	
T6	3.56	
T8	3.56	
T7	3.57	
T9	3.57	
T0		3.65
Sig.	0.10	1.00

Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

En la tabla 7, se especifica la prueba de Tukey realizado a los 10 tratamientos (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9) en función del parámetro pH, a partir de ello se determina que el tratamiento T0 muestra una media de 3.65, considerado dentro de un pH ácido; mientras que los tratamientos T1, T4 y T2 tienen los menores rangos con un resultado de 3.54. los cuales se consideran mucho más bajos que el tratamiento control (T0).

Figura 4

Evaluación de pH según tratamiento



Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

En relación al pH evaluado en los tratamientos de recubrimiento comestible de almidón de maíz en diferentes proporciones y tiempos de inmersión, aplicado en fresas, en el tratamiento control (T0) se alcanza el mayor contenido de pH, llegando hasta un valor promedio de 3.65 en el día 16 de almacenamiento, mientras que, los demás tratamientos de recubrimiento comestible de almidón de maíz, alcanzaron valores promedio menores (T1, T4 y T2) con un resultado de 3.54, los cuales se consideran mucho más bajos que el tratamiento control (T0). Ello, difiere con lo mencionado por Suriati et al., (2021) quienes lograron mejores resultados a los 3 días, una calidad de 3.39 en el pH de la fresa. Por otro lado, Hipo (2023) señaló que obtuvo un pH de 3.7 y 7.9 °Brix, logrando una conservación de calidad de las fresas con almidón de zanahoria.

4.1.3. Acidez titulable

Tabla 8

Análisis de varianza para la evaluación de acidez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	0.01	9	0.00	4.12	<0.001*
Días de almacenamiento	0.46	4	0.12	694.32	<0.001*
Tratamiento * Días de almacenamiento	0.01	36	0.000	2.31	<0.001*
Error	0.02	100	0.000		
Total	111.17	150			

Nota: a. R al cuadrado =0.96 (R al cuadrado ajustada = 0.95); *Sig.<0.05 determina diferencia significativa.

Como se puede observar en la tabla 8, los factores evaluados: tratamiento aplicado y días de almacenamiento presentan una significancia menor a 0.05; por lo tanto, ambos factores tienen efectos significativos en la acidez de la fresa. Para evaluar el efecto de cada uno de los factores, se aplicó la prueba de Tukey, encontrando los siguientes valores:

Tabla 9

Prueba de Tukey para acidez según el tratamiento aplicado

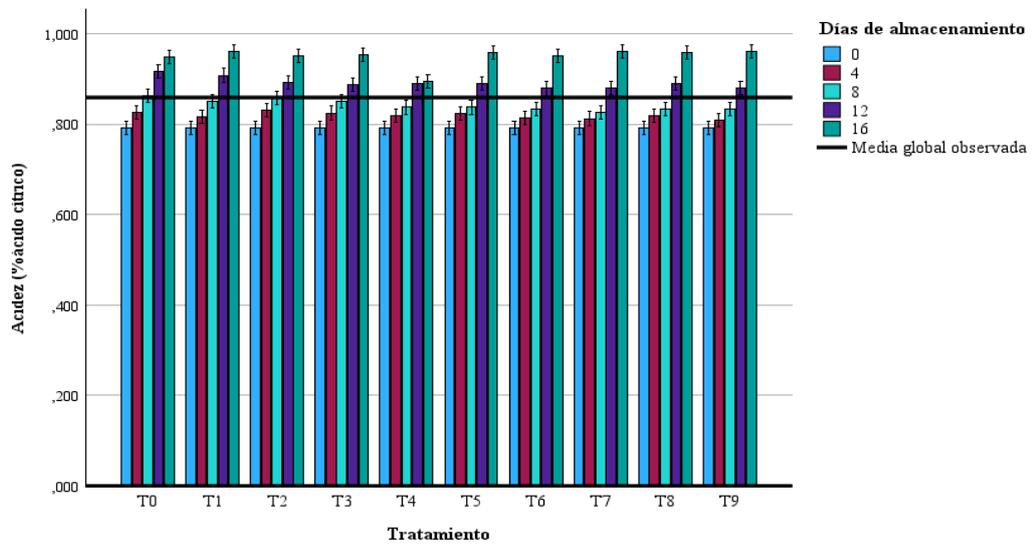
Tratamiento	Subconjunto		
	1	2	3
T4	0.84		
T6	0.85	0.85	
T7	0.85	0.85	0.85
T9	0.85	0.85	0.85
T8	0.85	0.85	0.80
T5	0.86	0.86	0.86
T3	0.86	0.86	0.86
T2		0.86	0.86
T1		0.86	0.86
T0			0.86
Sig.	0.06	0.29	0.06

Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

En la tabla 9, se especifica la prueba de Tukey realizado a los 10 tratamientos (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9) en función del parámetro acidez a partir de ello se determina que el tratamiento T0 muestra una media de 0.86, asumiéndose que las fresas evaluadas en este tratamiento se producen con un elevado contenido de acidez, mientras que el tratamiento T8 tiene los menores rangos con un resultado de 0.80 de acidez.

Figura 5

Acidez evaluada según tratamiento



Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

En relación a la acidez evaluada en los tratamientos de recubrimiento comestible de almidón de maíz donde el tratamiento control (T0) alcanza el mayor contenido de acidez, llegando hasta un valor promedio 0.86; de la misma manera los tratamientos T1, T2, T3 y T5 muestran los mismos niveles de acidez, mientras que el T4 tiene un nivel de acidez de 0.84 transcurrido un periodo de 16 días de almacenamiento, por lo tanto el nivel de ácido cítrico en las fresas es un indicador importante de su sabor, conservación y propiedades nutricionales.

Siendo algo similar con lo mencionado por Juárez (2022), quien afirmó que con el recubrimiento de maíz a temperatura elevadas permite un efecto positivo en las características fisicoquímicas del pimentón rojo, en el caso de Farida et al. (2023), indica que las concentraciones óptimas para la mejora de la calidad de las fresas cv. Tochiotome fueron 25% de gel de AV con 1% de NC, obteniéndose una acidez titulable (0.74 mL). Así mismo, para Palacios (2022), con el aumento de maduración, se logró observar una descenso del contenido de acidez titulable.

4.1.4. Índice de madurez

Tabla 10

Análisis de varianza para la evaluación del índice de madurez

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	30.40	9	3.37	22.80	<0.001*
Días de almacenamiento	123.40	4	30.85	208.20	<0.001*
Tratamiento * Días de almacenamiento	27.00	36	0.75	5,06	<0.001*
Error	14.81	100	0.14		
Total	1970491	50			

Nota: a. R al cuadrado = 0.924 (R al cuadrado ajustada = 0.887); *Sig.<0.05 determina diferencia significativa.



Como se puede observar en la tabla 10, los factores evaluados: tratamiento aplicado y días de almacenamiento presentan una significancia menor a 0.05; por lo tanto, ambos factores tienen efectos significativos en el índice de madurez de la fresa. Para evaluar el efecto de cada uno de los factores, se aplicó la prueba de Tukey, encontrando los siguientes valores:

Tabla 11

Prueba de Tukey para el índice de madurez según el tratamiento aplicado

Tratamiento	Subconjunto		
	1	2	3
T2	11.05		
T8	11.06		
T1	11.06		
T3	11.14		
T9	11.16		
T5	11.17		
T6	11.42		
T4	11.49		
T7		11.98	
T0			12.47
Sig.	0.06	1.00	1.00

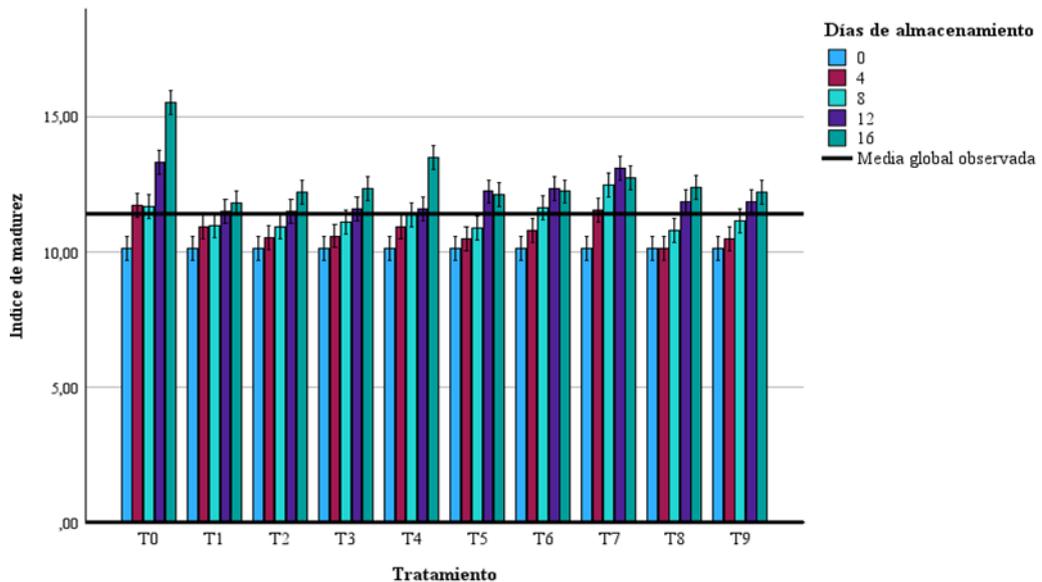
Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

En la tabla 11, se especifica la prueba de Tukey realizado a los 10 tratamientos (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9) en función del parámetro índice de madurez a partir de ello se determina que el tratamiento T0, muestra una

media de 12.47 °Brix, asumiéndose que las fresas producidas en este tratamiento se producen con un elevado índice de madurez, mientras que el tratamiento T2 tiene los menores rangos con un resultado de 11.05 °Brix.

Figura 6

Índice de madurez según tratamiento aplicado



Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

En relación al índice de madurez evaluados en los tratamientos de recubrimiento comestible de almidón de maíz aplicado en fresas, en la figura 6, se observa que con el tratamiento control (T0) se alcanza el mayor índice de madurez, llegando hasta un valor promedio de 12.47 °Brix en el día 16 de almacenamiento, mientras que los demás tratamientos de recubrimiento comestible de almidón de maíz, alcanzaron valores promedio menores a 11.98 °Brix hasta los 16 días de almacenamiento de la fresa. A medida que incrementan los días de almacenamiento, aumenta el índice de madurez en la fresa. Esto, puede ser comparado con lo indicado por Condori & Magaña (2020), quienes lograron un mejor índice de madurez, considerando un mejor recubrimiento a los 15 días, lo que es muy similar a lo observado por Suriati et al. (2021).

4.2. VIDA ÚTIL DE LA FRESA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE ALMIDÓN DE MAÍZ SEGÚN LA PÉRDIDA DE PESO

Para evaluar la vida útil de la fresa aplicando recubrimiento comestible de almidón de maíz en distintas proporciones y tiempos de inmersión, se determinó el porcentaje de pérdida de peso según los días de almacenamiento evaluados (0, 4, 8, 12 y 16); para hallar las fórmulas correspondientes en las gráficas lineales y determinar el tiempo de vida útil en cada tratamiento de recubrimiento comestible aplicado, se ha considerado un 4% de pérdida de peso como valor límite.

4.2.1. Pérdida de peso

Tabla 12

Análisis de varianza para la evaluación de pérdida de peso

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	g	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	1507.61	9	167.51	5.92	<0.001*
Días de almacenamiento	3576.99	4	894.24	31.65	<0.001*
Tratamiento * Días de almacenamiento	1686.36	36	46.84	1.65	0.026*
Error	2825.30	100	28.25		
Total	15401.52	150			

Nota: a. R al cuadrado =0.706 (R al cuadrado ajustada = 0.561); *Sig.<0.05 determina diferencia significativa.

Como se puede observar en la tabla 12, los factores evaluados: tratamiento aplicado y días de almacenamiento presentan una significancia menor a 0.05; por

lo tanto, ambos factores tienen efectos significativos en la pérdida de peso de la fresa, por separado y en conjunto. Para evaluar el efecto de cada uno de los factores, se aplicó la prueba de Tukey, tal como se observa en la tabla 13.

Tabla 13

Prueba de Tukey para la pérdida de peso según el tratamiento aplicado

Tratamiento	Subconjunto		
	1	2	3
T7	1.85		
T6	2.63		
T4	3.44		
T9	4.54	4.54	
T5	6.09	6.09	
T3	6.40	6.40	6.40
T8	7.18	7.18	7.18
T0	7.20	7.20	7.20
T2		10.47	10.47
T1			12.38
Sig.	0.16	0.08	0.07

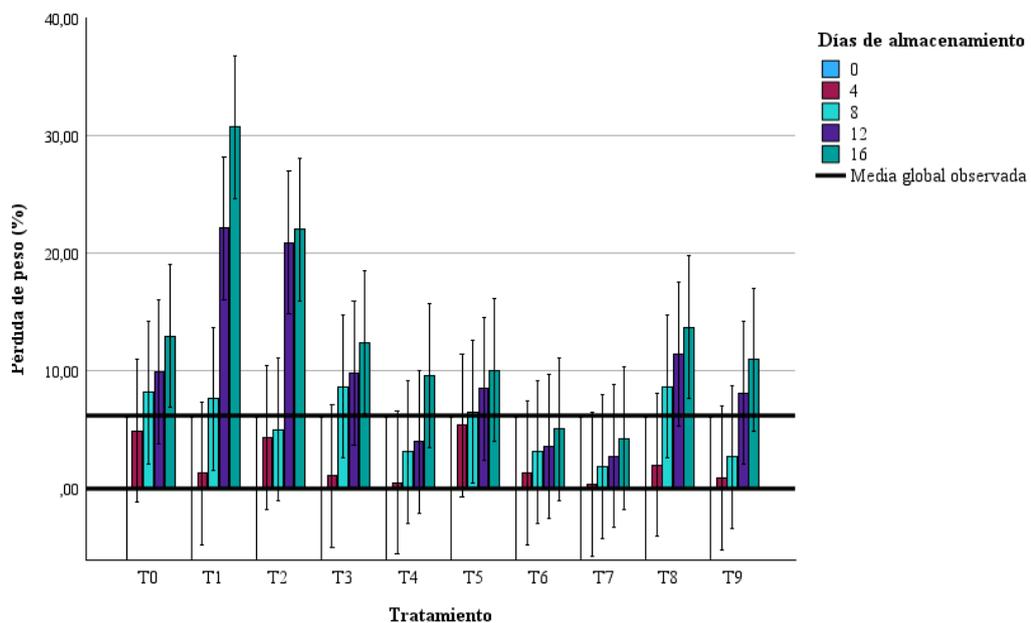
Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

Para evaluar el efecto de las variables que determinan los tratamientos aplicados, se realizó la prueba Tukey a la concentración y el tiempo de inmersión. Con respecto a la pérdida de peso evaluada en los tratamientos de recubrimiento comestible de almidón de maíz en diferentes proporciones y tiempos de inmersión, aplicado en fresas, en T1 (1% de almidón de maíz y 1 min de inmersión) se alcanza

el mayor porcentaje de pérdida de peso, llegando hasta un promedio de 30.76% en el día 16 de almacenamiento, mientras que, los demás tratamientos de recubrimiento comestible de almidón de maíz, alcanzaron valores promedio menores a 22.07% hasta los 16 días de almacenamiento de la fresa. A medida que incrementan los días de almacenamiento, aumenta el porcentaje de pérdida de peso en la fresa

Figura 7

Pérdida de peso evaluado según tratamiento



Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

En la figura 7, se observa la gráfica realizada a los 10 tratamientos (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9) en función de la pérdida de peso de la fresa de esa forma el tratamiento T1, muestra la mayor pérdida de peso de la misma manera el tratamiento T7, tiene el menor índice de pérdida de peso. Los resultados difieren de Hipo (2023), debido a que afirmó que con los almidones como recubrimiento de fresas se logra una menor pérdida de peso (4.5%), pero, Ramos & Ferrer (2020), mencionaron que con un 2% de almidón y 10 min de inmersión

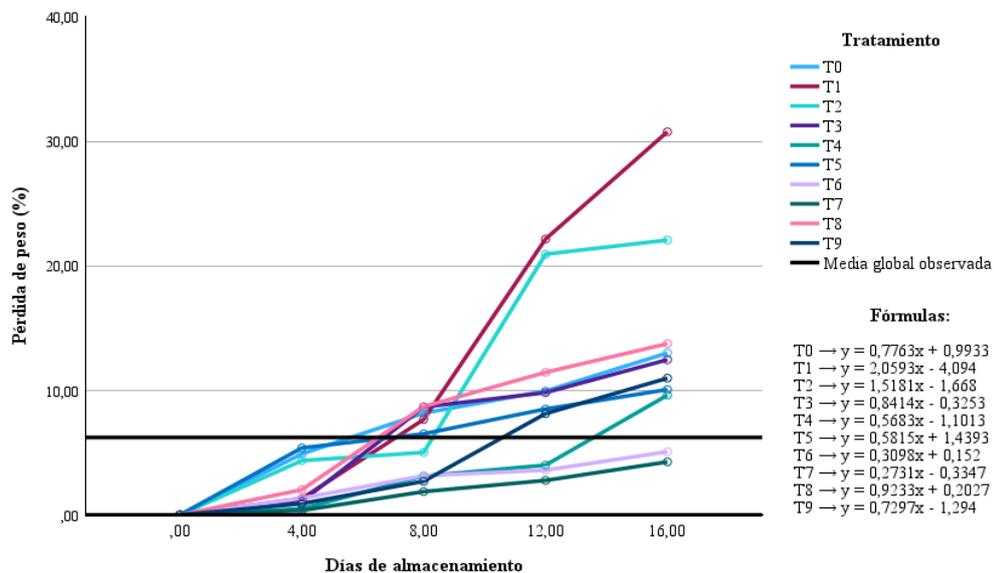
se logró una menor pérdida de peso. Por otro lado Vargas & Mora (2023), afirmaron que, el recubrimiento de almidón de yuca, logró una pérdida de peso de 7.6% y 19.2% cuando se le aplica a la papaya y también al plátano. Así mismo, Hernandez (2021), en el tratamiento T2, evidenció una menor pérdida de peso y el tratamiento T3 mejoró la apariencia y calidad de fresas.

4.2.2. Vida útil

Para la determinación del tiempo de vida útil, se tomaron en cuenta los datos encontrados con respecto a los porcentajes de pérdida de peso en relación a los días de almacenamiento. Para ello, se elaboró una gráfica lineal con los promedios, con la finalidad de determinar las fórmulas lineales correspondientes a cada tratamiento.

Figura 8

Pérdida de peso según tratamiento



Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

Con las ecuaciones encontradas, se determinaron los valores de % PPO (pérdida de peso inicial) y k (constante de velocidad de reacción) para cada

tratamiento, considerando un valor aceptable de % PP (pérdida de peso al tiempo “t”) de 4%, que permitió determinar el tiempo de vida útil según la siguiente fórmula:

$$\% Pp = \% PPo + k * t$$

De acuerdo con lo que se observa en el mayor tiempo de vida útil fue de 15.87 días con el tratamiento T7 (2% de almidón de maíz y 1 min de inmersión) en relación a la pérdida de peso de la fresa, presentando menor pérdida de peso en comparación con los demás tratamientos.

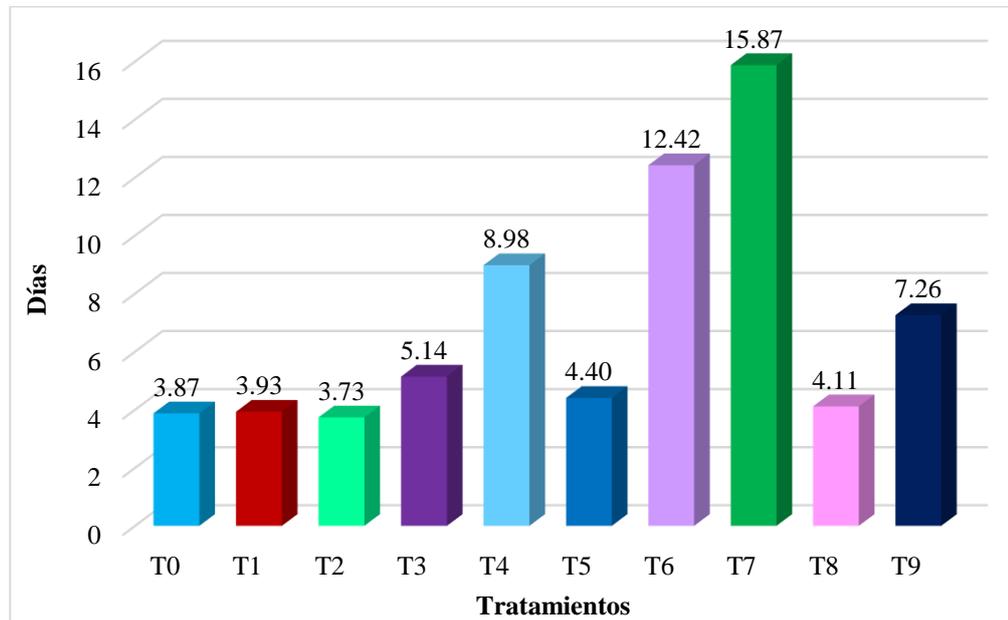
Tabla 14

Tiempo de vida útil de la fresa en los tratamientos aplicados

Tratamiento	%PPo	k	%Pp	t (días)
0	0.9933	0.7763	4	3.87
1	4.094	2.0593	4	3.93
2	-1.668	1.5181	4	3.73
3	0.3253	0.8414	4	5.14
4	-1.1013	0.5683	4	8.98
5	1.4393	0.5815	4	4.40
6	0.152	0.3098	4	12.42
7	-0.3347	0.2731	4	15.87
8	0.2027	0.9233	4	4.11
9	-1.294	0.7297	4	7.26

Figura 9

Tiempo de vida útil de la fresa por cada tratamiento



Con el análisis de la vida útil de la fresa en relación a la pérdida de peso evaluada hasta los 16 días de almacenamiento, se determinó que, la pérdida de peso se ve influenciada de manera significativa por la aplicación de recubrimiento comestible de almidón de maíz, evidenciando un mayor tiempo de vida útil en la mayoría de tratamientos aplicados en comparación con el tratamiento control (T0), a excepción de T2 (1% de almidón de maíz y 2 min de inmersión), en el que se obtuvo menor tiempo de vida útil. Por lo tanto, se acepta la hipótesis establecida, que determina lo siguiente: Los recubrimientos comestibles a base de almidón de maíz tienen efecto significativo en la vida útil de las fresas del distrito de Acora, Puno. Esto, difiere de lo mencionado por Ramos & Ferrer (2020), quienes con un 2% de almidón y 10 min de inmersión se lograron una mayor vida útil (6.7 días). Además Vargas & Mora (2023), mencionaron que el recubrimiento de almidón de yuca permitió prolongar la vida útil de forma efectiva de la papaya como del plátano.

4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA FRESA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE ALMIDÓN DE MAÍZ

Para evaluar los tratamientos en relación a un análisis microbiológico, se determinó identificar la constante aparente de reacción (K) de los psicrófilos, teniendo como datos iniciales, el tiempo de vida útil (T_{vu}), el recuento inicial de microorganismos (M_o) y el recuento final de microorganismos considerado como un riesgo alimentario (M_t), según la siguiente fórmula:

$$T_{vu} = \frac{\ln \frac{M_t}{M_o}}{K}$$

Los valores para T_{vu} se obtuvieron del análisis previo de vida útil para cada tratamiento, en el caso de M_o se consideró un recuento de 10 psicrófilos según la identificación primaria realizada; mientras que, para los valores de M_t , se determinó un valor de 103, considerado como un recuento de riesgo alimentario según la NTP 011.011 (revisada el 2019). Según los valores encontrados con respecto a la constante aparente de reacción (K) de los psicrófilos en la fresa con recubrimiento comestible de almidón de maíz, se encontró que, con el tratamiento T7 (2% de almidón de maíz y 1 min de inmersión) se obtiene el menor valor de K , siendo 0.29; asimismo, se observa que, en comparación con el tratamiento control (T0), solo el tratamiento T2 (1% de almidón de maíz y 2 min de inmersión) muestra un valor mayor de K (1.23), entonces, siguiendo el análisis de la vida útil, a menor valor de K , mayor tiempo de vida útil; lo que indica que, con la aplicación de este tratamiento, se reduce significativamente la constante de reacción de los psicrófilos. En ese sentido, se afirma que, la aplicación de recubrimientos comestibles de almidón de maíz influye de manera significativa en el análisis microbiológico de la fresa .

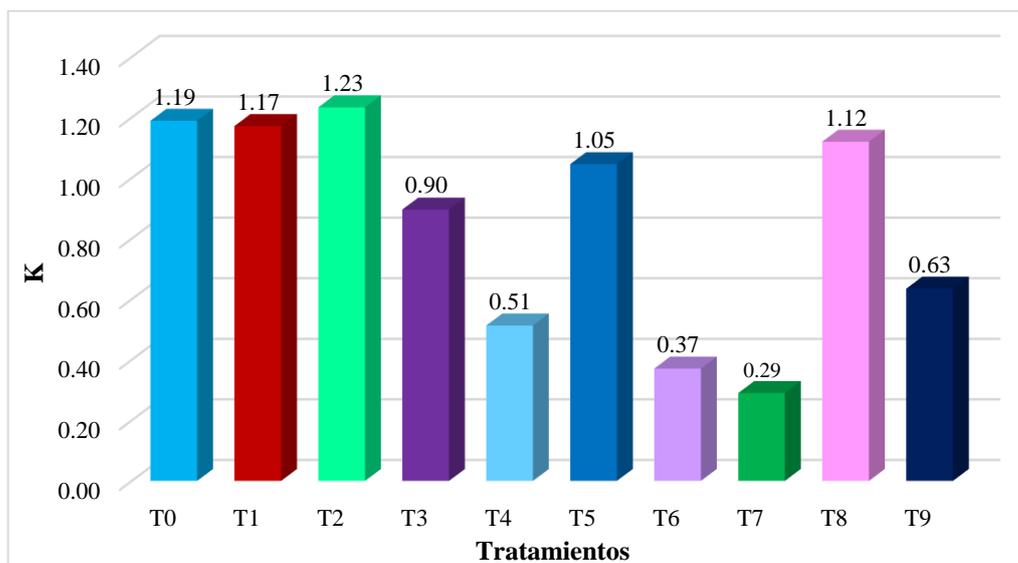
Tabla 15

Análisis microbiológico de la fresa para cada tratamiento

Tratamientos	vu	o	t	
T0	0.87	0	E+03	0.19
T1	0.93	0	E+03	0.17
T2	0.73	0	E+03	0.23
T3	0.14	0	E+03	0.90
T4	0.98	0	E+03	0.51
T5	0.40	0	E+03	0.05
T6	2.42	10	E+03	0.37
T7	5.87	0	E+03	0.29
T8	0.11	0	E+03	0.12
T9	0.26	0	E+03	0.63

Figura 10

Análisis microbiológico de la fresa por tratamiento





Según el análisis microbiológico se reveló que el recubrimiento comestible de almidón de maíz tiene un efecto inhibitorio significativo sobre el crecimiento de microorganismos psicrófilos en las fresas, pues el recubrimiento no solo extiende la vida útil en términos de características fisicoquímicas, sino que también proporciona una barrera efectiva contra la proliferación microbiana. Por lo que, se contextualiza con la investigación de (Hipo, 2023) en la cual, se especificó una evaluación de microbiológica que presentó levaduras y mohos de $1,35E+02$ (UFC/ml) en función a un recubrimiento de zanahoria para las fresas.

Finalmente Yildirim et al. (2022) mencionó que el valor de aceptabilidad de las fresas recubiertas con altas cantidades de recubrimiento fue menor que otras muestras recubiertas y no recubiertas.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: En la determinación del recubrimiento comestible a base de almidón de maíz se obtuvo un efecto significativo en la preservación de las características fisicoquímicas de las fresas durante el almacenamiento, así mismo, un aumento más lento en los sólidos solubles, un menor incremento del pH debido a que el tratamiento control (T0) llegó hasta un valor promedio de 3.78 en el día 16 de almacenamiento, mientras que, los demás tratamientos con recubrimiento comestible de almidón de maíz, alcanzaron valores promedio menores a 3.65, además, de una menor acidez titulable, solo en concentración de almidón de maíz de 1.5%, y en tiempos de inmersión de 1 y 3 min, y un índice de madurez más estable en las fresas recubiertas en comparación con el control, considerando la concentración de 1% y el tiempo de inmersión de 1 minuto.

SEGUNDA: Se determinó que el tratamiento T7 fue el más consistente en un recubrimiento con 2% de almidón de maíz y un tiempo de inmersión de 1 minuto, siendo así el más efectivo para extender la vida útil de las fresas para una duración de 15.87 días, el cual demostró la menor pérdida de peso a lo largo del período de almacenamiento.

TERCERA: El análisis microbiológico reveló que el recubrimiento comestible de almidón de maíz tiene un efecto inhibitorio significativo sobre el crecimiento de microorganismos psicrófilos en las fresas, pues el recubrimiento no solo extiende la vida útil en términos de características fisicoquímicas, sino que también proporciona una barrera efectiva contra la proliferación microbiana, obteniéndose con T7 (2% de almidón de maíz



y 1 min de inmersión) un menor valor de K (0.27); asimismo, en comparación con el tratamiento control (T0), solo T2 (1% de almidón de maíz y 2 min de inmersión) muestra un valor mayor de K (1.23).



VII. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Es sugerible, explorar la posibilidad de incorporar aditivos naturales (como aceites esenciales o extractos de plantas) al recubrimiento de almidón de maíz para potenciar sus efectos preservantes y posiblemente incrementar sus propiedades antimicrobianas.

SEGUNDA: Es recomendable, realizar un estudio de optimización para refinar aún más los parámetros del tratamiento, como también, pruebas de campo en condiciones reales de almacenamiento y transporte para validar la efectividad del recubrimiento en escenarios prácticos.

TERCERA: Se sugiere, ampliar el espectro del análisis microbiológico para incluir otros tipos de microorganismos relevantes en el deterioro de las fresas, como mohos y levaduras, así mismo, es favorable realizar un estudio sobre la posible incorporación de agentes antimicrobianos naturales en el recubrimiento de almidón de maíz para potenciar su efecto inhibitorio sobre el crecimiento microbiano.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Agraria de Noticias. (2020). Puno: El cultivo de fresa se ha convertido en el emprendimiento estrella de Acora. Agraria.pe. <https://agraria.pe/noticias/puno-el-cultivo-de-fresa-se-ha-convertido-en-el-emprendimien-22702>
- Agencia Orbita Noticias. (2021). Tecnología reduce pérdidas en vegetales y frutas sin generar daños a la salud. Revista Industria Alimentaria. <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/tecnologia-reduce-perdidas-en-vegetales-y-frutas-sin-generar-danos-a-la-salud>
- Agencia Peruana de Noticias. (2022). Puno: Presentan el fresatón, la novedad culinaria del festival de fresa orgánica de Acora. Andina.pe. <https://andina.pe/agencia/noticia-puno-presentan-fresaton-novedad-culinaria-del-festival-fresa-organica-acora-913354.aspx>
- Alapont, C., Soriano, P., & Torrejón, J. (2020). Guía para la determinación de la vida útil de los alimentos (1° edición). FEDACOVA.
- Al-Hilifi, S. A., Al-Ali, R. M., Dinh, L. N. M., Yao, Y., & Agarwal, V. (2024). Development of hyaluronic acid based polysaccharide-protein composite edible coatings for preservation of strawberry fruit. *International Journal of Biological Macromolecules*, 259, 128932. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.128932>
- Archundia, A. (2022). Evaluación del almidón de maíz doblemente modificado como agente encapsulante del extracto de hibiscus sabdariffa [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/bitstream/231104/2837/1/AT26490.pdf>



- Armghan Khalid, M., Niaz, B., Saeed, F., Afzaal, M., Islam, F., Hussain, M., Mahwish, Muhammad Salman Khalid, H., Siddeeg, A., & Al-Farga, A. (2022). Edible coatings for enhancing safety and quality attributes of fresh produce: A comprehensive review. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 1817-1847. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2107005>
- Azam, M., Ejaz, S., Naveed Ur Rehman, R., Khan, M., & Qadri, R. (2019). Postharvest Quality Management of Strawberries. En T. Asao & M. Asaduzzaman (Eds.), *Strawberry—Pre- and Post-Harvest Management Techniques for Higher Fruit Quality*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.82341>
- Barrero, J. E. (2022). *Apuntes sobre Metodologías de la Investigación Científica* (Primera edición). Colecciones Culturales Editores Impresores.
- Barrientos, E., Sotelo, M., & Hoyos-Patiño, J. (2023). *Metodología de la investigación. Guía práctica para la formulación de proyectos de investigación con ejemplos en áreas de administración y diseño*. (Primera edición). Ecoe Ediciones S.A.S. https://www.researchgate.net/publication/377656176_Metodologia_de_la_investigacion_Guia_practica_para_la_formulacion_de_proyectos_de_investigacion_con_ejemplos_en_areas_de_administracion_y_diseño
- Bojarczuk, A., Skąpska, S., Mousavi Khaneghah, A., & Marszałek, K. (2022). Health benefits of resistant starch: A review of the literature. *Journal of Functional Foods*, 93, 105094. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105094>
- Condori, A., & Magaña, E. (2020). Incremento de la vida útil de guayaba en postcosecha aplicando recubrimiento comestible a base de almidones de legumbres (*Phaseolus vulgaris* L., *Lens culinaris*), proteína de soya (*Glycine max*) y aceite esencial de



muña (*Minthostachys setosa*) [Universidad Católica de Santa María].
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9862>

Coral, D. (2010). Influencia del hidróxido de calcio en las propiedades físico químicas del almidón de maíz [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3414/diegofernandocoral.2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

De Bruno, A., Gattuso, A., Ritorto, D., Piscopo, A., & Poiana, M. (2023). Effect of Edible Coating Enriched with Natural Antioxidant Extract and Bergamot Essential Oil on the Shelf Life of Strawberries. *Foods*, 12(3), Article 3.
<https://doi.org/10.3390/foods12030488>

Departamento de Agricultura de Carolina del Norte y Servicios al Consumidor. (2020). Food and Drug Protection Division.
<https://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/Fresas.pdf>

Días Panimboza, D. P. (2023). Determinación del efecto de agrozoil sobre la incidencia de necrosis radical de fresa *Fragaria x ananassa* (Duchesne) variedad monterrey [bachelorThesis].
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/38128>

Dobronsky, J. (2013). Evaluación físico química del fruto de fresa (*fragaria vesca* l.) en almacenamiento, en el Cantón Cevallos de la Provincia de Tungurahua. *Investigación y Desarrollo*, 6(2), Article 2.

Farida, F., Sauman, J., Mubarok, S., Akutsu, M., Noviyanti, K., & Nur Rahmat, B. (2023). Variability of Strawberry Fruit Quality and Shelf Life with Different Edible



Coatings. Horticultrae, 9(7), Article 7.

<https://doi.org/10.3390/horticultrae9070741>

Guamán, A. (2022). Obtención de ácido láctico a partir de almidón de maíz chulpi (zea mays sacchara) utilizando la fermentación de bacterias ácido lácticas, para su uso en la industria cosmética [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17719/1/96T00785.pdf>

Guevara-Terán, M., Gonzalez-Paramás, A. M., Beltrán-Noboa, A., Giampieri, F., Battino, M., Tejera, E., & Alvarez-Suarez, J. M. (2023). Influence of altitude on the physicochemical composition and antioxidant capacity of strawberry: A preliminary systematic review and meta-analysis. *Phytochemistry Reviews*, 22(6), 1567-1584. <https://doi.org/10.1007/s11101-022-09834-z>

Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., & Arias, J. (2023). Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis (1.a ed.). Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>

Han, C., Zhao, Y., Leonard, S. W., & Traber, M. G. (2004). Recubrimientos comestibles para mejorar la capacidad de almacenamiento y aumentar el valor nutricional de las fresas (*Fragaria × ananassa*) y las frambuesas (*Rubus ideaus*) frescas y congeladas. *Postharvest Biology and Technology*, 33(1), 67-78. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.01.008>

Hernandez Carrillo, J. G. (2021, Septiembre 22). Efecto de recubrimientos comestibles de pectina con reuterina sobre las propiedades fisicoquímicas de fresas en refrigeración [Memoria in extenso]. Academia Mexicana de Investigación y



Docencia en Ingeniería Química.

<https://cathi.uacj.mx/handle/20.500.11961/20154>

Hernández-Martínez, N. R., Blanchard, C., Wells, D., & Salazar-Gutiérrez, M. R. (2023).

Current state and future perspectives of commercial strawberry production: A review. *Scientia Horticulturae*, 312, 111893.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111893>

Hipo, A. (2023). Elaboración, y caracterización de recubrimientos comestibles, obtenidas del almidón de zanahoria blanca, utilizadas para conservar fresas [Universidad Politécnica de Chimborazo].

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21753>

Juárez, A. (2022). Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (*Zea mays* L.) y de la temperatura de secado sobre características fisicoquímicas y sensoriales de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (*Capsicum annuum* L.) [Universidad Privada Antenor Orrego].

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/9134>

Kamda, A., Ponka, R., Frazzoli, C., & Fokou, E. (2021). Waste of Fresh Fruits in Yaoundé, Cameroon: Challenges for Retailers and Impacts on Consumer Health. *Agriculture*, 11(2), 89. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020089>

Khodaei, D., Hamidi, Z., & Rahmati, E. (2021). Effect of edible coatings on the shelf-life of fresh strawberries: A comparative study using TOPSIS-Shannon entropy method. *NFS Journal*, 23, 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.02.003>

Khodaei, D., Hamidi-Esfahani, Z., & Rahmati, E. (2021). Effect of edible coatings on the shelf-life of fresh strawberries: A comparative study using TOPSIS-Shannon



entropy method. NFS Journal, 23, 17-23.

<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.02.003>

López, D. (2024). Propiedades físicoquímicas, estructurales y funcionales del almidón de Maíz Cacahuacintle [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Chapingo].
<https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/d26ca8f7-33b3-4d07-8e9d-4b42905fbc89/content>

Lozano-Lévano, C., Zavaleta-Rengifo, A., & Villaseca-Robertson, A. (2023). Evaluación microbiológica de la vida útil de nectar de durazno con propóleo como conservante natural. *Revista Biotiempo*, 19(2), 177-184.
<https://doi.org/10.31381/biotempo.v19i2.4843>

Makule, E., Dimoso, N., & Tassou, S. A. (2022). Precooling and Cold Storage Methods for Fruits and Vegetables in Sub-Saharan Africa—A Review. *Horticulturae*, 8(9), 776. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8090776>

Maringgal, B., Hashim, N., Mohamed Amin Tawakkal, I. S., & Muda Mohamed, M. T. (2020). Recent advance in edible coating and its effect on fresh/fresh-cut fruits quality. *Trends in Food Science & Technology*, 96, 253-267.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.024>

Mazzoni, L., Di Vittori, L., Balducci, F., Forbes-Hernández, T. Y., Giampieri, F., Battino, M., Mezzetti, B., & Capocasa, F. (2020). Sensorial and nutritional quality of inter and intra—Specific strawberry genotypes selected in resilient conditions. *Scientia Horticulturae*, 261, 108945. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108945>

Medina, A. (2006). Influencia del mantenimiento de la cadena de frío controlada en la vida útil, calidad microbiológica, físico química y organoléptica en fresas tipo



exportación [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana].
<http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8286>

Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. (2020). Especificaciones técnicas de alimentos que forman parte de la prestación del Servicio Alimentario 2021 del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma. Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma.
<https://info.qaliwarma.gob.pe/datpub/uop/catalogo/2021/03-ALMIDON-DE-MAIZ.pdf?v=1.0>

Momin, M., Jamir, A., Ankalagi, N., Chanu, T., & Bijaya, O. (2021). Edible coatings in fruits and vegetables: A brief review. 10, 71-78.

Mora, R., Feregrino, A., & Contreras, M. (2021). Recubrimientos comestibles para extender la vida de anaquel de productos hortofrutícolas. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(4), 4605-4625.

Muley, A. B., & Singhal, R. S. (2020). Extensión de la vida útil poscosecha de fresas (*Fragaria ananassa*) mediante un recubrimiento de conjugado de quitosano y aislado de proteína de suero. Food Chemistry, 329, 127213.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127213>

Neri, J. C., Meléndez-Mori, J. B., Tejada-Alvarado, J. J., Vilca-Valqui, N. C., Huaman-Huaman, E., Oliva, M., & Goñas, M. (2022). An Optimized Protocol for Micropropagation and Acclimatization of Strawberry (*Fragaria × ananassa* Duchesne) Variety ‘Aroma’. Agronomy, 12(4), Article 4.
<https://doi.org/10.3390/agronomy12040968>



- Nunes, C., Silva, M., Farinha, D., Sales, H., Pontes, R., & Nunes, J. (2023). Edible Coatings and Future Trends in Active Food Packaging–Fruits’ and Traditional Sausages’ Shelf Life Increasing. *Foods*, 12(17), Article 17. <https://doi.org/10.3390/foods12173308>
- Palacios, T. (2022). Aplicación de extracto de cabuya azul (*Agave salmiana*) en el recubrimiento de fresas para su conservación en refrigeración [Tesis de Posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2076>
- Perez-Vazquez, A., Barciela, P., Carpena, M., & Prieto, M. A. (2023). Edible Coatings as a Natural Packaging System to Improve Fruit and Vegetable Shelf Life and Quality. *Foods*, 12(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/foods12193570>
- Porter, M., Fan, Z., Lee, S., & Whitaker, V. M. (2023). Strawberry breeding for improved flavor. *Crop Science*, 63(4), 1949-1963. <https://doi.org/10.1002/csc2.21012>
- Priya, K., Thirunavookarasu, N., & Chidanand, D. (2023). Recent advances in edible coating of food products and its legislations: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, 100623. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100623>
- Ramos, M., & Ferrer, Y. (2020). Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de cidrayota (*Sechium edule*) de la variedad virens levisenla calidad y vida útil de la fresa (*Fragaria ananassa*) [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31413>
- Romero, H., Real, J., Ordoñez, J., Gavino, G., & Saldarriaga, G. (2022). Metodología de la investigación. *ACVENISPROH Académico*. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/ACLIB0017>



- Rosero, A., Espinoza, P., & Fernández, L. (2020). Recubrimientos comestibles con materiales micro/nanoestructurados para la conservación de frutas y verduras: Una revisión. *Analítica especial*, 180(4), 30.
- Sánchez-Gómez, C., Posé, D., & Martín-Pizarro, C. (2022). Insights into transcription factors controlling strawberry fruit development and ripening. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1022369>
- Sandhu, K. S., & Singh, N. (2007). Some properties of corn starches II: Physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties. *Food Chemistry*, 101(4), 1499-1507. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.060>
- Suriati, L., Ni Made, S., & Bria, W. (2021). Edible Coating of Aloe Gel for Maintain Quality of Strawberry Fruit During Storage. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 709(1), 012029. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/709/1/012029>
- Taban, A., Haghighi, T. M., Mousavi, S. S., & Sadeghi, H. (2024). Are edible coatings (with or without essential oil/extract) game changers for maintaining the postharvest quality of strawberries? A meta-analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 216, 113082. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.113082>
- Tripathi, A. D., Sharma, R., Agarwal, A., & Haleem, D. R. (2021). Nanoemulsions based edible coatings with potential food applications. *International Journal of Biobased Plastics*, 3(1), 112-125. <https://doi.org/10.1080/24759651.2021.1875615>
- Tumbariski, Y., Nikolova, R., Petkova, N., Ivanov, I., & Lante, A. (2019). Biopreservation of Fresh Strawberries by Carboxymethyl Cellulose Edible Coatings Enriched with



a Bacteriocin from *Bacillus methylotrophicus* BM47. *Food technology and biotechnology*, 57(2), 230-237. <https://doi.org/10.17113/ftb.57.02.19.6128>

Urango, L. A. (2018). *Componentes del maíz en la nutrición humana*. Fondo Editorial Biogénesis.

Vargas, L., & Mora, I. (2023). Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca (*Manihot esculenta*) en la conservación post-cosecha de papaya (*Carica papaya*) y plátano (*Musa paradisiaca*) [Universidad Amazónica de Madre de Dios]. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/995>

Yıldırım, M., Şeker, M., & Sadıkoğlu, H. (2022). Effect of grape derivatives and cross-linked maize starch coatings on the storage life of strawberry fruit. *Progress in Organic Coatings*, 167, 106850. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.106850>

Yıldırım-Yalçın, M., Şeker, M., & Sadıkoğlu, H. (2022). Effect of grape derivatives and cross-linked maize starch coatings on the storage life of strawberry fruit. *Progress in Organic Coatings*, 167, 106850. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.106850>

vída útil de la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz durante 16 días. con respecto a la pérdida de peso?

útil de la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz durante 16 días. con respecto a la pérdida de peso.

de la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz durante 16 días. con respecto a la pérdida de peso.

V2:
Vída útil de las fresas

PE3: ¿Cuál será el resultado del análisis microbiológico a la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz?

OE3: Realizar un análisis microbiológico a la fresa con recubrimiento comestible a base de almidón de maíz.

HE3: El análisis microbiológico del recubrimiento comestible de almidón de maíz tiene un efecto inhibitorio significativo sobre el crecimiento de microorganismos psicrófilos en las fresas.



Anexos 2. Resultados del análisis estadístico descriptivo de los sólidos solubles

Tratamiento	Días de almacenamiento	Media	Desv. estándar
0	0	8.03	0.15
	4	9.67	0.35
	8	10.10	0.20
	12	12.20	0.40
	16	14.70	1.01
T1	0	8.03	0.15
	4	8.93	0.15
	8	9.30	0.20
	12	10.43	0.35
	16	11.36	0.20
T2	0	8.03	0.15
	4	8.73	0.25
	8	9.36	0.21
	12	10.26	0.21
	16	11.60	0.20
T3	0	8.03	0.15
	4	8.73	0.55
	8	9.43	0.30
	12	10.26	0.25
	16	11.73	0.15
T4	0	8.03	0.15
	4	8.93	0.41
	8	9.50	0.10
	12	10.30	0.43
	16	12.03	0.15
T5	0	8.03	0.15
	4	8.63	0.50
	8	9.10	0.20
	12	10.86	0.15
	16	11.63	0.15
T6	0	8.03	0.15
	4	8.76	0.25
	8	9.70	0.20



Tratamiento	Días de almacenamiento	Media	Desv. estándar
	12	10.83	0.37
	16	11.63	0.30
T7	0	8.03	0.15
	4	9.36	0.30
	8	10.30	0.36
	12	11,50	0.10
	16	12.23	0.30
T8	0	8.03	0.15
	4	8.30	0.36
	8	9.00	0.20
	12	10.53	0.15
	16	11.86	0.25
T9	0	8.03	0.15
	4	8.46	0.35
	8	9.30	0.10
	12	10.43	0.15
	16	11.70	0.26



Anexos 3 Prueba de Tukey

1. Prueba de Tukey para sólidos solubles según concentración de almidón

Concentración (%)	Subconjunto	
	1	2
1	9.61	
1.5	9.73	
2	9.80	
0		10.94
Sig.	0.070	1.00

Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

2. Prueba de Tukey para sólidos solubles según el tiempo de inmersión

Tiempo de inmersión (min)	Subconjunto		
	1	2	3
2	9.60		
3	9.67		
1		9.88	
0			10.94
Sig.	0.77	1.00	1.00

Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS



3. Prueba de Tukey para sólidos solubles según los días de almacenamiento

Días de almacenamiento	Subconjunto				
	4		5		
	.03				
		.85			
			.51		
2				10.76	
6					12.05
ig.	.00	.00	.00	.00	.00

4. Resultados del análisis estadístico descriptivo del pH

Tratamiento	Días de almacenamiento	Media	Desv. estándar
T0	0	3.57	0.06
	4	3.60	0.01
	8	3.63	0.01
	12	3.71	0.02
	16	3.78	0.03
T1	0	3.57	0.06
	4	3.52	0.01
	8	3.53	0.00
	12	3.53	0.00
	16	3.55	0.01
T2	0	3.57	0.06
	4	3.50	0.02
	8	3.54	0.01
	12	3.54	0.02
	16	3.58	0.01



Tratamiento	Días de almacenamiento	Media	Desv. estándar
T3	0	3.57	0.06
	4	3.52	0.01
	8	3.53	0.01
	12	3.57	0.03
	16	3.59	0.01
T4	0	3.57	0.06
	4	3.50	0.03
	8	3.52	0.01
	12	3.55	0.01
	16	3.57	0.01
T5	0	3.57	0.06
	4	3.52	0.01
	8	3.53	0.02
	12	3.55	0.03
	16	3.60	0.02
T6	0	3.57	0.06
	4	3.51	0.02
	8	3.55	0.01
	12	3.56	0.01
	16	3.60	0.02
T7	0	3.57	0.06
	4	3.52	0.01
	8	3.56	0.02
	12	3.57	0.01
	16	3.62	0.02
T8	0	3.57	0.06
	4	3.54	0.02
	8	3.56	0.02
	12	3.55	0.04
	16	3.60	0.01
T9	0	3.57	0.06
	4	3.53	0.01
	8	3.56	0.01
	12	3.59	0.02
	16	3.63	0.02

5. Prueba de Tukey del pH según concentración de almidón

Concentración (%)	Subconjunto	
	1	2
1.0	3.55	
1.5	3.55	
2.0	3.57	
.0		3.65
Sig.	0.06	1.00

6. Prueba de Tukey del pH según el tiempo de inmersión

Tiempo de inmersión (min)	Subconjunto	
	1	2
1	3.55	
2	3.55	
3	3.56	
0		3.65
Sig.	0.39	1.0

Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

7. Prueba de Tukey del pH según los días de almacenamiento

Días de almacenamiento	Subconjunto		
	1	2	3
4	3.52		
8		3.55	
0		3.57	
12		3.57	
16			3.61
Sig.	1.00	0.08	1.00



8. Resultados del análisis estadístico descriptivo de la acidez

Tratamiento	Días de almacenamiento	Mediana	Desv. estándar
T0	0	0.79	0.00
	4	0.82	0.00
	8	0.86	0.00
	12	0.91	0.00
	16	0.94	0.06
T1	0	0.79	0.00
	4	0.81	0.00
	8	0.84	0.00
	12	0.90	0.00
	16	0.96	0.00
T2	0	0.79	0.00
	4	0.83	0.00
	8	0.85	0.00
	12	0.89	0.00
	16	0.95	0.00
T3	0	0.79	0.00



Tratamiento	Días de almacenamiento	Mediana	Desv. estándar
	4	0.82	.00
	8	0.84	.00
	12	0.88	.00
	16	0.95	.00
	0	0.79	.00
	4	0.81	.00
T4	8	0.83	.00
	12	0.88	.00
	16	0.89	.05
	0	0.79	.01
	4	0.82	.00
T5	8	0.83	.00
	12	0.88	.00
	16	0.95	.00
	0	0.79	.01
T6	4	0.81	.00



Tratamiento	Días de almacenamiento	Mediana	Desv. estándar
	8	0.83	.00
	12	0.87	.00
	16	0.95	.00
	0	0.79	.01
	4	0.81	.00
T7	8	0.82	.00
	12	0.87	.00
	16	0.96	.00
	0	0.79	.01
	4	0.81	.00
T8	8	0.83	.01
	12	0.88	.00
	16	0.95	.00
	0	0.79	.01
T9	4	0.80	.01
	8	0.83	.001



Tratamiento	Días de almacenamiento	Mediana	Desv. estándar
	12	0.88	0.00
	16	0.96	0.00

9. Prueba de Tukey de la acidez según concentración de almidón

Concentración (%)	Subconjunto		
	1	2	3
1.5	0.85		
	5		
2.0	0.85	0.85	
	5	5	
1.0		0.85	0.85
		6	86
0.0			0.85
			86
Sig.	0.85	0.1	0.85
	6	0	32

10. Prueba de Tukey de la acidez según el tiempo de inmersión

Tiempo de inmersión (min)	Subconjunto	
	1	2
1	0.85	
3	0.85	
2	0.86	0.86
0		0.86
Sig.	0.33	0.06



11. Prueba de Tukey de la acidez según los días de almacenamiento

Días de almacenamiento	Subconjunto				
	0	4	8	12	16
0					
4	.79				
8		.81			
12			.84		
16				.89	
Si					.94
g.	.00	.00	.00	.00	.00

12. Resultados del análisis estadístico descriptivo del índice de madurez

Tratamiento	Días de almacenamiento	Media	Desv. estándar
T0	0	10.14	0.20
	4	11.70	0.40
	8	11.69	0.30
	12	13.31	0.46
	16	15.54	1.33
T1	0	10.14	0.20
	4	10.94	0.23
	8	10.95	0.26
	12	11.49	0.39
	16	11.83	0.22
T2	0	10.14	0.20
	4	10.51	0.32



Tratamiento	Días de almacenamiento	Media	Desv. estándar
	8	10.93	0.28
	12	11.51	0.21
	16	12.20	0.09
	0	10.14	0.20
	4	10.59	0.69
T3	8	11.11	0.35
	12	11.57	0.37
	16	12.32	0.23
	0	10.14	0.20
	4	10.92	0.49
T4	8	11.35	0.15
	12	11.58	0.46
	16	13.50	0.99
	0	10.14	0.20
	4	10.48	0.57
T5	8	10.87	0.26
	12	12.22	0.20
	16	12.13	0.14
	0	10.14	0.20
	4	10.78	0.33
T6	8	11.63	0.29
	12	12.32	0.46
	16	12.22	0.30
	0	10.14	0.20
	4	11.53	0.34
T7	8	12.45	0.48
	12	13.07	0.13
	16	12.73	0.29
	0	10.14	0.20
	4	10.13	0.43
T8	8	10.80	0.26
	12	11.85	0.20
	16	12.37	0.28
T9	0	10.14	0.20



Tratamiento	Días de almacenamiento	Media	Desv. estándar
	4	10.46	0.34
	8	11.16	0.08
	12	11.84	0.16
	16	12.18	0.25

13. Prueba de Tukey del índice de madurez según concentración de almidón

Concentración (%)	Subconjunto		
	1	2	3
1.0	11.0 9		
1.5		11.36	
2.0		11.40	
0.0			12.4 7
Sig.	1.00	0.98	1.00

14. Prueba de Tukey del índice de madurez según el tiempo de inmersión

Tiempo de inmersión (min)	Subconjunto		
	1	2	3
2	11.09		
3	11.24		
1		11.51	
0			12.47
Sig.	0.45	1.00	1.00



15. Prueba de Tukey del índice de madurez según los días de almacenamiento

Días de almacenamiento	Subconjunto				
	0.14				
		0.80			
			1.29		
2				2.08	
6					2.70
ig.	.00	.00	.00	.00	.00

16. Resultados del análisis estadístico descriptivo de la pérdida de peso

Tratamiento	Días de almacenamiento	Media	Desv. estándar	
T0	0		0.00	0.00
	4		4.89	1.92
	8		8.17	1.61
	12		9.95	2.07
	16		13.0	0.86
			0	
T1	0		0.00	0.00
	4		1.31	0.98
	8		7.66	7.11
	12		22.1	15.50
	16		30.7	12.75
			5	



Tratamiento	Días de almacenamiento	Media	Desv. estándar
T2	0		0.00 0.00
	4		4.35 3.67
	8		5.01 3.31
	12		20.9 16.51
	16	4	22.0 16.02
		7	
T3	0		0.00 0.00
	4		1.08 0.29
	8		8.66 8.44
	12		9.82 8.72
	16		12.4 8.11
		6	
T4	0		0.00 0.00
	4		0.49 0.49
	8		3.12 0.12
	12		3.99 0.59
	16		9.61 1.90
T5	0		0.00 0.00
	4		5.37 5.29
	8		6.51 4.92
	12		8.50 5.38
	16		10.0 5.10
		6	
T6	0		0.0 0.00
	4		1.34 0.85
	8		3.14 1.25
	12		3.59 1.72
	16		5.07 1.77
T7	0		0.00 0.00
	4		0.35 0.08
	8		1.87 0.04



Tratamiento	Días de almacenamiento	Media	Desv. estándar
	12		2.76 0.17
	16		4.25 0.11
T8	0		0.00 0.00
	4		2.02 1.87
	8		8.70 1.55
	12		11.4 3.60
	16	4	13.7 2.30
			5
T9	0		0.00 0.00
	4		0.90 0.12
	8		2.69 0.40
	12		8.13 4.09
	16		10.9 4.26
			8

17. Prueba de Tukey de la pérdida de peso según concentración de almidón

Concentración (%)	Subconjunto	
	1	2
1.5	4.05	
2.0	4.52	
0.0	7.20	7.20
1.0		9.75
Sig.	0.10	0.25



18. Prueba de Tukey de la pérdida de peso según el tiempo de inmersión

Tiempo de inmersión (min)	Subconjunto 1
3	4.52
1	5.89
0	7.20
2	7.91
Sig.	0.07

19. Prueba de Tukey de la pérdida de peso según los días de almacenamiento

Días de almacenamiento	Subconjunto		
	1	2	3
0	0.00		
4	2.21	2.21	
8		5.55	
12			10.13
16			13.20
Sig.	0.49	0.11	0.17

Anexos 4. Fotografías de la experimentación

Recolección de fresas



Selección de fresas



Fresas para la experimentación



Lavado de fresas



Aplicación de recubrimiento comestible de almidón de maíz



Registro de peso de la fresa





Anexos 5 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo GUILDA LISBETH RAMOS BLANCO,
identificado con DNI 76045452 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRONOMICA,
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Efecto de los recubrimientos comestibles a base de almidón de maíz en la vida útil de las fresas (fragaña x Ananassa Duchesne) del distrito de Acora - Puno ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

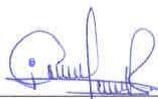
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 16 de Diciembre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



Anexos 6 Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo QUILDA LISBETH RAMOS BLANCO,
identificado con DNI 76045452 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRONOMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" EFECTO DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE
ALMIDON DE MAÍZ EN LA VIDA UTIL DE LAS FRESAS
(fragaria x Anonassa Duchesne) DEL DISTRITO DE ACORA - PUNO "

Es un tema original.

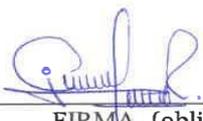
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 16 de DICIEMBRE del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella