



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERIA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“ELABORACIÓN, Y CARACTERIZACIÓN DE
RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES, OBTENIDAS DEL
ALMIDON DE ZANAHORIA BLANCA, UTILIZADAS PARA
CONSERVAR FRESAS”.**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA: ALEXANDRA MARIANA HIPO HIPO

DIRECTOR: ING. FREDY PETRICIO ERAZO RODRIGUEZ MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Alexandra Mariana Hipo Hipo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Alexandra Mariana Hipo Hipo, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor/autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 18 de diciembre de 2023

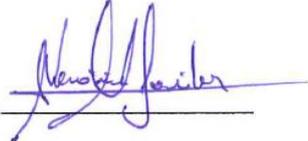


Alexandra Mariana Hipo Hipo

060551446-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERIA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Trabajo Experimental, “**ELABORACIÓN, Y CARACTERIZACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES, OBTENIDAS DEL ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA, UTILIZADAS PARA CONSERVAR FRESAS**”, realizado por la señorita: **ALEXANDRA MARIANA HIPO HIPO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Bqf. Sandra Elizabeth López Sampedro, Mg., PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023/12/18
Ing. Fredy Patricio Erazo Rodríguez, MsC. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023/12/18
BQF. María Verónica González Cabrera ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023/12/18

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico principalmente a Dios por brindarme salud y darme fuerzas para cumplir una meta más en mi vida, a mis padres José Luis y Nicolaza que son mi inspiración para no rendirme y cumplir más metas, por ofrecerme su apoyo incondicional pese a todos los obstáculos y errores que en mi vida he recorrido. A mis tías Margarita y Josefina quienes me han enseñado a sobresalir como persona, a ganarme la vida honradamente, por creer en mí y no darme las espaldas, de igual forma a mi hermana Anita y mi hermano Fernando que aportaron su granito de arena para que yo pueda culminar mis sueños y me dieron ese ánimo que en el camino lo venía perdiendo. Y por último le doy gracias a Dios por concederme el privilegio de tener a mi hijo, por conocer personas increíbles quienes en esta dura trayectoria me han guiado con sabiduría y responsabilidad gracias, Jessenia, Viviana, que experimentaron conmigo el sentimiento de dolor, llanto, alegría, inseguridad, y hacerme conocer el apoyo incondicional.

Mariana

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento infinito a la ESPOCH, Facultad de Ciencias Pecuarias, quien ha sido mi segundo hogar en el trayecto de mi preparación y mi formación profesional, también agradezco a mi tutor Ing. Fredy Erazo y a la B.Q.f. Verónica Gonzalez por brindarme su confianza, sus enseñanzas, y compartir sus conocimientos que me han servido mucho para lograr con este propósito de culminar con mi trabajo de titulación. Un inmenso agradecimiento al Dr. Miguel Mira quien ha estado al pendiente del bienestar estudiantil de nuestros estudiantes. De igual forma doy este agradecimiento a todos nuestros maestros, técnicos, y compañeros de estudio por todas las experiencias que juntos hemos vivido.

Mariana

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1 Generalidades de las raíces y tubérculos andinos.....	3
1.1.1 <i>Antecedentes</i>	3
1.2 <i>Zanahoria Blanca (Arracacia Xanthorrhiza)</i>	3
1.2.1 <i>Composición nutricional de la raíz</i>	4
1.2.2 <i>Características Físico-Químicas</i>	4
1.3 Almidón de Zanahoria Blanca.....	5
1.3.1 <i>Función del almidón</i>	6
1.4 Fresa.....	6
1.4.1 <i>Generalidades</i>	6
1.4.2 <i>Composición nutricional de las fresas</i>	7
1.4.3 <i>Estado de madurez</i>	8
1.4.4 <i>Composición del fruto</i>	8
1.5 Recubrimientos Comestibles.....	8
1.5.1 <i>Generalidades</i>	9
1.5.2 <i>Definición de recubrimientos comestibles</i>	9
1.5.3 <i>Propiedades del recubrimiento</i>	9

1.5.4	<i>Composición de recubrimientos comestibles</i>	10
1.5.5	<i>Recubrimientos comestibles y su uso como empaques activos</i>	10
1.5.6	<i>Requisitos de los recubrimientos comestibles</i>	11
1.5.7	<i>Aplicación de recubrimientos comestibles</i>	12
1.6	Aditivos	12
1.6.1	<i>Plastificantes</i>	12
1.7	Métodos de extracción	13
1.7.1	<i>Método por vía seca</i>	13
1.7.2	<i>Método por vía húmeda</i>	13
1.7.3	<i>Método por el hidróxido de sodio</i>	13

CAPÍTULO II

2.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
2.1	Localización de la investigación	14
2.2	Unidades Experimentales	14
2.3	Materiales, equipos, y reactivos	14
2.3.1	<i>Materia prima</i>	14
2.3.2	<i>Materiales</i>	14
2.3.3	<i>Equipos</i>	15
2.3.4	<i>Medios de cultivo</i>	15
2.3.5	<i>Reactivo</i>	15
2.4	Tratamiento y diseño experimental	15
2.5	Medición experimental	16
2.5.1	<i>Análisis físicos</i>	16
2.5.2	<i>Análisis bromatológicos</i>	16
2.5.3	<i>Análisis microbiológicos</i>	17
2.5.4	<i>Características físico-químicas</i>	17
2.5.5	<i>Determinación de la vida útil</i>	17

2.5.6	<i>Análisis económico</i>	17
2.6	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	17
2.7	Procedimiento experimental	18
2.7.1	<i>Obtención del almidón de zanahoria blanca por el método de Vía seca</i>	18
2.7.2	<i>Obtención del almidón de zanahoria blanca por el método del Hidróxido de sodio (NaOH)</i>	20
2.7.3	<i>Elaboración de recubrimientos comestibles</i>	21
2.7.4	<i>Aplicación del recubrimiento comestible en fresas.</i>	23
2.8	Metodología de la investigación	24
2.8.1	<i>Análisis físicos del recubrimiento comestible de almidón de zanahoria blanca</i> ..	24
2.8.2	<i>Análisis bromatológicos del recubrimiento comestible</i>	26
2.8.3	<i>Análisis microbiológico de las fresas con recubrimiento comestible frente a un tratamiento control (7, 14, y 21 días de análisis)</i>	27
2.8.4	<i>Análisis físico-químicas de las fresas con recubrimiento comestible frente a un tratamiento control</i>	28
2.8.5	<i>Vida Útil</i>	29
2.8.6	<i>Medición económica</i>	30

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1	Determinación de pruebas físicas	31
3.1.1	<i>Espesor</i>	31
3.1.2	<i>Solubilidad (%)</i>	32
3.1.3	<i>Grado de transparencia de vapor de agua</i>	33
3.2	Características bromatológicas	34
3.2.1	<i>Humedad (%)</i>	34
3.2.2	<i>Cenizas (%)</i>	35
3.3	Características físico químicos de fresas con recubrimiento comestible frente aun tratamiento control.	36

3.3.1	<i>Textura (%)</i>	36
3.3.2	<i>Sólidos solubles (Brix)</i>	37
3.3.3	<i>Potencial de hidrógeno (pH)</i>	37
3.3.4	<i>Pérdida de peso (%)</i>	38
3.4	Análisis Microbiológico	39
3.4.1	<i>Mohos y Levaduras</i>	39
3.4.2	<i>Aerobios Mesófilos</i>	40
3.5	Determinación de la vida útil de las fresas con recubrimiento comestible y un tratamiento control.	41
3.6	Beneficio Costo	42
	CONCLUSIONES	44
	RECOMENDACIONES	45
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Composición Nutricional de la Zanahoria Blanca.....	4
Tabla 1-2:	Composición química de la zanahoria blanca (<i>arracacia xanthorrhiza</i>).....	5
Tabla 1-3:	Composición nutricional de la fresa	7
Tabla 2-1:	Esquema del experimento.....	16
Tabla 2-2:	Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	18
Tabla 2-3:	Formulación del recubrimiento comestible.	21
Tabla 3-1:	Características físicas de los recubrimientos comestibles elaborados a base del almidón de zanahoria blanca extraídos por dos métodos.	31
Tabla 3-2:	Características Bromatológicas de los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca extraídos por dos métodos.	34
Tabla 3-3:	Características Fisicoquímico de las fresas con recubrimiento comestible de almidón de zanahoria blanca obtenidos por dos métodos de extracción frente a un tratamiento control.	36
Tabla 3-4:	Valoración microbiológica de Mohos y Levaduras (UFC/ml) de los recubrimientos comestibles elaboradas del almidón de zanahoria blanca extraídos por dos métodos de extracción, frente a un tratamiento control.	39
Tabla 3-5:	Valoración Microbiológica de Mesófilos Aerobios (UFC/ml) de los recubrimientos comestibles elaboradas del almidón de zanahoria blanca extraídos por dos métodos de extracción, frente a un tratamiento control.	40
Tabla 3-6:	Vida útil del mejor tratamiento frente a una muestra control.	42
Tabla 3-7:	Representación Costo/Beneficio del Recubrimiento Comestible elaborado con almidón de zanahoria blanca extraído por dos métodos.	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Diagrama de procesos de la obtención del almidón de zanahoria blanca por el método de vía seca	19
Ilustración 2-2:	Diagrama de proceso de la obtención de zanahoria blanca por el método del NaOH.....	21
Ilustración 2-3:	Diagrama de proceso de los recubrimientos comestibles.	22
Ilustración 2-4:	Aplicación del recubrimiento comestible en las fresas.	24
Ilustración 3-1:	Espesor (mm) de los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca por efecto de dos métodos de extracción.....	32
Ilustración 3-2:	Solubilidad (%) de los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca por efecto de dos métodos de extracción.....	32
Ilustración 3-3:	Grado de transparencia de vapor de agua (g/h) de los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca por efecto de dos métodos de extracción.....	33
Ilustración 3-4:	Humedad (%) de los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca por efecto de dos métodos de extracción.....	34
Ilustración 3-5:	Ceniza (%) de los recubrimientos comestibles elaborados a partir de zanahoria blanca obtenida por dos métodos de extracción.....	35

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS FÍSICO DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DEL ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA OBTENIDOS POR DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.
- ANEXO B:** ANALISIS BROMATOLÓGICO DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DE ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA
- ANEXO C:** ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LAS FRESAS CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.
- ANEXO D:** PROCESAMIENTO DE OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA MEDIANTE EL MÉTODO DE VÍA SECA
- ANEXO E:** EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LA EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA MEDIANTEANÁLISIS FÍSICO DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DEL ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA OBTENIDOS POR DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.
- ANEXO F:** ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE ZANAHORIA BLANCA EXTRAÍDA POR DOS MÉTODOS.
- ANEXO G:** ANÁLISIS DEL % HUMEDAD.
- ANEXO H:** ANÁLISIS DEL % CENIZAS
- ANEXO I:** ANÁLISIS DE SÓLIDOS TOTALES °BRIX
- ANEXO J:** ANÁLISIS DE PH
- ANEXO K:** ANÁLISIS DEL GRADO DE VAPOR DE TRANSPARENCIA DE AGUA.
- ANEXO L:** ANÁLISIS DEL % DE SOLUBILIDAD
- ANEXO M:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- ANEXO N:** ANÁLISIS DEL % DE PÉRDIDA DE PESO

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto de conservación de los recubrimientos comestibles en las fresas. Se determinó las pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y bromatológicas, misma que se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para lo cual se utilizó un diseño completamente al azar en el que se analizó el efecto de almidones de zanahoria blanca, cuyos resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y posterior a la prueba Tukey ($P < 0,05$), también se utilizó la prueba t'Student para las pruebas físicas. De acuerdo con los resultados, el mejor tratamiento fueron aquellas fresas con recubrimiento comestible extraídas con el Hidróxido de sodio, en esta se aprecia menor porcentaje en pérdida de peso del 4.50%, una textura de 6.50%, un pH de 3.72, y 7.96 de grados °Brix, en cuanto al análisis bromatológico estos presentaron valores en el porcentaje de humedad 20.14 % y en cenizas 0.25 %, en el análisis microbiológico presentaron valores en mohos y levaduras de $1,35E+02$ (UFC/ml) y en aerobios sensorial de $3,55E+02$ (UFC/ml) manteniendo la inocuidad, mientras que en las pruebas físicas (espesor, solubilidad, transparencia de vapor de agua), no mostraron diferencias significativas por efecto al tipo de extracción utilizado. Se concluye que al utilizar el recubrimiento comestible de almidón de zanahoria blanca extraída por el método del hidróxido de sodio este mantiene una buena calidad postcosecha de las fresas.

Palabras clave: <RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES >, <FRESAS >, <ZANAHORIA BLANCA >, <CONSERVANTE >, <ALMIDÓN>, <TUBÉRCULO >.

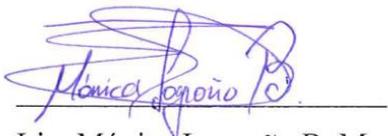
0256-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

This study evaluated the conservation effect of edible coatings on strawberries. Physicochemical, microbiological, and bromatological tests were conducted at the Faculty of Animal Sciences of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. The methodological framework included a completely randomized design to analyze the impact of white carrot starch (*Arracacia xanthorrhiza*). The collected results underwent analysis of variance and subsequent Tukey test ($P < 0.05$), while the t-Student test was essential for physical tests. According to the findings, strawberries coated with edible coating extracted using Sodium Hydroxide exhibited the most favorable outcomes, demonstrating a lower weight loss percentage (4.50%), a texture score of 6.50%, a pH of 3.72, and a sugar content of 7.96 °Brix. Bromatological analysis revealed a moisture content of 20.14% and ash content of 0.25%. Microbiological analysis indicated mould and yeast values of $1.35E+02$ (CFU/ml) and mesophilic aerobes of $3.55E+02$ (CFU/ml), maintaining safety standards. Physical tests (thickness, solubility, water vapor transparency) showed no significant differences based on the extraction method. Finally, utilizing edible coating derived from white carrot starch extracted via the sodium hydroxide method ensures the postharvest quality of strawberries.

Keywords: <EDIBLE COATINGS>, <STRAWBERRIES>, <WHITE CARROT>, <CONSERVATIVE>, <STARCH>.



Lic. Mónica Logroño B. Mgs

0602749533

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las necesidades de las industrias alimentarias han optado por desarrollar productos saludables para satisfacer las escaseces de una sana alimentación, por lo cual se han enfocado en recuperar y aprovechar cultivos ancestrales como las raíces y tubérculos andinos. Hoy en día la sociedad ha generado interés de consumir productos nutritivos y naturales que ayude a mejorar la salud, además industrialmente se busca generar un valor agregado a la zanahoria blanca (Tapia, 2020).

Es beneficioso la utilización de zanahoria blanca como materia prima para innovar en la industria alimentaria, ya que por falta de conocimiento de estos no son aprovechados, también beneficiará a pequeños agricultores, se incrementará la producción agrícola de estos y por ende habrá más plazas de trabajo (Parra, , 2020 pág. 4).

El rápido deterioro comercial de las fresas comienza por el consumo de sus propias reservas nutritivas como por la pérdida de agua por transpiración. Otro aspecto para tener en cuenta en referencia a sus características físicas es que este fruto posee una pulpa relativamente blanda, cubierta con una fina y delicada cubierta, muy susceptible a la rotura. Estas características hacen que la fresa se magulle por efecto de presiones de intensidad relativamente baja (Valdés, y otros, 2015).

Es por ello por lo que se ha iniciado a elaborar recubrimientos comestibles a base del almidón de zanahoria blanca, que permita una oportunidad de mejorar la calidad de las fresas. (Fernández, , y otros, 2015), mencionan que el uso de recubrimientos comestibles ha sido implementado en frutas y hortalizas, debido a que mejoran el aspecto exterior de los productos, evita el deterioro por causas de contacto con la humedad, reduce la tasa de respiración, y presenta una barrera antimicrobiana.

Por lo mencionado anteriormente en la presente investigación se detalla los objetivos específicos a desarrollar:

- Elaborar, y caracterizar los recubrimientos comestibles obtenidas a partir del almidón de zanahoria blanca, utilizadas para conservar de fresas.
- Extraer del almidón de zanahoria blanca (arracacia xanthorrhiza), mediante la aplicación de dos métodos de extracción (extracción por vía seca, y por el hidróxido de sodio).

- Realizar la caracterización de los recubrimientos obtenidas a partir del almidón de zanahoria blanca.
- Determinar la vida útil de las fresas(*fragaria*). conservadas con recubrimientos y un tratamiento testigo.
- Realizar un análisis costo beneficio de los tratamientos obtenidos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Generalidades de las raíces y tubérculos andinos

1.1.1 Antecedentes

Según (Ipiales, 2016), “Las raíces y tubérculos andinos (RTAs) incluida la papa, han desempeñado un rol muy importante en la seguridad alimentaria de la población andina. A más de su aporte en la nutrición y en la alimentación humana, la mayoría de ellos comparten la característica común de estar desligados de los sistemas de producción orientados al mercado; estas se cultivan en las zonas altas de los andes, para el autoconsumo, lo que les ha permitido escapar de la extinción. Estas especies, sobre las cuales existe un valioso conocimiento tradicional acerca de su uso, formas de consumo y propiedades, comprenden: el melloco, oca, mashua, jícama, achira y zanahoria blanca.

1.2 Zanahoria Blanca (*Arracacia Xanthorrhiza*)

La zanahoria blanca es una de las plantas andinas cultivadas que más antiguas reportan y su domesticación es parecido al de la papa, este tubérculo es de origen umbelífera de propagación vegetativa cultivada en América, la cual tiene un almidón de tamaño granular pequeño y de fácil digestibilidad se encuentra en un rango del 10 al 15%, tiene un alto contenido de calcio 0.28% y cantidades importantes de fosforo, hierro, y vitaminas (Ipiales, 2016)



Figura 1-1: Zanahoria Blanca
(*arracacia xanthorrhiza*)

Fuente: (Ecuador, 2016).

1.2.1 Composición nutricional de la raíz

La zanahoria blanca se cultiva principalmente por su raíz debido a sus características como su sabor agradable según el Ministerio de Cultura y Patrimonio, debido a su alto valor nutricional es indispensable en dietas alimenticias especialmente para niños y personas adultas, ya que posee un alto contenido de calcio, vitamina A y betacaroteno, además aporta carbohidratos que proporcionan energía al cuerpo (Cuzco, , 2019).

Tabla 1-1: Composición Nutricional de la Zanahoria Blanca.

<i>Composición</i>	<i>Unidad</i>	<i>Zanahoria Blanca</i>
<i>Valor Energético (Cal)</i>	Cal	104
<i>Humedad (%)</i>	%	73
<i>Proteína (g)</i>	g	0,80
<i>Grasa (g)</i>	g	0,20
<i>Carbohidratos (g)</i>	g	24,9
<i>Fibra (g)</i>	g	0,60
<i>Calcio (mg)</i>	mg	29
<i>Hierro (mg)</i>	mg	1,20
<i>Tiamina (mg)</i>	mg	0,06
<i>Riboflavina (mg)</i>	mg	0,04

Fuente: (Cuzco, , 2019)

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

1.2.2 Características Físico-Químicas

Tabla 1-2: Composición química de la zanahoria blanca (*arracacia xanthorrhiza*)

<i>N°</i>	<i>CARACTERÍSTICA</i>	<i>ZANAHORIA BLANCA</i>
<i>1</i>	<i>Humedad %</i>	<i>81,19</i>
<i>2</i>	<i>Ceniza (%)</i>	<i>5,18</i>
<i>3</i>	<i>Proteína (%)</i>	<i>5,43</i>
<i>4</i>	<i>Fibra (%)</i>	<i>3,91</i>
<i>5</i>	<i>Carbohidrato total (%)</i>	<i>84,33</i>
<i>6</i>	<i>Ca (%)</i>	<i>0,15</i>
<i>7</i>	<i>P (%)</i>	<i>0,17</i>
<i>8</i>	<i>Mg (%)</i>	<i>0,0065</i>
<i>9</i>	<i>Na (%)</i>	<i>0,018</i>
<i>10</i>	<i>K (%)</i>	<i>1,30</i>
<i>11</i>	<i>Cu (ppm)</i>	<i>8,30</i>
<i>12</i>	<i>Fe (ppm)</i>	<i>139,5</i>
<i>13</i>	<i>Mn (ppm)</i>	<i>9,50</i>
<i>14</i>	<i>Zn (ppm)</i>	<i>9,10</i>
<i>15</i>	<i>I (ppm)</i>	<i>0,21</i>
<i>16</i>	<i>Azúcar total (%)</i>	<i>6,91</i>
<i>17</i>	<i>Azúcares Reductores (%)</i>	<i>4,81</i>
<i>18</i>	<i>Energía (kcal/100g)</i>	<i>389,0</i>
<i>19</i>	<i>Vitamina C (mg/100 g ml)</i>	<i>13,94</i>

Fuente: (Benavides, 2020)

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

1.3 Almidón de Zanahoria Blanca

La zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) es un tubérculo de origen sur americano, sus raíces contienen cerca del 67.29 g de almidón por cada 100g de materia seca. Como (Benavides, 2020) han realizado investigaciones que los califican de acuerdo con su índice glucémico y la digestibilidad así tenemos: almidón rápidamente digerible que se digiere en los primeros 20 minutos de incubación, el almidón lentamente digerible que es digerido entre los 20 y 120 minutos, y por último se encuentra el almidón resistente el cual no puede ser absorbido por el intestino.



Figura 1-2: Almidón de Zanahoria Blanca

Fuente: (Urrea, , 2020)

(Vele, , 2019), menciona que “los productos elaborados a partir de este, permite un almacenamiento por largos tiempos y a temperaturas relativamente bajas, pues el contenido reducido de amilosa permite que la retrogradación se minimice”.

Estudios realizados demuestran que el almidón de zanahoria blanca destaca por su poder de hinchamiento y facilidad de cocción, debido a su baja temperatura de gelatinización (49°), permitiendo su uso en procesamiento de alimentos.

1.3.1 Función del almidón

El almidón es un polisacárido de mayor utilización como ingrediente funcional se utiliza como (espesante, estabilizante y gelificante) en las industrias alimentarias, también se lo utiliza en la industria del papel, debido a su estructura de fibras celulósicas, en el ámbito de bioplásticos se lo utiliza debido a que mejora la tensión a la fractura, la flexibilidad y disminuye la permeabilidad en frutas y vegetales.

1.4 Fresa

1.4.1 Generalidades

La fresa *Fragaria* se encuentra entre las frutas más significativas y consumidas en el mundo por su inmediato consumo de manera natural o en sus diversas presentaciones de productos procesados, esto se debe a sus importantes cualidades como su sabor, aroma, y textura, también aporta cualidades en la salud como los antioxidantes incluyendo a la vitamina C. E, β -carotenos y antocianinas.

Ecuador tiene la peculiaridad de producir fresa todo el año debido a su clima favorable, lo cual permite que se cultive y se obtenga una producción en todas las temporadas del año, su mayor

cultivo es en Pichincha con 400 hectáreas, Tungurahua con 250 hectáreas, también tiene una media producción en Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay con 550 hectáreas en su totalidad.



Figura 1-3: Fresa variedad (Monterrey)

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

Por otra parte (Alarcón, 2015) menciona que la fresa es un fruto no climatérico altamente perecedero muy sensible a los daños mecánicos, pérdida de agua, deterioro fisiológico y microbiológico, por ende, es propenso a sufrir contaminación del medio ambiente, lo que causa que se desechen en grandes cantidades.

1.4.2 Composición nutricional de las fresas

Las fresas cuentan con propiedades diuréticas y antiinflamatorias, la raíz se usa para controlar enfermedades como la artritis, el aporte de vitamina C es mayor en comparación de la naranja.

Tabla 1-3: Composición nutricional de la fresa

Compuesto	Cantidad
Agua (g)	90.30
Energía (kcal)	27.00
Proteína (g)	1.00
Carbohidratos (g)	11.60
Fibra (g)	3.80
Vitamina C(mg)	60.00

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

1.4.3 Estado de madurez

El índice de madurez es necesario para asegurar una excelente calidad para el consumidor y determinar una larga vida de almacenamiento, la calidad de la fruta depende netamente de una buena cosecha. Las labores de la cosecha y postcosecha se deben orientar a obtener frutos de muy buena calidad y que se mantengan a lo largo de su cadena de procesos (Alarcón, 2015), para el proceso de cosecha la fresa debe mantener un mismo estado de madurez, manteniéndose firmes, pintones, libres de daños causados por el clima, exceso de lluvia, y la invasión de plagas.

1.4.4 Composición del fruto

1.4.4.1 Agua

Es el componente que más común se encuentra en los niveles del 89 al 94%. Los frutos son más sensibles a deshidratación, en el ámbito de almacenamiento postcosecha con una humedad relativa del 90-95%.

1.4.4.2 Azúcar

El azúcar es uno de los parámetros más importantes de la fresa, está conformado por la sacarosa, la glucosa y la fructuosa, contiene pequeñas cantidades de xilitol, sorbitol y xilosa. La glucosa y sacarosa se encuentran en proporciones iguales en la fruta madura, constituye el 83% de la cantidad total del azúcar, aunque este puede variar según la época del año, ubicación.

1.4.4.3 Ácido

Es el ingrediente más importante después del azúcar, los ácidos orgánicos son importantes aspectos de calidad. La acidez de la fruta sube a un estado verde la fruta y disminuye a medida que avanza la maduración, estas son ricas en ácido cítrico, pero también posee una mínima cantidad de ácido málico y ácido ascórbico.

1.5 Recubrimientos Comestibles

1.5.1 Generalidades

El interés de los consumidores por obtener productos sanos, nutritivos, naturales, y beneficiosos para la salud, ha motivado investigaciones para el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles aplicados a productos hortofrutícolas, como una alternativa para cubrir sus expectativas. Buscando extender la vida útil de los alimentos altamente perecederos controlando la transferencia de humedad, oxígeno y compuestos responsables del olor, sabor y textura.

Recientemente (Rojas, , y otros, 2006), menciona que los recubrimientos comestibles deben cumplir con cierto requerimiento para poder ser empleado en frutas, como los siguientes: estar constituida por sustancias GRAS (generalmente reconocido como seguros), ser estable bajo condiciones de alta humedad relativa, poseer una buena barrera al vapor de agua, al oxígeno y al dióxido de carbono, mostrar buenas propiedades mecánicas y de adhesión a la fruta, ser sensorialmente aceptable, ser estable en el ámbito microbiológico y poseer un costo razonable.

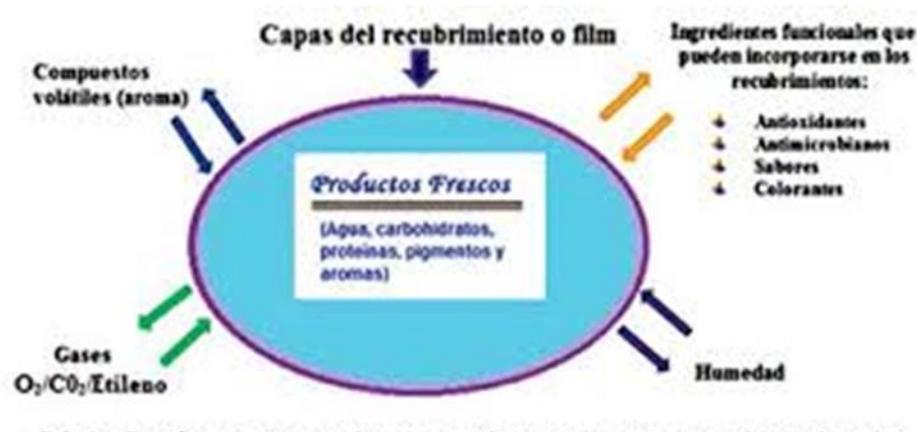


Figura 1-4: Funcionalidad del recubrimiento comestible

Fuente: (Valdés, y otros, 2015)

1.5.2 Definición de recubrimientos comestibles

Se define como recubrimiento comestible a una capa delgada de material comestible formado como un revestimiento sobre un alimento generalmente mediante la inmersión, esta solución puede estar formada por polisacáridos, y lípidos.

1.5.3 Propiedades del recubrimiento

Los recubrimientos comestibles producen una atmosfera modificada en las frutas, disminuye el deterioro, retarda la maduración de frutas climatéricas, reduce la pérdida de agua, aplaza los cambios del color, mejora su apariencia, actúa como barrera que reduce la difusión de gases

(oxígeno, dióxido de carbono y vapor del agua), permitiendo extender la vida de anaquel del alimento.

1.5.4 Composición de recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles se describen de acuerdo con el tipo de material que hayan sido elaborados, como los polisacáridos, proteínas, lípidos o la combinación de estos para aprovechar las ventajas de cada grupo, incluyendo a los plastificantes y conservantes con la finalidad de mejorar sus propiedades a cada recubrimiento (Juan, y otros, 2010).

1.5.4.1 Recubrimientos a base de polisacáridos

Son biopolímeros que forman redes moleculares, se usan en frutas porque reducen la tasa respiratoria y su intercambio de gases en su permeabilidad selectiva al O₂ y al CO₂, aunque son una barrera deficiente al vapor de agua (Alejandra, y otros, 2016).

1.5.4.2 Recubrimientos a base de proteínas

Recubrimientos realizados con proteínas encontramos al a, caseína, proteínas aisladas de suero de leche, gluten del trigo, y la proteína de soja.

1.5.4.3 Recubrimientos lipídicos

Disminuye la transmisión del vapor de agua evitando el secado temprano de las frutas, formando una solución transparente que no opaca el color característico del alimento.

1.5.5 Recubrimientos comestibles y su uso como empaques activos

El progreso de los recubrimientos comestibles conlleva un incremento significativo sobre la aplicación que puede tener y la multitud de productos que pueden ser tratados, impidiendo su deterioro, prolongando su vida útil en frutas y vegetales contra el oxígeno y el dióxido de carbono.

Los recubrimientos comestibles forman una atmósfera modificada que puede afectar diferentes cambios en los productos frescos y mínimamente procesados en aspectos como, color, firmeza, calidad sensorial, inhibición del crecimiento microbiano y compuestos volátiles. La certeza de proteger las frutas y vegetales depende en controlar la humectabilidad, la capacidad del

recubrimiento como plastificante, antimicrobianas, antioxidantes, sabor, olor, y solubilidad en agua, esto es indispensable para obtener un buen funcionamiento como empaque de frutas (Juan, y otros, 2010).

Los recubrimientos tienen en la actualidad diversas aplicaciones y está previsto que su uso se expandirá con el desarrollo de los sistemas de recubrimientos. Esta segunda generación puede emplearse sustancias químicas, compuestos fitoquímicos, enzimas o de microorganismos vivos que provienen del crecimiento microbiano o la oxidación de lípidos en productos alimenticios. De esta forma los biomateriales actúan como transportadores de compuestos que serán llevados al intestino.

1.5.6 Requisitos de los recubrimientos comestibles

1.5.6.1 Alta calidad sensorial

A la actividad microbiana afecta la calidad sensorial del alimento, también su sabor, olor y textura. Es por ello que se busca preservar la calidad del producto. (Dolores, 2015).

1.5.6.2 Propiedades de barrera

Conservar la calidad del alimento almacenado, ya que posee una concentración adecuada del oxígeno.

1.5.6.3 Inocuidad

Proporciona protección de los alimentos frescos mínimamente modificados en su composición, por lo que garantiza un producto libre de gases.

1.5.6.4 Bajo costo de materia prima y proceso

Las materias primas y el proceso de aplicación deben ser de bajo costo, para ello se utiliza compuestos antimicrobianos, almidón, polisacáridos, y también obtenerlos de origen natural.

1.5.6.5 Buenas propiedades de adhesión

Este material debe fijarse uniformemente sobre la superficie de las frutas y verduras, con una adecuada adherencia y durabilidad para que funcione correctamente, tomando en cuenta que este producto no debe superar su espesor crítico porque sus efectos pueden ser perjudiciales.

1.5.6.6 Mejora la apariencia

El material del que haya sido elaborado debe ayudar a mejorar la apariencia para que sea apetecible al ojo del consumidor y también ayudar a prolongar la vida útil del alimento.

1.5.7 Aplicación de recubrimientos comestibles

Se mencionan 2 procesos importantes según diversas investigaciones (Dolores, 2015).

1.5.7.1 Inmersión

Este proceso se realiza especialmente en alimentos de forma irregular buscando en si una cobertura uniforme, se lo realiza el proceso de inmersión de la fruta en una solución.

1.5.7.2 Aspersión

Se realiza en alimentos con superficie liza, este método permite obtener recubrimientos más finos y uniformes.

1.6 Aditivos

Se pueden emplear aditivos con diversas funciones para mantener la textura, controlar la carga microbiana, nutrientes, incremento del valor nutricional.

1.6.1 Plastificantes

Estos brindan maleabilidad y flexibilidad al recubrimiento para que pueda adherirse fácilmente al producto, los más utilizados son el glicerol, sorbitol, sacarosa, ácidos grasos, y el agua.

1.6.1.1 Glicerina

Es un componente viscoso, líquido e incoloro, ligeramente dulce y posee un olor característico. Es un alcohol que posee tres grupos hidroxilos (-OH), por lo que adquiere la propiedad higroscópica, es decir que le permite absorber la humedad atmosférica. Está compuesto esta apreciada industrialmente debido a que no presenta toxicidad, proporciona suavidad y humectación al bioplástico, además se comporta como lubricante (Dayana, 2021).

1.6.1.2 Ácido acético

Es un ácido carboxílico, se descubrió como vinagre debido a que el vino se echó a perder. Hoy en día al ácido acético no se usa solamente como vinagre para su acompañamiento en salsas, sino también como agente antimicrobiano, antifúngico y conservante natural, utilizado en tecnología de conservación.

1.7 Métodos de extracción

1.7.1 Método por vía seca

La obtención del almidón por vía seca tiene las mismas etapas de producción del método por vía húmeda, con la diferencia de que no incluye la etapa de fermentación previa al secado, en el que no se utiliza agua, salvo en algunas ocasiones para la etapa de limpieza de las raíces.

1.7.2 Método por vía húmeda

Este método es el mejor para la extracción por lo que básicamente consiste en un remojo del producto o tubérculo que se utilizara. Este proceso se basa en la eliminación del agua por medio de la decantación.

1.7.3 Método por el hidróxido de sodio

Se alcanza mayor rendimiento al aplicar hidróxido de sodio (NaOH) al 0,5% durante la extracción, es decir que el NaOH puede actuar como catalizador sobre la estructura del almidón, y favorecer la disposición de los grupos hidroxilos que más adelante ayudara a una efectiva modificación del almidón con ácidos orgánicos.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización de la investigación

El trabajo de titulación se realizó en los laboratorios de Bromatología y Nutrición animal, Microbiología de los Alimentos, Curtiembre y Fibras Agroindustriales, de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Av. Panamericana Sur Km 1 ½. En el tiempo de duración del trabajo fue de 120 días aproximadamente.

2.2 Unidades Experimentales

El trabajo experimental se realizó en dos etapas:

La primera etapa consiste en la obtención del almidón de zanahoria blanca utilizando dos métodos de extracción (por vía seca y por el Hidróxido de sodio).

En la segunda etapa se elaboró los recubrimientos comestibles con el almidón obtenido utilizándolo para conservar fresas y ser comparadas con un tratamiento control, con 5 repeticiones por lo que se utilizó 15 unidades experimentales.

2.3 Materiales, equipos, y reactivos

2.3.1 *Materia prima*

- Zanahoria blanca
- Fresas

2.3.2 *Materiales*

- Frascos termorresistentes de 500 ml
- Varillas de agitación magnética
- Gradilla
- Rallador
- Guantes aislantes
- Recipientes
- Papel aluminio
- Papel filtro
- Vasos de precipitación
- Mortero

- Tubos de ensayo
- Agares para Mohos y levaduras y Mesófilos Aerobios
- Frascos de esterilización
- Puntas para pipetas de 1 ml

2.3.3 Equipos

- Molino
- Secador Tipo Armario
- Torre De Tamices
- Balanza analítica
- Microscopio
- Estufa
- Desecador
- Contador de colonias
- Auto clave
- Cronómetro
- Reverteros
- pHmetro
- Brixómetro

2.3.4 Medios de cultivo

- Agar PDA (Mohos y Levaduras)
- Agar PCA (Mesófilos Aerobios)

2.3.5 Reactivo

- Hidróxido de sodio
- Alcohol al 96%

2.4 Tratamiento y diseño experimental

Se evaluó los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca obtenida con dos métodos de extracción (por vía seca y por el hidróxido de sodio), para ser comparadas con un tratamiento control (fresas naturales) contando con tres tratamientos y 5 repeticiones cada uno.

Tabla 2-1: Esquema del experimento

Tratamientos	Código	Repeticiones	T.U.E(g)	TOTAL g/tratamiento
Fresas (control)	T0	5	1	5
Fresas + Recubrimientos extraídos por vía seca	T1	5	1	5
Fresas + Recubrimientos extraída con el NaOH	T2	5	1	5
Total				15

TUE*: Tamaño de la unidad experimental 1 g/fruta aproximadamente

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

Las unidades experimentales de los recubrimientos comestibles del estudio se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar y para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

T_i = Efecto de los tratamientos

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

2.5 Medición experimental

Esta investigación considero las siguientes mediciones experimentales:

2.5.1 Análisis físicos

- Espesor (mm)
- Solubilidad (%)
- Grado de transparencia de vapor de agua (h/)

2.5.2 Análisis bromatológicos

- Humedad, %
- Cenizas, %

2.5.3 *Análisis microbiológicos*

- Mohos y levaduras (UFC/ml)
- Mesófilos aerobios (UFC/ml)

2.5.4 *Características físico-químicas*

- Pérdida de peso, %
- Textura, %
- Sólidos solubles, (°Brix)
- pH

2.5.5 *Determinación de la vida útil*

- Vida útil

2.5.6 *Análisis económico*

- Beneficio /costo (B/C)

2.6 **Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

En el análisis físico (% espesor, % solubilidad, grado de transparencia de vapor de agua) y análisis bromatológico (% humedad, % cenizas) de los recubrimientos comestibles de almidón de zanahoria blanca se utilizó la prueba t' Student, que permite aceptar o rechazar la hipótesis de trabajo en base a la comparación de las medias de dos grupos y que responde a la siguiente:

$$T_{cal} = \frac{x_1 - x_2}{sd}$$

Donde;

- Tcal = es valor calculado de la prueba de t' Student
- \bar{x}_1 = Media del grupo 1
- \bar{x}_2 = Media del grupo 2
- Sd = Desviación estándar de las diferencias

Para las mediciones experimentales (análisis físico-químico y microbiológico) los resultados obtenidos serán evaluados con pruebas estadísticas completamente al azar:

- Análisis de varianza (ADEVA) para las diferencias
- Se utilizará las pruebas de TUKEY para las medias con una significancia de $P < 0,05$

Tabla 2-2: Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	14
Tratamiento	2
Error	12

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023

2.7 Procedimiento experimental

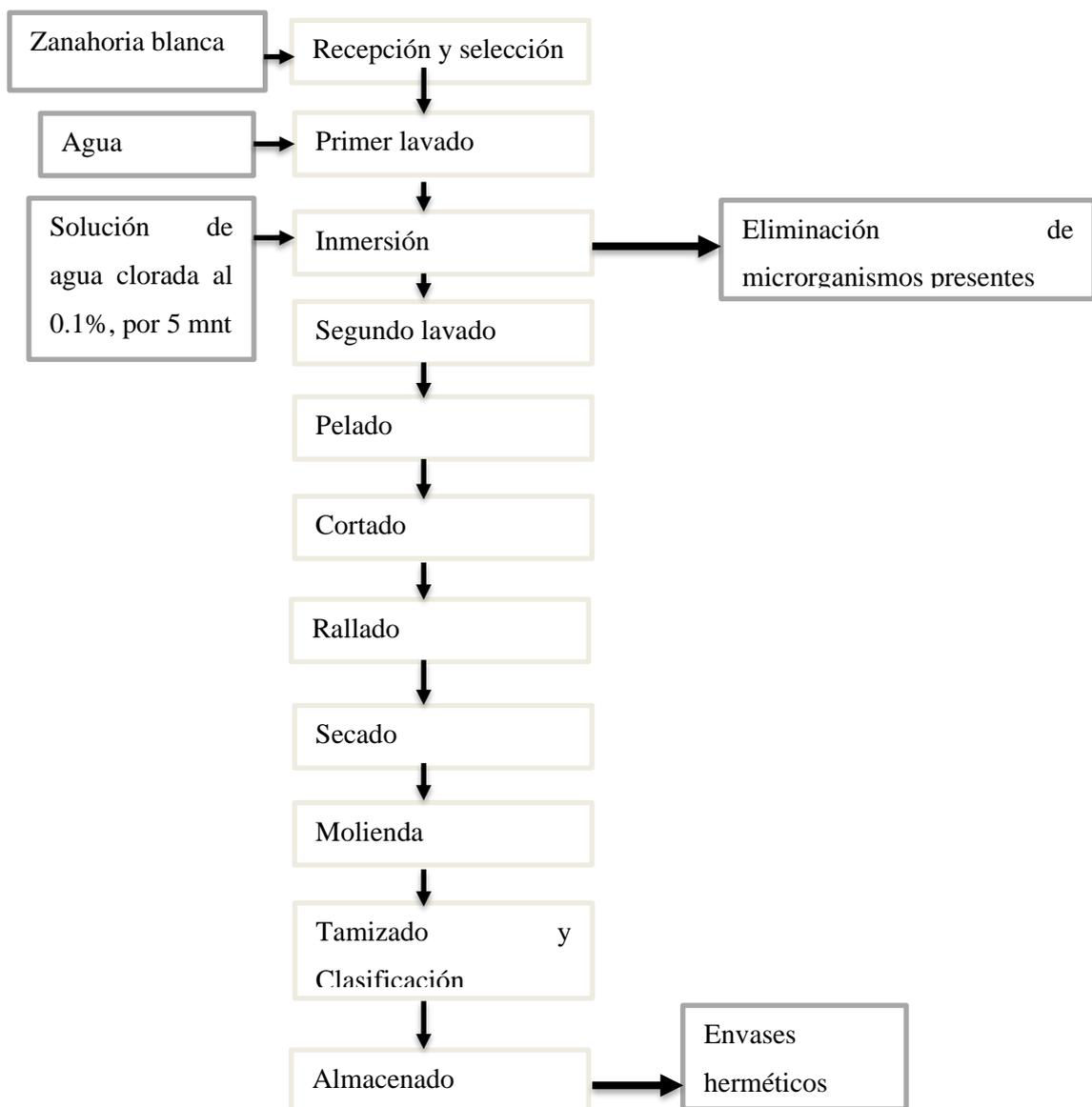
2.7.1 *Obtención del almidón de zanahoria blanca por el método de Vía seca*

- Recepción y selección:** Primero se reciben y seleccionan de acuerdo con el tamaño las raíces de zanahoria blanca. Para la elaboración de recubrimientos se utilizó zanahoria blanca de segunda (más pequeñas), con lo cual se han reducido los costos.
- Primer lavado:** Se retira la tierra y demás impurezas, en forma manual, con agua limpia; teniendo mayor cuidado en el caso de la harina de zanahoria blanca, con cáscara.
- Inmersión:** Para disminuir la carga microbiana, se coloca la zanahoria blanca en una solución de cloro al 0.1% por un tiempo de 5min. Nótese que el cloro ataca la pared celular de los microorganismos y por tanto es un desinfectante de rápido efecto.
- Segundo lavado:** Para eliminar los residuos de cloro de la muestra.
- Pelado:** se pelo el tubérculo.
- Cortado:** Se realiza en forma de bastones, con la ayuda de un cuchillo.
- Rallado:** Se realiza el rallado de las raíces buscando liberar los gránulos del almidón de la matriz del tubérculo, la eficiencia de esta operación determinará el rendimiento del proceso. El material rallado está en contacto con un riego de agua que genera una lechada encargada de arrastrar el almidón suspendido
- Secado:** El almidón recolectado se seca por exposición a luz solar hasta lograr un porcentaje de humedad aproximado del 12%, si se trata de un proceso más tecnificado, es posible usar un secador convectivo para obtener humedades aún más bajas mediante

flujos de aire caliente.

- i) **Molienda:** Se realiza en un molino cilíndrico con muelas de acero.
- j) **Tamizado y clasificación:** La clasificación de la harina se realiza pasándola por un tamiz para obtener 106 μm para separar la fibra del almidón.
- k) **Almacenamiento:** Se realiza en lugares frescos, en envases herméticos a temperatura ambiente (Mazzeo, y otros, 2008 pág. 69).

Ilustración 2-1: Diagrama de procesos de la obtención del almidón de zanahoria blanca por el método de vía seca.

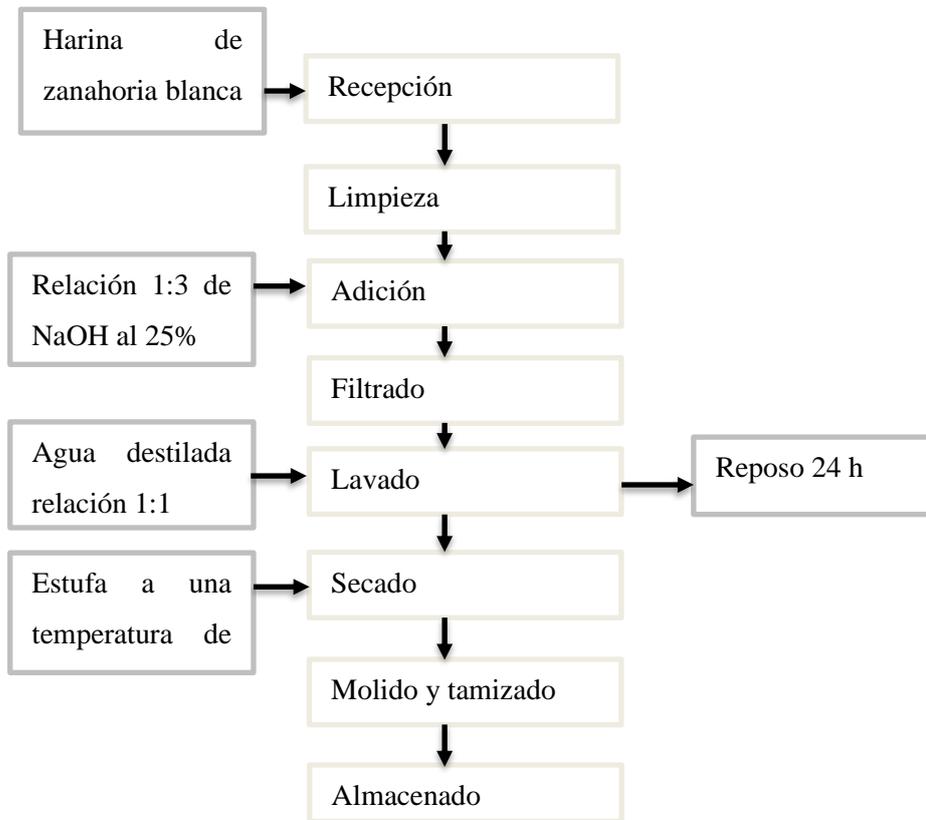


Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

2.7.2 *Obtención del almidón de zanahoria blanca por el método del Hidróxido de sodio (NaOH)*

- a. **Recepción de la materia prima:** harina de zanahoria blanca y demás insumos.
- b. **Limpieza:** verificar se la harina tiene rastros de tierra, piedras o cualquier tipo de impurezas.
- c. **Adición:** se utilizó hidróxido de sodio al 25 %, la misma relación harina: solvente (1:3) por un periodo de 24 horas, en reposo y a temperatura ambiente.
- d. **Filtrado:** las muestras obtenidas fueron filtrados en papel de filtro. La extracción con NaOH se le realizó un lavado para eliminar el exceso de álcalis hasta alcanzar un pH de 7.
- e. **Lavado:** Los residuos sólidos fueron macerados y mezclados con agua destilada manteniendo la misma relación 1:3 durante 15 minutos, obteniéndose una mezcla homogénea la cual fue almacenada a una temperatura de 7 °C por un período de 24 horas.
Finalizado el tiempo de reposo, se obtuvo la formación de una pasta insoluble compacta de aspecto gelatinoso la cual se separó mediante decantación.
- f. **Secado:** La pasta insoluble compacta fue secada en estufa de aire forzado a 50 °C hasta obtener el almidón seco.
- g. **Molido y tamizado:** Éste fue molido y tamizado para obtener una granulometría uniforme y semejante a los almidones comerciales.
- h. **Almacenamiento:** Se realiza en lugares frescos, en envases herméticos a temperatura ambiente (Medina, y otros, 2010 págs. 68-69).

Ilustración 2-2: Diagrama de proceso de la obtención de zanahoria blanca por el método del NaOH.



Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

2.7.3 Elaboración de recubrimientos comestibles

2.7.3.1 Formulación para la elaboración del recubrimiento

La formulación utilizada en el presente trabajo experimental fue trabajar con las mismas cantidades de almidón de zanahoria blanca para los dos tratamientos, para obtener recubrimientos comestibles requeridos.

Tabla 2-3: Formulación del recubrimiento comestible.

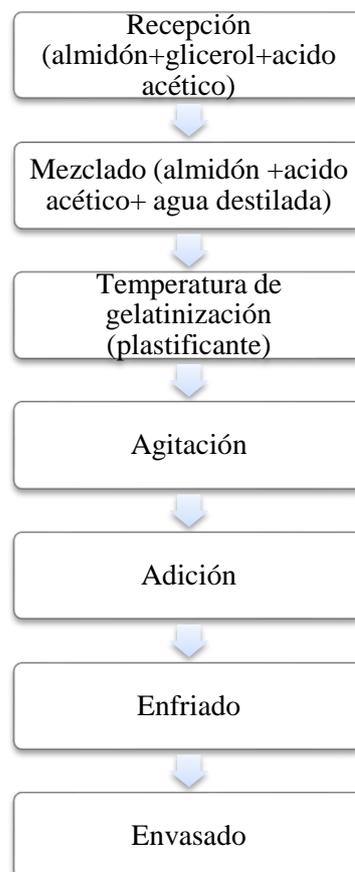
	Almidón (g)	Glicerina (ml)	Ácido acético(g)	Agua destilada(ml)
T1	250	25	25	250
T2	250	25	25	250

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023

2.7.3.2 Procedimiento

- a. **Recepción de materia prima:** almidón de zanahoria blanca extraído por los 2 métodos previamente mencionados, glicerol, ácido acético, y agua destilada.
- b. **Mezclado:** En un vaso de precipitación de 500 ml colocar 250 ml de agua destilada y 250 g de almidón de zanahoria blanca
- c. **Agitar:** De forma constante agitar la mezcla moderadamente hasta que alcance su temperatura de 65°C.
- d. **Adición:** Después de 10 minutos añadimos el plastificante (glicerol) y el conservante (Ácido acético) agitar hasta homogenizar la mezcla y dejar enfriar.
- e. **Enfriado:** una vez realizado todo el proceso de la elaboración del recubrimiento, lo dejamos enfriar a una temperatura de 25°C.
- f. **Envasado:** Una vez obtenido el producto sellarlo en envases de vidrio de 250 ml de producto obtenido de los dos tratamientos (Solano, 2010 págs. 29-30).

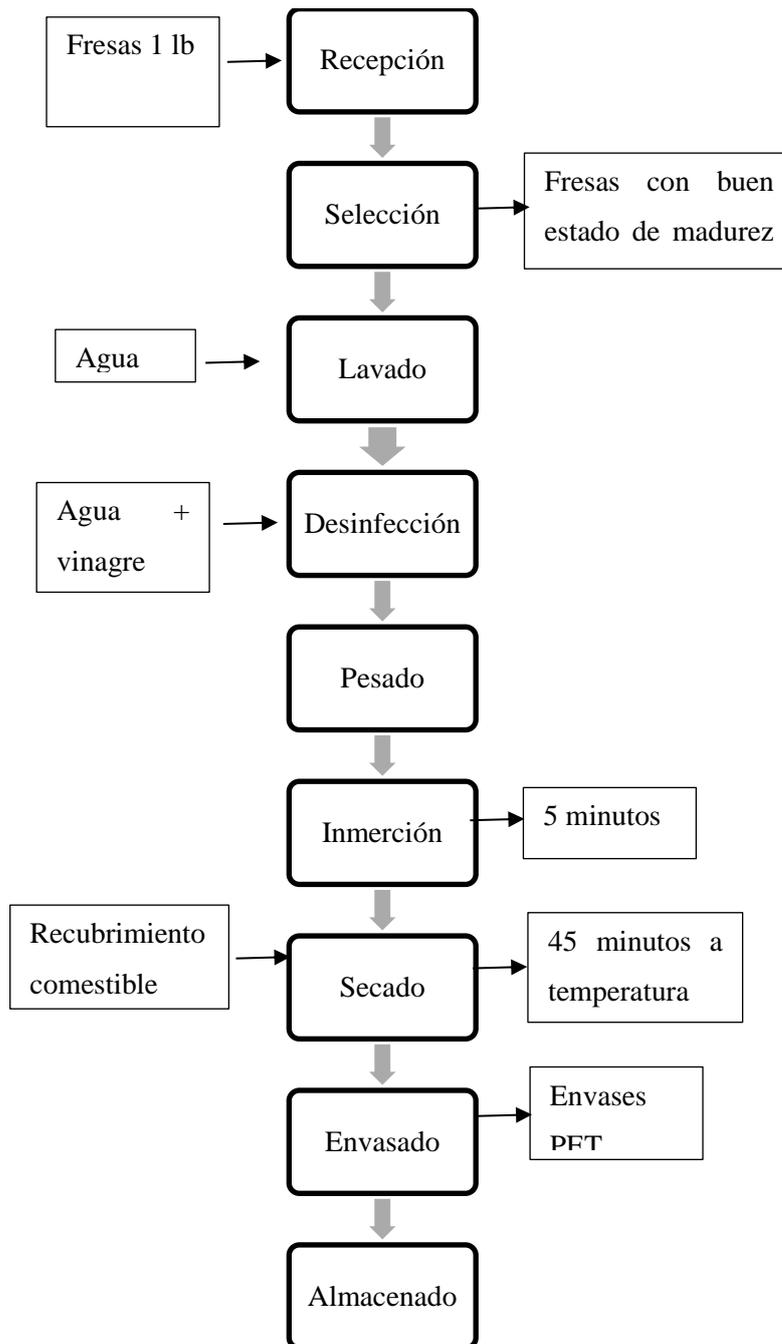
Ilustración 2-3: Diagrama de proceso de los recubrimientos comestibles.



2.7.4 *Aplicación del recubrimiento comestible en fresas.*

- a. **Recepción:** la fresa que se utilizó para este trabajo se obtuvo de la comunidad María Auxiliadora perteneciente a la parroquia Yaruquíes, de la ciudad de Riobamba, de los pequeños productores que se dedican a esta labor.
- b. **Selección:** la fruta obtenida fue previamente seleccionada en la cosecha, se tomaron en cuenta; el estado de maduras, las impurezas, frutas en estado de pudrición.
- c. **Lavado:** con una considerable cantidad de agua lavar las fresas para eliminar la tierra, cualquier tipo de adherencia que afecte la calidad de esta.
- d. **Desinfección:** en un recipiente colocar 4 tazas de agua y 4 cucharadas de vinagre, sumergir las fresas por cinco minutos. Pasado el tiempo, lava las fresas con agua fría y sécalas con papel absorbente
- e. **Pesado:** se tomó las muestras y se pesó cada una de las fresas para posterior realizar sus respectivos análisis.
- f. **Inmersión:** El recubrimiento comestible se aplicó utilizando pinzas y guantes obligatoriamente para evitar cualquier tipo de contaminación, para esto se realizó la inmersión de la fresa en el recubrimiento durante 5 o 10 min.
- g. **Secado:** se realizó a temperatura ambiente durante 45 min.
- h. **Envasado:** posteriormente las muestras de fresa se colocaron en envases de polietileno (PET) perforado.
- i. **Almacenado:** se colocó en refrigeración a 4 ± 1 °C hasta que presentaron signos visuales de deterioro microbiológico y marchitamiento en los días estipulados para el estudio (7,14, y 21 días).

Ilustración 2-4: Aplicación del recubrimiento comestible en las fresas.



Realizado por: Hipo, Mariana, 2023

2.8 Metodología de la investigación

2.8.1 Análisis físicos del recubrimiento comestible de almidón de zanahoria blanca

2.8.1.1 Espesor

Para determinar este método se basó en la Norma NTE (INEN) Método de ensayo para las propiedades de tracción de láminas plásticas delgadas.

Procedimiento

Recortar 10 recubrimientos de 5 cm de largo por 2.5 cm de ancho de cada una de las muestras, utilizando un micrómetro el cual debe tener una resolución de 1 µm. Medir el espesor con una precisión de 0.0025 mm o más para probetas de menos 0.25 mm de espesor y con una precisión del 1% o más para probetas de más de 0.25 mm, pero menos de 1,0 mm de espesor.

2.8.1.2 Solubilidad (%)

Se determinó la solubilidad conforme al método utilizado por (Heidi, y otros, 2015 pág. 28), Caracterización parcial de películas biodegradables elaboradas con almidón de plátano y proteínas séricas de la leche

Procedimiento:

Los recubrimientos previamente secados se colocaron en un vaso de precipitación de 100 ml con 80 ml de agua destilada, con agitación de 100 rpm durante 1 hora a una temperatura de 60° C. Terminada la agitación, las piezas de los recubrimientos comestibles fueron filtradas y se secaron en una estufa a 40 °C por 4 horas hasta que no queden residuos de agua. Después fueron pesadas, para finalmente establecer el porcentaje de materia soluble (% solubilidad), el cual se calculó de la siguiente manera

Fórmula para el Cálculo

$$\% \text{ Solubilidad} = \frac{\text{peso inicial seco} \times \text{peso final seco}}{\text{peso inicial seco}} \times 100$$
$$\%S = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

Donde:

P1= peso inicial seco de la película (g)

P2= peso final seco de la película (g)

2.8.1.3 *Grado de vapor de transmisión de vapor de agua*

Para determinar este análisis se utilizó (ASTM), Métodos de prueba estándar para la transmisión de vapor de agua de películas de recubrimientos orgánicos.

Procedimiento

Llenar con agua destilada hasta 6mm del borde superior del vaso de precipitación (200 ml), colocar la película comestible previamente pesado sobre el embudo, se sella muy bien con cinta de embalaje, las muestras se colocan en una habitación con temperatura de $(22 \pm 0,6^{\circ}\text{c})$ hasta tener pesos constantes, finalmente se vigila el cambio del peso en 2 días.

Cálculo

$$TVA = \frac{\Delta m}{t \times A} \times \epsilon$$

Donde:

Δm = masa (g)

T = tiempo de las lecturas (h)

A = área de las muestras de ensayo (m^2)

ϵ = espesor de los recubrimientos (mm)

2.8.2 *Análisis bromatológicos del recubrimiento comestible*

2.8.2.1 *Humedad (%)*

Se utilizó la NTE (INEN, 1987), Granos y Cereales, Maíz, Determinación del contenido de humedad

Procedimiento:

Pesar 1 gramo de muestra en un vidrio reloj, papel filtro, en papel aluminio; o directamente en capsula de porcelana previamente tarada, repartir uniformemente en su base, colocarlos en un analizador de humedad y esperar de 3 a 4 minutos, finalmente anotamos el resultado y lo aplicamos en la siguiente formula.

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \% \text{ de Sustancia Seca}$$

2.8.2.2 Cenizas (%)

Se determinó mediante la NTE (INEN, 1980), Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza.

Procedimiento:

Calentar el crisol de porcelana vacío en la mufla ajustada a $550 \pm 15^\circ\text{C}$, durante 30 min. Enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg. Transferir al crisol y pesar, con aproximación 1g de la muestra. Introducir el crisol en la mufla a $550 \pm 15^\circ\text{C}$ hasta obtener cenizas de un color gris claro. Sacar de la mufla el crisol con la muestra, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

$$\%Cenizas = \frac{CC - C}{W} \times 100$$

Donde:

Cc= peso del crisol más la ceniza (g)

C= peso del crisol vacío (g)

W= peso de la muestra final (g)

2.8.3 *Análisis microbiológico de las fresas con recubrimiento comestible frente a un tratamiento control (7, 14, y 21 días de análisis)*

El análisis microbiológico se desarrolló en el laboratorio de Ciencias biológicas de la Facultad de Ciencias Pecuarias, donde se realizó la siembra de Mohos y Levaduras utilizando la NTE (INEN, 1998), Control Microbiológico de los Alimentos Mohos y Levaduras. Viables recuentos en placa por siembra en profundidad y Aerobios Mesófilos, utilizando la NTE (INEN, 2006), Control Microbiológico de los Alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos Aerobios Mesófilos. REP en los días 7, 14, y 21.

Procedimiento

- Verificar todos los materiales, insumos, reactivos, y equipos a utilizar para la respectiva siembra.

- Desinfectar los materiales de trabajo incluido el área a utilizar del laboratorio de Ciencias Biológicas.
- Preparación de los agares PDA para Mohos y Levaduras, y PCA para Aerobios Mesófilos.
- Esterilización de los materiales y los agares en el autoclave.
- Utilizando una pipeta estéril, pipetear, por duplicado, alícuotas de 1 cm³ de cada una de las diluciones decimales en placas Petri adecuadamente identificadas
- Trasladar los medios de cultivo a la estufa por 48 horas para mohos y levaduras a una temperatura de 28° C y para Aerobios Mesófilos a una temperatura de 30°C por 48 a 78 horas.
- Realizar el respectivo conteo y reportarlas en UFC/ml.

2.8.4 Análisis físico-químicas de las fresas con recubrimiento comestible frente a un tratamiento control

Se realizaron los siguientes análisis al tratamiento control (fresas sin recubrimiento) y a fresas con recubrimiento comestible obtenido por dos métodos de extracción.

2.8.4.1 Pérdida de peso (%)

Este análisis se realizó por el método gravimétrico establecido por (Paredes, 2015 págs. 443-444) tomando como referencia el peso promedio del primer día, y conforme el peso promedio transcurrido en los 7, 14, y 21 días. Para determinar el promedio se utilizaron 5 fresas por tratamiento y luego se empleó la siguiente fórmula:

$$\%PP = \frac{P1 - PF}{P1} \times 100$$

Donde:

P1= **peso** de frutos a tiempo inicial

PF=**peso** de frutos a tiempo final y se reporta como porcentaje

2.8.4.2 Textura (%)

Esta prueba se realizó mediante la Normativa técnica (INEN, 2009), Frutas Frescas. tomate de árbol

Procedimiento:

El análisis se realizó de manera directa, utilizando un penetrómetro marca Q.A. se procedió aplicando la fuerza necesaria y no de golpe, si no la medición no será correcta. Realizar la lectura a los 3 segundos de colocar el aparato sobre la fruta. Las respuestas obtenidas se registraron en tablas de acorde al día transcurrido.

2.8.4.3 Sólidos solubles (°Brix)

Para la determinación de los °Brix se utilizó la NTE (INEN, 1985 págs. 2-3) Conservas Vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refracto métrico.

Procedimiento:

Mezclar bien la muestra y usarla directamente para la determinación, es necesario realizar la calibración respectiva antes de utilizar el equipo. Luego se toma una muestra de mermelada y se coloca el lente de vidrio del refractómetro, y se procede a registrar los datos obtenidos por el equipo.

2.8.4.4 pH

En el análisis de pH se realizó mediante la normativa NTE (INEN), Conservas Vegetales. Determinación de la concentración de Ion Hidrógeno (pH)

Procedimiento:

Se realizó la determinación del pH de acuerdo con la norma INEN 389 adaptada a las condiciones del laboratorio, se coloca en un vaso de precipitación aproximadamente 10 cm³ de muestra. Luego se agita suavemente obteniendo una mezcla homogénea, una vez calibrado el equipo se determina el pH introduciendo los electrodos al vaso de precipitación con la muestra y finalmente se registran los resultados.

2.8.5 Vida Útil

Para la determinación de la vida útil de las fresas con recubrimiento de almidón de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) obtenido por dos métodos de extracción frente a un tratamiento control se utilizó la metodología según (Toalombo, y otros, 2014).

$$\%PP = (\%ppo + K * t)$$

Donde:

%pp= parámetro de pérdida de peso escogido como límite de tiempo de vida útil (%)

%PPo= pérdida de peso al tiempo inicial (%)

T= tiempo de almacenamiento (días)

K= constante de velocidad de reacción (% días)

2.8.6 Medición económica

Para la evaluación económica se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales}}$$

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Determinación de pruebas físicas

Los resultados de los análisis se reportan en la tabla 3-1 los mismo que se analizan a continuación.

Tabla 3-1: Características físicas de los recubrimientos comestibles elaborados a base del almidón de zanahoria blanca extraídos por dos métodos.

Variables	MÉTODOS DE EXTRACCIÓN			
	Vía seca	Hidróxido de Sodio	T-cal	Prob.
Espesor (mm)	0.56	0.54	0.53	0.311
Solubilidad (%)	53.11	52.29	0.08	0.460
Transparencia de vapor de agua(g/h)	0.44	0.10	0.05	0.042

T. Cal: T calculado

Prob: > 0.05 no existe diferencias significativas.

Prob: < 0.05 existen diferencias significativas

Prob: < 0.01 existen diferencias altamente significativas.

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023

3.1.1 *Espesor*

Los valores obtenidos para el espesor de los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca no presentan diferencias estadísticas ($P > 0.05$), obteniéndose espesores entre 0.56 mm y 0.54 mm, por empleo de dos métodos de extracción Vía seca y el Hidróxido de sodio respectivamente, evidenciando que los valores encontrados en la investigación de (Coloma, 2016), realizaron procedimientos similares en el cual se obtuvo recubrimientos comestibles con un espesor de 0.60 mm por el método vía seca, mientras que (Medina, y otros, 2010) consiguió espesores de 0.65 mm por el método del hidróxido de sodio. Los recubrimientos comestibles elaborados se encuentran dentro del rango de espesor para laminas delgadas establecidas por la Norma NTE INEN 2635:2012.

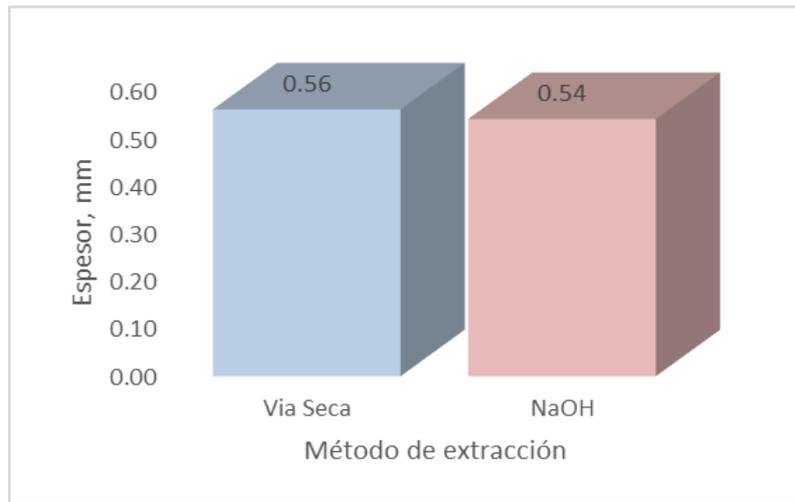


Ilustración 3-1: Espesor (mm) de los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca por efecto de dos métodos de extracción.

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023

3.1.2 Solubilidad (%)

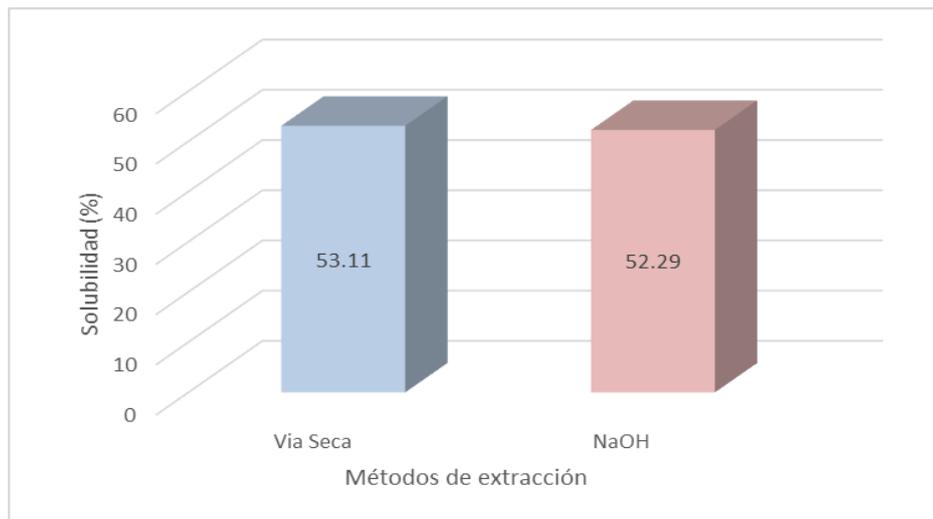


Ilustración 3-2: Solubilidad (%) de los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca por efecto de dos métodos de extracción.

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023

La caracterización de la solubilidad de los recubrimientos comestibles elaborados a partir del almidón de zanahoria blanca no presentan diferencias significativas, por cuanto se registró que al utilizar el método de extracción por vía seca mantiene un valor del 53.11%, mientras que al utilizar el método de extracción por el hidróxido de sodio (NaOH) la solubilidad fue de 57.87%, por lo que puede indicarse que los tipos de extracción no afectan la solubilidad del recubrimiento

comestible debido a que estudios de (Alan, y otros, 2021) citan que los biomateriales que poseen una solubilidad del menor al 70% son adecuados para el embalaje de alimentos, mientras que valores mayores al 70% son destinados al área de medicina, específicamente para recubrir cápsulas. Por ende, se puede demostrar que los resultados arrojados en nuestra investigación de los dos tratamientos son aptos para recubrir alimentos.

3.1.3 Grado de transparencia de vapor de agua

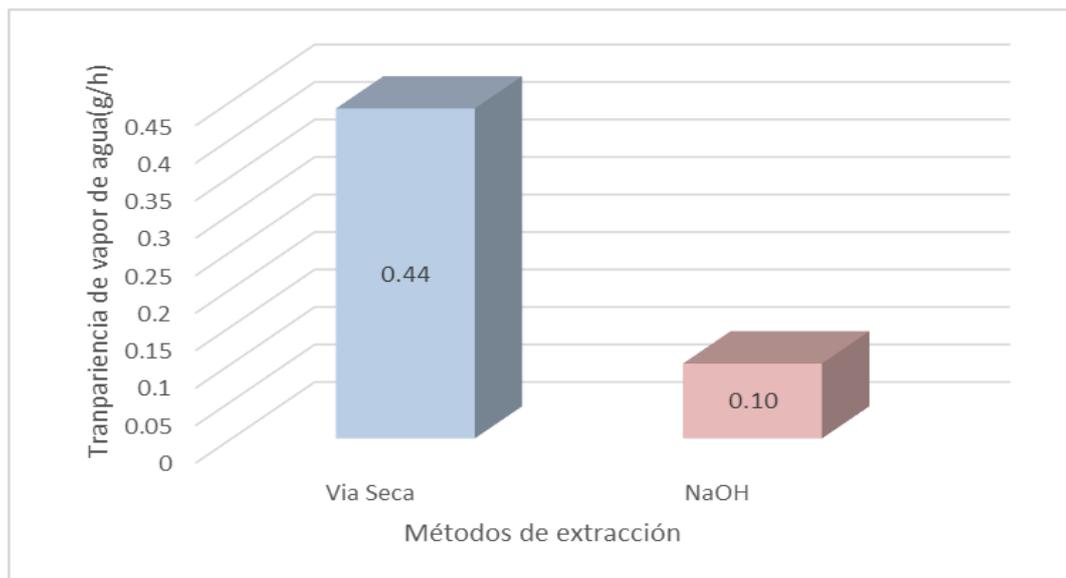


Ilustración 3-3: Grado de transparencia de vapor de agua (g/h) de los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca por efecto de dos métodos de extracción.

Realizado por: Hipo, Marian, 2023.

Los valores alcanzados en el grado de transparencia de vapor de agua de los recubrimientos comestibles elaborados a partir del almidón de zanahoria blanca no presentan diferencias significativas, por cuanto se registró que al utilizar el método de extracción por vía seca mantiene un valor del 0.44 g/h, mientras que al utilizar el método de extracción por el hidróxido de sodio (NaOH) la transparencia de vapor de agua fue de 0.10 g/h, por lo que puede indicarse que los tipos de extracción no afectan el grado de transparencia de vapor de agua del recubrimiento comestible, estudios realizados por (Renato, 2017) mencionan que para conservar las frutas y hortalizas mientras más bajos sean los valores del grado de transparencia al vapor de agua de los recubrimientos, se podrían crear mejores recubrimientos, ya que de esta manera el alimento no pierde peso por deshidratación y conserva sus características únicas por más tiempo, esto debido al poder hidrofílico del plastificante (glicerol).

3.2 Características bromatológicas

Los resultados de los análisis se reportan en la tabla 3-2 los mismos que se analizan a continuación.

Tabla 3-2: Características Bromatológicas de los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca extraídos por dos métodos.

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN				
Variables	Vía seca	M. NaOH	t-cal	Prob.
%Humedad	28.35	20.14	0.02	0.002
% Cenizas	0.45	0.25	0.01	0.023

T. Cal: T calculado

Prob: >0.05 no existen diferencias significativas.

Prob: < 0.05 existen diferencias significativas.

Prob: <0.01 existen diferencias altamente significativas

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

3.2.1 Humedad (%)

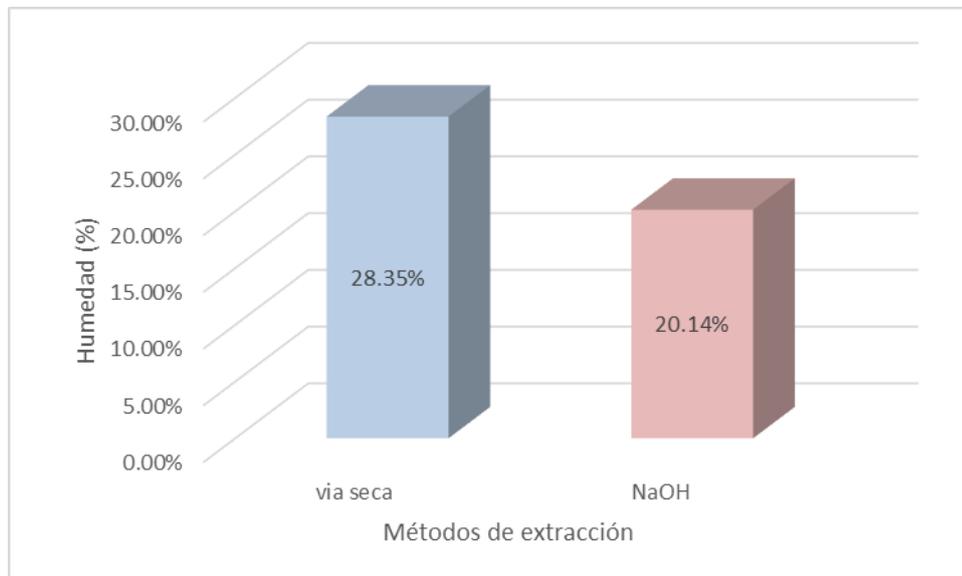


Ilustración 3-4: Humedad (%) de los recubrimientos comestibles elaborados con almidón de zanahoria blanca por efecto de dos métodos de extracción.

Realizado por: Hipo, Mariana, (2023)

Los resultados conseguidos en el análisis estadístico del % humedad de los recubrimientos comestibles muestran diferencias significativas ($P < 0,05$) por efecto del método de extracción utilizado, estableciéndose los mejores resultados con el método del hidróxido de sodio puesto que los valores fueron de 20.14%, el método por vía seca presento un alto % humedad siendo del 28.35%; como se observa en la ilustración 3-5. Por lo que se puede mencionar que estudios realizados por (Coloma, 2016) reportan valores de 21% y 23% de humedad en recubrimientos obtenidos del almidón de plátano, mismos que a menor humedad se evita la presencia de cualquier microorganismo, evitando el deterioro del recubrimiento y la posibilidad de crecimiento de hongos y levaduras.

3.2.2 Cenizas (%)

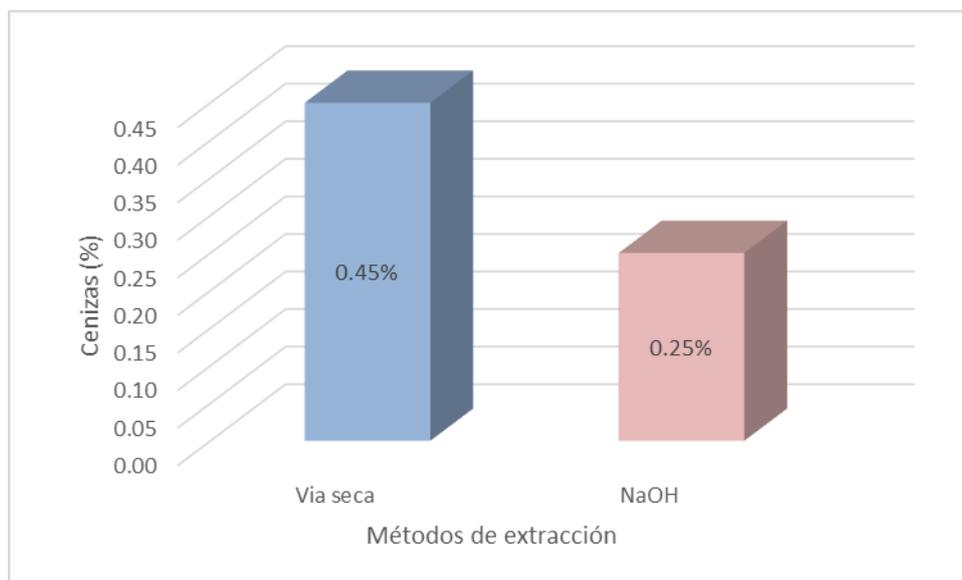


Ilustración 3-5: Ceniza (%) de los recubrimientos comestibles elaborados a partir de zanahoria blanca obtenida por dos métodos de extracción.

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

Se evidencian los resultados obtenidos en el % cenizas de los recubrimientos comestibles donde se reportan diferencias significativas ($P < 0,05$), por efecto del método de extracción empleado, estableciendo el mejor tratamiento al recubrimiento comestible elaborado con almidón de zanahoria blanca extraído por el hidróxido de sodio que señala un valor de 0.25 %, mientras que el método de vía seca presenta un alto porcentaje de cenizas, esto resultó debido a que no se aplicó una etapa de desmineralización; (Mata, y otros, 2017), obtuvieron resultados del 0.204 % de cenizas para una biopelícula elaborada con colágeno.

3.3 Características físico químicos de fresas con recubrimiento comestible frente a un tratamiento control.

Los resultados de los análisis se reportan en la tabla 3-3 los mismos que se analizan a continuación:

Tabla 3-3: Características Fisicoquímico de las fresas con recubrimiento comestible de almidón de zanahoria blanca obtenidos por dos métodos de extracción frente a un tratamiento control.

Fresas con recubrimiento comestible					
Variab	Control	Vía seca	NaOH	E. E	Prob.
Textura (%)	9.61 b	8.46 a	6.50 a	0.56	<0,0013
Sólidos solubles (°Brix)	7.92 a	7.78 a	7.96 a	0.20	0.7996
Potencial de hidrógeno (pH)	3.6 b	3.84 b	3.72 a	0.01	0.0007

E.E: Error estadístico

Prob: > 0.05 no existe diferencias significativas

Prob: < 0.05 existen diferencias significativas

Prob: < 0.01 existen diferencias altamente significativas

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

3.3.1 Textura (%)

Los resultados obtenidos en la medición de textura de las fresas con recubrimiento comestible de almidón de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) extraídas mediante dos métodos de extracción, muestran diferencias significativas ($P < 0.05$), por efecto del recubrimiento comestible utilizado en las fresas recubiertas con recubrimiento comestible obtenido por el método del hidróxido de sodio se obtuvo un valor promedio del 6.50 %, seguido por las fresas con recubrimiento comestible obtenido por el método de vía seca 8.46 % , mientras que la fresas naturales (tratamiento control) al no poseer ningún tipo de embalaje o conservante que proteja a la fruta evidencian bajas en su apariencia llegando hasta un límite de valor de 9.61% lo que indica que el producto ya no es apetecible al consumo humano.

3.3.2 Sólidos solubles (Brix)

La concentración de sólidos solubles (°Brix) de las fresas con recubrimiento comestibles extraído de dos métodos diferente y una muestra control, no registran diferencias significativas ($P > 0.05$), esto indica que el recubrimiento comestible no influye en los azúcares del fruto, esto se mantendrá sin dañar sus propiedades, obteniendo así los siguientes valores. El tratamiento control que no contiene ningún tipo de conservante presento un valor de 7.92 °Brix, seguido de las fresas con recubrimiento elaborado con almidón de zanahoria blanca extraída por el método de vía seca que arrojo un valor de 7.78 °Brix, y las fresas con recubrimiento comestible elaborado con almidón de zanahoria blanca obtenido por el método del Hidróxido de sodio (NaOH) que reporta un valor de 7.96 °Brix. Los resultados obtenidos son similares a los reportados por (López, 2003) en su trabajo de investigación técnicas de manejo postcosecha a pequeña escala donde indica que los sólidos solubles (°Brix) representan la cantidad de sacarosa diluida en un líquido, la fresa contiene una mínima cantidad de 6 y la máxima que es de 13, este valor cambia dependiendo de la variedad y la temperatura de almacenamiento. Esto nos da a entender que las fresas con recubrimiento mantienen sus azúcares al igual que una fresa natural.

3.3.3 Potencial de hidrógeno (pH)

El pH de las fresas con recubrimiento muestra diferencias significativos ($P < 0.05$), por lo que se indica que el conservante influye en las características del pH, en el tratamiento control (fresas naturales sin recubrimiento comestible) tiene un valor de 3.6 mostrando un leve decrecimiento a su pH inicial que fue de 3.7, seguido por el tratamiento de fresas con recubrimiento comestible elaborado con almidón de zanahoria blanca obtenido con por el método del Hidróxido de sodio (NaOH) que acogió un valor favorable ya que al transcurrir los días mantiene un pH de 3.72 y el tratamiento de fresas con recubrimiento comestible elaborado con almidón de zanahoria blanca extraído por el método de vía seca da como resultado un pH 3.84, esto se debe a que el almidón y el plastificante ayudan a formar una capa protectora evitando que el oxígeno ingrese abruptamente evitando la entrada de bacterias, lo que mantiene estable el pH de la fresas respectivamente.

Según la NORMA INEN 381, indica valores mínimos de pH de 4.5 por lo tanto ambos tratamientos son aptos para ser utilizados como conservante y así prolongar la vida útil de las fresas.

3.3.4 Pérdida de peso (%)

Tabla 3-4: Valoración de los resultados de la pérdida de peso en las fresas con recubrimiento comestible frente a un tratamiento control

Período de evaluación	Tratamientos			E. E	Prob.
	Control	Vía Seca	Hidróxido de sodio		
Día 7	4.19 a	4.09 b	4.05 b	0.63	0.0035
Día 14	5.80 a	4.55 a	4.38 b	0.05	<0.0001
Día 21	7.01 b	5.23 a	4.50 b	0.08	<0.0001

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

E.E.: Error estándar

Prob: > 0.05 no existe diferencias significativas

Prob: < 0.05 existen diferencias significativas

Prob: < 0.01 existen diferencias altamente significativas

3.3.4.1 Pérdida de peso al día 7

La medición de pérdida de peso (%) en el día 7, las fresas con recubrimiento comestible presentaron valores significativos ($p < 0,05$) por efecto al recubrimiento comestible utilizado, estableciéndose mejores resultados de 4.09% y 4.05% de pérdida de peso en fresas con recubrimiento comestible de almidón de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) obtenidos por el método de Vía seca y por el método de hidróxido de sodio respectivamente, en comparación al tratamiento control que arroja un valor de pérdida de 4.19%, esta pérdida se explica debido a los procesos fisiológicos de respiración y transpiración que ocurre normalmente en la fruta.

3.3.4.2 Pérdida de peso al día 14

En tanto en el día 14 la pérdida de peso en fresas con recubrimiento comestibles de almidón de zanahoria blanca obtenido por dos métodos de extracción presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), el valor más alto se registró en las fresas naturales (tratamiento control) que arroja un valor de 5.80% de pérdida de peso, seguida por las fresas con recubrimiento comestible obtenido por vía seca 4.55%, mientras que con el recubrimiento comestible obtenido por el hidróxido de sodio perdió 4.38% determinando el mejor recubrimiento que mejor mitiga la pérdida de peso.

3.3.4.3 Pérdida de peso al día 21

Al transcurso de los 21 días la pérdida de peso presento valores altamente significativas ($P < 0,01$), el mejor tratamiento que disminuyó la pérdida de peso en la fresas fue el recubrimiento comestible obtenido por el hidróxido de sodio con un valor de 4.50%, seguido por fresas con recubrimiento comestible obtenido por el método de vía seca que nos da un valor de 5.23%, en comparación con el tratamiento control (fresas naturales) que demuestra un valor alto de 7.01% en pérdida de peso, demostrando con ello que el mejor tratamiento que disminuye la pérdida de peso hasta el día 21 es utilizar recubrimiento comestible de almidón de zanahoria blanca obtenido por el método del hidróxido de sodio para obtener fresas con menos pérdida de nutrientes y jugosidad.

Según (Oñate, 2018) las fresas al presentar una alta tasa de respiración producen una mayor pérdida de agua, provocando arrugamiento en el fruto, disminución del peso de comercialización y descenso de la calidad sensorial, afectando la apariencia, textura y jugosidad del fruto. Los resultados obtenidos de la pérdida de peso de los dos tratamientos fueron menores a los reportados por (Oñate, 2018) del 17% al 18% para tratamientos de recubrimientos del almidón de plátano entre los días 11 y 23 días.

3.4 Análisis Microbiológico

3.4.1 Mohos y Levaduras

En la tabla 3-4 se reportan las unidades formadoras de colonia (UFC) de mohos y levaduras presentes en la fresa con dos tipos de recubrimiento comestible obtenidos por dos métodos de extracción frente a un tratamiento control.

Tabla 3-5: Valoración microbiológica de Mohos y Levaduras (UFC/ml) de los recubrimientos comestibles elaboradas del almidón de zanahoria blanca extraídos por dos métodos de extracción, frente a un tratamiento control.

TRATAMIENTOS			
Variables	Control	Vía Seca	Hidróxido de sodio
Día 7	1,05E+02	1,01E+02	1,00E+01
Día 14	2,01E+03	1,45E+02	1,15E+02
Día 21	4,05E+03	1,50E+03	1,35E+02

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023

Para determinar Mohos y levaduras se desarrolló bajo la NTE INEN (INEN, 1998). Se puede evidenciar el crecimiento microbiano donde en el día 7 de las fresas (tratamiento control) presenta una carga microbiana de $1,05E+02$ UFC/ml llegando hasta una carga máxima de $4,05E+03$ UFC/ml al día 21. En cuanto a fresas con recubrimiento comestible obtenido por el método de vía seca presenta una carga microbiana considerable iniciando el día 7 con un valor $1,01E+02$ UFC/ml, avanzando al día 14 con $1,45E+02$ UFC/ml, y finalmente en el día 21 mostrando su carga máxima de $1,50E+03$ UFC/ml. En cambio, las fresas con recubrimiento comestible obtenido por el método del hidróxido de sodio presento cargas microbianas menores iniciando en el día 7 con un valor $1,00E+01$ UFC/ml llegando a obtener $1,35E+02$ UFC/ml para el día 21 en crecimiento de mohos y levaduras, mostrando así que las fresas tratadas con este tratamiento resulto ser la más eficaz para evitar el deterioro del producto.

Estos valores están sujetos a la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN (INEN, 2008), dando cumplimiento a su límite máximo de carga microbiana para mohos y levaduras de $1,00E+03$ UFC/ml para frutas.

3.4.2 *Aerobios Mesófilos*

En la tabla 3-5 se reporta las unidades formadoras de colonias (UFC) de aerobios mesófilos presentes en fresas con recubrimiento comestible obtenido por dos métodos de extracción frente a un tratamiento control.

Tabla 3-6: Valoración Microbiológica de Mesófilos Aerobios (UFC/ml) de los recubrimientos comestibles elaboradas del almidón de zanahoria blanca extraídos por dos métodos de extracción, frente a un tratamiento control.

TRATAMIENTOS			
Variables	Control	Vía Seca	Hidróxido de sodio
Día 7	$3,10E+02$	$2,10E+02$	$2,00E+02$
Día 14	$3,89E+02$	$3,55E+02$	$2,20E+02$
Día 21	$4,55E+03$	$4,20E+03$	$3,55E+02$

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

La determinación de las bacterias mesófilos aerobios se llevó a cabo según la NTE (INEN).

En la tabla 3-5 el recuento de microorganismo aerobios mesófilos, en fresas (tratamiento control) el día 7 inicia con un valor de $3.10E+02$ UFC/ml llegando a un valor máximo de $4,55E+03$ UFC/ml al día 21, en cambio en fresas con recubrimiento comestible de almidón de zanahoria blanca obtenido por el método de vía seca tenemos un valor de $2,10E+02$ UFC/ml en el día 7 evidenciando un crecimiento notable para el día 14 con $3,55E+02$ UFC/ml y finalizó el día 21 con $4,20E+03$ UFC/ml en su valor máximo de crecimiento microbiano, finalmente las fresas con recubrimiento comestible obtenido por el método del hidróxido de sodio mantiene valores bajos iniciando en el día 7 con $2,00E+02$ UFC/ml con un incremento de $3,55E+02$ UFC/ml en el día 21, demostrando que todos los tratamientos son buenos en cuanto a mitigación de carga microbiana que deterioran la fresa y reduciendo su vida útil. Según la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN (INEN, 2008) , menciona que para que un alimento no genere problemas en la salud el conteo de mesófilos aerobios debe tener un valor mínimo de $1,00E+03$ UFC/ml.

3.5 Determinación de la vida útil de las fresas con recubrimiento comestible y un tratamiento control.

(Toalombo, y otros, 2014) menciona que, la vida útil de los alimentos se limita con el tiempo esto durante el cual un alimento cuidado es apto para el consumo diario, el tiempo en el que el alimento alcanza los niveles inaceptables de digestión. La mayoría de métodos que se utiliza para determinar la vida útil en los alimentos es la forma de almacenamiento, y a su vez se realizan análisis fisicoquímicos de las frutas.

Para la determinación del tiempo de vida útil se debe seleccionar cuidadosamente aquel que se considere como factor sensible y que pueda influir considerablemente en la aceptación sensorial por parte del consumidor o con la finalidad de que el alimento sea seguro y permanezca inocuo hasta su consumo, para lo cual se seleccionó el mejor tratamiento, siendo este el T2 (Recubrimiento comestible a base de almidón de zanahoria blanca obtenido por el método del NaOH), debido a que demostró una menor pérdida de peso de la fruta durante los 21 días de análisis.

Tabla 3-7: Vida útil del mejor tratamiento frente a una muestra control.

Tiempo de vida útil T0(control) (días)	Tiempo de vida útil T2 (días)
$t = \frac{\%pp - \%ppo}{k}$	$t = \frac{\%pp - \%ppo}{k}$
$\%ppo = 12.8$	$\%ppo = 12.5$
4.75 Días	12.23 Días

%pp= parámetro de pérdida de peso escogido como límite de tiempo de vida útil (%)

%Ppo= pérdida de peso al tiempo inicial (%)

T= tiempo de almacenamiento (días)

K= constante de velocidad de reacción (% días)

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023

Se observó que la vida útil de las fresas con recubrimiento comestible resultó ser el T2 que fue superior en aproximadamente 8 días en concepto del tratamiento control. Estos valores son similares a los reportados por (Horvitz, y otros, 2017) de 7 días para mora de castilla recubierta con quitosano.

3.6 Beneficio Costo

En la tabla 3-7, se detalla la evaluación de los gastos e ingresos realizadas en la investigación, por cada gramo de fresa con recubrimiento comestible el precio se incrementa levemente de a corde al método de extracción utilizado. El costo de producción de las fresas con recubrimiento comestible por el Hidróxido de sodio y fresas naturales (control) fue de 0,097 dólares por gramo, mientras que para las fresas con recubrimiento comestible por el hidróxido de sodio se obtuvo un costo de 0,0.112 dólares por gramo, por lo que se obtiene un beneficio costo, de \$1,03 y \$1,34 en la fresas (control) y recubrimiento comestible por Hidróxido de sodio en fresas, lo que indica que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0.03 y 0.34 dólares, a diferencia de las fresas con recubrimiento por vía seca por ende no registra un beneficio costo, siendo este un producto poco rentable para su producción a nivel industrial.

Tabla 3-8: Representación Costo/Beneficio del Recubrimiento Comestible elaborado con almidón de zanahoria blanca extraído por dos métodos.

ingredientes	Formulación	Precio/Unidad	Fresas con Recubrimiento comestible		
			Fresas sin recubrimiento	Fresas+recubrimiento por vía seca	Fresas +recubrimiento por NaOH
Zanahoria blanca	350	0.001	0.35	0.35	0.35
Fresas	350	0.001	0.35	0.35	0.35
Fresas (control)	2.5	0.05	0.12		
Recubrimiento por vía seca	2.5	0.83		2.07	
Recubrimiento por NaOH	2.5	0.14			0.34
Glicerina	1.5	0.02	0.04	0.04	0.04
Sorbato de potasio	0.375	0.02	0.01	0.01	0.01
Envases	6	0.10	0.60	0.60	0.60
Total de egresos			1.46	3.42	1.68
Cantidad			15	15	15
Costo de Producción, dólares/g			0.097	0.228	0.112
Precio de venta, dólares/g			0.10	0.15	0.15
Total de ingresos			1.5	2.25	2.25
B/C			1.03	0.66	1.34

Realizado por: Hipo, Mariana, 2023.

CONCLUSIONES

- Se estableció dos métodos de extracción del almidón de zanahoria blanca para utilizarlo en la elaboración de recubrimientos comestibles para determinar cuál es la extracción más factible para elaborar este producto, lo cual resultó ser el T2: recubrimiento comestible a base del almidón de Zanahoria blanca obtenido por el método del NaOH, ya que presentó mejores características de conservación de la fresa, ayudando a mantener sus propiedades, nutrientes, y brindarle más tiempo de consumo a un producto altamente perecible.
- Se analizó las características físicas, y bromatológicas, del recubrimiento comestibles y análisis microbiológicas, y físico-químico de las fresas con recubrimiento comestibles extraído mediante los dos métodos (Vía Seca y el NaOH), frente a un tratamiento control, de los tres tratamientos el que mejor resultó fue el T2 cumpliendo con todos los parámetros propuestos en la investigación basándose en las normas INEN en lo referente a parámetros de calidad como en el % de pérdida de peso de las fresas evidencio una baja pérdida de hasta un 4%, un pH de 3.84, este valor también se dio en el T1, °Brix de 7.96, una textura del 6.50%, en los resultados microbiológicos en mohos y levaduras y mesófilos aerobios demuestran que los recubrimientos si retardan la proliferación bacteriana obteniendo como resultado final fresas inocuas aptas para su comercialización y consumo.
- El análisis de la vida útil de las fresas dio como resultado al T2 (fresas con recubrimiento comestible obtenido por el Hidróxido de sodio) como mejor tratamiento para prolongar la vida de anaquel de la fresa, arrojando un valor de 12 días aproximadamente de duración siendo esta superior a los 4 días del tratamiento control, observando que las características fisicoquímicas no se ven afectados en este lapso para que pueda ser consumido sin ningún tipo de riesgo.
- El cuadro de costo beneficio se calculó con el propósito de verificar de forma rápida y acertada el nivel de éxito de esta investigación, el tratamiento control y el T2 (recubrimiento comestible de almidón de zanahoria blanca obtenido mediante el NaOH), se obtuvo una ganancia de \$0.03 y \$ 0.34 dólares por cada dólar invertido, siendo este el tratamiento de mayor viabilidad de un emprendimiento.

RECOMENDACIONES

- Impulsar la utilización del tubérculo andino (zanahoria blanca) en el desarrollo de diversos productos alimenticios utilizándolo como materia prima en la Industria alimentaria, incluso para crear medicinas naturales, también brindándole un valor agregado no solo a la materia prima sino también al agricultor.
- Probar el recubrimiento en tratamientos de conservación en diferentes frutas, debido a su alta resistencia a la podredumbre y a la prolongación de vida útil.
- Evaluar recubrimientos de diferentes fuentes aplicando a frutas y vegetales altamente perecederos

BIBLIOGRAFÍA

Alan, Moreno, Richer, Garay y Jaime, Guerrero. 2021. *Obtención y caracterización de biopelículas obtenidas a partir de yuca amarilla (Manihot esculenta) para el embalaje de alimentos*. San Martín, Perú : 2021.

Alarcón, A Correa: L. 2015. *Cultivo de frutilla*. ONUDI, Santiago de Chile : 2015.

Alejandra, Graü Rojas, Soledad, Tapía María y Olga, Belloso. 2016. *EMPLEO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN FRUTAS FRESCAS CORTADAS: NUEVO ENFOQUE DE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO DE PRODUCTOS*. Lleida : Western Regional Research Center, 2016. USADA.

ASTM, D1653. Métodos de prueba estándar ASTM D1653 para la transmisión de vapor de agua de películas de revestimiento orgánico. [En línea] <https://www.laboratuar.com/es/testler/astm-testleri/astm-d1653-organik-kaplama-filmlerinin-su-buhari-iletimi-icin-standart-test-yontemleri/>.

Benavides, Diana Carolina Sáez. 2020. *Evaluación de la digestibilidad de almidón de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) tratado por recocado in situ*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Perú : 2020.

Coloma, José. 2016. *Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de platano (Musa Paradisiaca)*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador, Manabí : 2016.

Cuzco, , Tanya. 2019. “*Obtención de harina a partir de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) en condiciones óptimas de temperatura, tiempo y espesor de la rodaja y su aplicación en dietas alimenticias*”. Universidad de Cuenca, Cuenca : 2019.

Dayana, Paucar. 2021. *Obtención y caracterización de una biopelícula a partir de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) y yuca amarilla (Manihot esculenta) para el embalaje de alimentos*. ESPOCH, Riobamba : 2021.

Dolores, Maritza. 2015. *diseño de un recubrimiento comestible bioactivo para aplicarlo en la frutilla (fragaria vesca) como proceso de postcosecha*. Quito : s.n., 2015.

Ecuador, Patrimonio Nacional. 2016. *zanahoria blanca*. Gobierno del Ecuador, Riobamba : 2016.

Fernández, , Daybelis, Bautista,, Silvia y Fernández, , Dayvis. 2015. Películas y Recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y horatizas. *ISSN. 3*, 08 de 2015, Vol. 24, 1010-2760.

Heidi, Palma, y otros. 2015. *Caracterización parcial de películas biodegradables elaboradas con almidón de plátano y proteínas séricas de leche*. Instituto de Ciencias Agropecuarias , México : 2015.

Horvitz, Sandra y Guamushing, Mayra. 2017. *Evaluación del efecto de un recubrimiento con quitosano sobre la calidad poscosecha de la cora de castilla (Rubus Glaucus Benth)*. Univesidad Técnica de Ambato, Ambato : 2017.

INEN, 1 529-5:2006 NTE. CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS. REP. . 1ERA.

INEN, 1 909:2009. 2009. *FRUTAS FRESCAS. TOMATE DE ÁRBOL. REQUISITOS*. Quito : s.n., 2009, Vol. I.

INEN, 1513. 1987. *Granos y Cereales, maiz, Determinacion del contenido de humedad*. [En línea] 1987.

<https://archive.org/details/ec.nte.1513.1987/page/n1/mode/1up>.

INEN, 1520. 1980. *Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza*. [En línea] 1980. <https://www.studocu.com/ec/document/unidad-educativa-villa-florida/matematicas/520-excelente-guia-de-estudio/29701768>.

INEN, 1529-10:98,. 1998. *control microbiológico de los alimentos. mohos y levaduras viables. recuentos en placa por siembra en profundidad*. 1era, 1998, Vol. I. [En línea] 01 de abril de 2020. [Citado el: 11 de mayo de 2021.]

INEN, 2337:2008., 2008. *jugos, pulpas, concentrados, nectares, bebidas de frutas y vegetales. requisitos.* [En línea] 2008.
<https://ia902908.us.archive.org/11/items/ec.nte.2337.2008/ec.nte.2337.2008.pdf>.

INEN, 2635:2012., NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2635:2012 MÉTODO DE ENSAYO PARA LAS PROPIEDADES DE TRACCIÓN DE LÁMINAS PLÁSTICAS DELGADAS. [En línea]
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2635.pdf>.

INEN, 380., 1985. CONSERVASS VEGETALES.DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES.METODO REFRACTOMETRICO. [En línea] 1985. CONSERVASS VEGETALES.DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES.METODO REFRACTOMETRICO.

INEN, 389, 1985. Conservas vegetales. *Determinación de la concentración del ion hidrógeno (pH).* [En línea]
<https://archive.org/details/ec.nte.0389.1986/page/n1/mode/2up>.

INEN, 529-5:2006. 2006. CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS. REP. 1era, 2006.

Ipiales, Fernando Davis Paredes. 2016. *ALTERNATIVAS EN EL USO Y APLICACIÓN DE LA ZANAHORIA BLANCA PARA LA GASTRONOMÍA EN EL CANTÓN AMBATO.* UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES “UNIANDÉS”, Ambato : 2016.

Juan, Quintero, Victor, Falguera y Aldemar, Muñoz. 2010. *Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola.* Ciencias Químicas, Tumbago : 2010.

López, Gloria. 2003. *Técnicas de Manejo Poscosecha a Pequeña Escala.* Universidad de California, Davis, Mexico : 2003.

Mata, Moisés, Hernández, Daniel y Vazquez, María. 2017. *Elaboración de biopelículas a partir de las escamas, espinas y piel de Mojarra Tilapia (Oreochromis niloticus).* Univesidad Técnica del Sureste de Veracruz, Veracruz : 2017.

Mazzeo, Miguel, Alzate, Angela y Marín, Mario. 2008. *Obtención de almidón a partir de residuos poscosecha del plátano dominico hártón (MUSA AAB SIMMONDS)*. s.l. : Vector, 2008.

Medina, Carlos, Parees, Alisón y Rodríguez, María. 2010. Evaluación de dos métodos de extracción de almidón de cotiledones de mango. [En línea] 2010. [Citado el: 20 de 07 de 2023.] http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612010000100009.

Medina, Carlos, y otros. 2010. *Evaluación de dos métodos de extracción de almidón a partir de cotiledones de mango*. España : Bioagro, 2010. ISSN:1316-3361.

Oñate, lizabeth. 2018. *Desarrollo de un recubrimiento comestible a base de almidón de cascara de plátano* . Universidad Técnica de Ambato , Ambato : 2018.

Paredes, Guido. 2015. *Efecto del uso de biopelícula sobre la calidad post-cosecha y tiempo de vida útil en Persea Americana “palto” var. Hass*. Perú : Procceding, 2015.

Parra, , Joselyne. 2020. *OBTENCIÓN DE BIOFILM A PARTIR DEL ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA (Arracacia xanthorrhiza) Y DE CAMOTE (Ipomoea batatas) COMO ALTERNATIVA AL USO DE MATERIAL PLÁSTICO DERIVADO DE PETRÓLEO*”. ESPOCH, Riobamba : 2020.

Renato, Queiroz. 2017. *FILMES BIODEGRADÁVEIS COM ADIÇÃO DE LICOPENO OU β -CAROTENO LIVRES E NANOENCAPSULADOS*. Universidad federal de río grande del sur, Puerto alegre : 2017.

Rojas, , Alejandra, Soledad,, María y Martín,, Olga. 2006. *EMPLEO DE RECUBRIMIENTOS EN FRUTAS FRESCAS CORTADAS: NUEVO ENFOQUE DE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO DE PRODUCTOS*. Universitat de Lleida, LIEIDA : 2006.

Solano, Virginia Buensuceso. 2010. *Elaboración y Caracterización de Biopelículas a partir de almidón de yuca (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ)*. Escuela Superior de Ingeniería eIndustrias Extractivas, México : 2010.

Tapia, Dayana Belén Pruna. 2020. *Determinación de los compuestos bioactivos y tiempo de vida útil de un spaghetti elaborado a partir de cultivos andinos y residuos agroindustriales*. Universidad técnica de Ambato, Ambato : 2020.

Toalombo, Olga y Tomlá, César. 2014. *Estudio de la aplicación de un recubrimiento comestible sobre el tiempo de vida útil de la mora de castilla (rubus glaucus).* Universidad Técnica de Ambato, Ambato : 2014.

Urrea, , Luis. 2020. *Arracacha-xanthorrhiza de Arracacia.* Dreamstime, s.l. : 2020.

Valdés, Daybelis Fernández y Baños, &Silvia Bautista. 2015. *y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas.* Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN -1010-2760, RNPS-0111, Vol. 24, No. 3, ESPAÑA : 2015.

Vele, , Lenin. 2019. *Determinación del comportamiento térmico de la Zanahoria Blanca (Arracacia xanthorrhiza) y su Almidón aplicando Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).* UNIVERSIDAD DE AZUAY, Azuay : 2019.



ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS FÍSICO DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DEL ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA OBTENIDOS POR DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.

1. Análisis de varianza del valor del espesor por tratamiento.

Parámetros	Métodos de extracción					
	Vía Seca		NaOH			
	Media	D.E.	Media	D.E.	tcal	Prob.
	0.56	0.05	0.54	0.05	0.53	0.311

2. Análisis de varianza del % de Solubilidad por tratamiento.

Parámetros	Métodos de extracción					
	Vía Seca		NaOH			
	Media	D.E.	Media	D.E.	tcal	Prob.
	53.11	0.05	52.29	0.05	0.08	0.460

3. Análisis de varianza del grado de transparencia de vapor de agua por tratamiento.

Parámetros	Métodos de extracción					
	Vía Seca		NaOH			
	Media	D.E.	Media	D.E.	tcal	Prob.
	0.44	0.05	0.10	0.05	0.05	0.042

ANEXO B: ANALISIS BROMATOLÓGICO DE LOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DE ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA

1. Análisis de varianza del % de humedad

Parámetros	Métodos de extracción					
	Vía Seca		NaOH			
	Media	D.E.	Media	D.E.	tcal	Prob.
	22.16	0.05	37.32	0.02	0.02	0.002

2. Análisis de varianza del % de cenizas

Parámetros	Métodos de extracción					
	Vía Seca		NaOH			
	Media	D.E.	Media	D.E.	tcal	Prob.
	1.52	0.25	0.25	0.023	0.01	0.023

ANEXO C: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS FRESAS CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.

1. Análisis de varianza para el valor de Textura, por tratamiento.

TEXTURA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Textura	14	0.86	0.73	9.18

Cuadro de Análisis de la Varianza

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	22.55	3	11.27	19.96	<0,0013
Error	3.95	12			
Total	27.45	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10929

TRATAMIENTO	Medias	n	E. E	Rango
T2	6.50	4	0.56	A
T1	8.46	5	0.56	A
T0	9.61	5	0.56	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

2. Análisis de varianza del % sólidos totales por tratamiento.

% SÓLIDOS TATALES

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Sólidos Totales	14	0.03	0.00	17.52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	0.75	3	0.38	12.36	0.7996
Error	20.86	12			
Total	21.61	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10929

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E	Rango
T1	7.78	5	0.20	A
T2	7.96	4	0.20	A
T0	7.92	5	0.20	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3. Análisis de varianza para el valor de pH (potencial de hidrógeno).

Potencial de hidrogeno(pH)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph	14	0.76	0.72	3.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	0.54	3	0.27	14.21	0.0007
Error	0.17	12			
Total	0.71	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10929

TRATAMIENTO	Medias	n	E. E	Rango
T2	3.72	4	0.01	A
T1	3.84	5	0.01	B
T0	3.6	5	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4. Análisis de varianza para el valor del % de pérdida de peso.

Día 7

Cuadro de Análisis de la Varianza

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	2355.19	3	1177.60	0.63	0.0035
Error	794.68	12			
Total	3149.87	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10929

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E	Rango
T0	4.19	5	4.19	A
T2	4.09	4	4.05	B
T1	4.05	5	4.09	B

Día 14

Cuadro de Análisis de la Varianza

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	2151.01	3	105.2	124.01	<0,0001
Error	712.41	12			
Total	2863.42	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10929

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E	Rango
T0	5.80	5	0.05	A
T1	4.55	4	0.05	B
T2	4.38	5	0.05	B

Día 21

Cuadro de Análisis de la Varianza

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	2410.10	3	1005.20	12.10	<0,0001
Error	62.35	12			
Total	2472.45	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10929

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E	Rango
T1	5.23	4	0.08	A
T2	4.50	5	0.08	B
T0	7.01	5	0.08	B

ANEXO D: PROCESAMIENTO DE OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA MEDIANTE EL MÉTODO DE VÍA SECA



ANEXO E: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LA EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE ZANAHORIA BLANCA MEDIANTE EL MÉTODO DEL HIDRÓXIDO DE SODIO





ANEXO F: ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE ZANAHORIA BLANCA EXTRAÍDA POR DOS MÉTODOS.



ANEXO G: ANÁLISIS DEL % HUMEDAD.



ANEXO H: ANÁLISIS DEL % CENIZAS



ANEXO I: ANÁLISIS DE SÓLIDOS TOTALES °BRIX

ANEXO J: ANÁLISIS DE PH



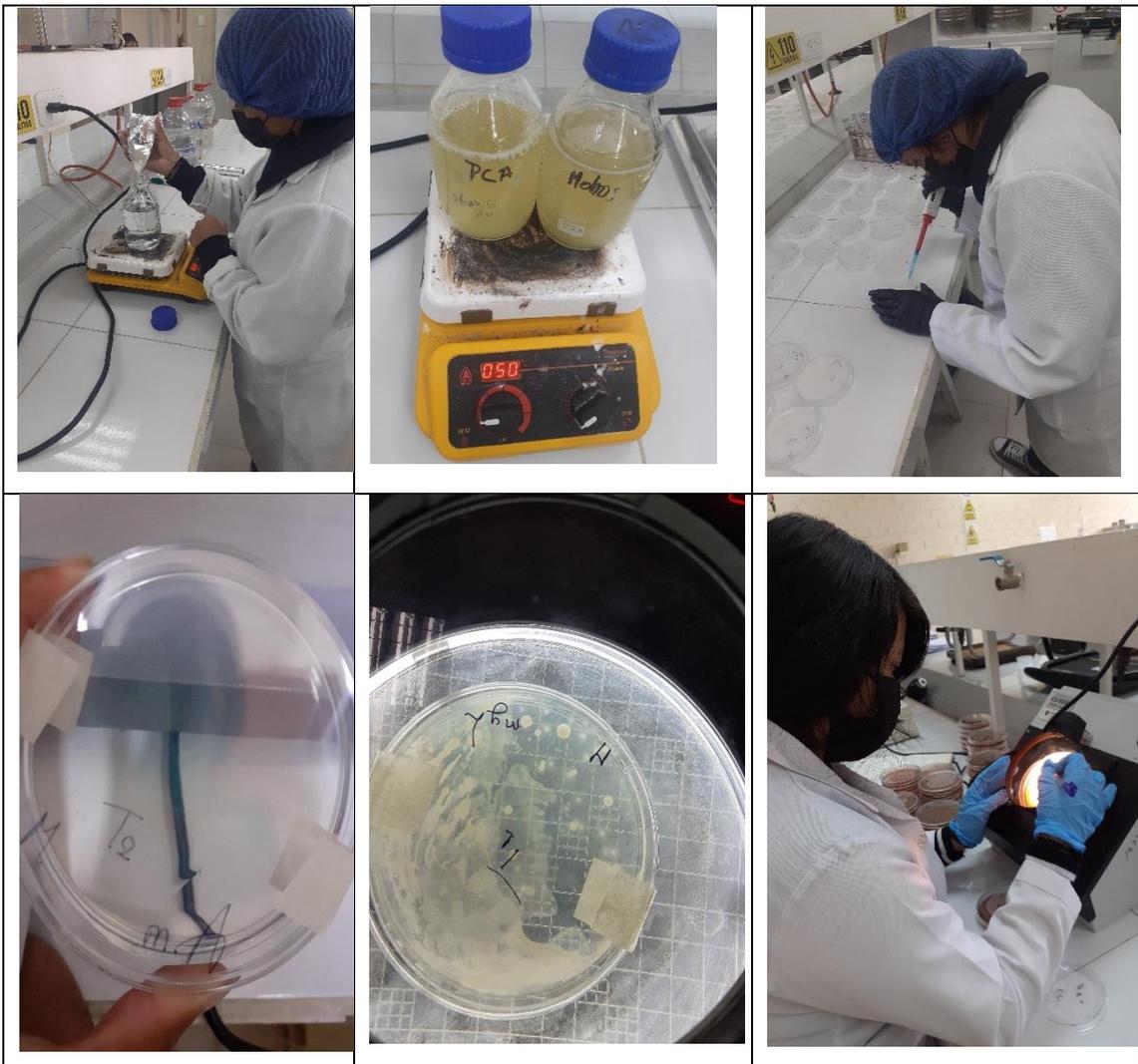
ANEXO K: ANÁLISIS DEL GRADO DE VAPOR DE TRANSPARENCIA DE AGUA.



ANEXO L: ANÁLISIS DEL % DE SOLUBILIDAD



ANEXO M: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



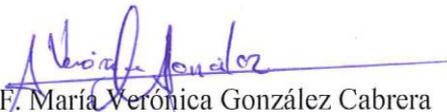
ANEXO N: ANÁLISIS DEL % DE PÉRDIDA DE PESO

	Día 7	Día 14	Día 21
T 0			
T 1			
T 2			



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 07/ 02 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Alexandra Mariana Hipo Hipo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería en Industrias Pecuarias
Título a optar: Ingeniera en Industrias Pecuarias
 Ing. Fredy Patricio Erazo Rodríguez, MsC. Director del Trabajo de Titulación
 BQF. María Verónica González Cabrera Asesor del Trabajo de Titulación