Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos

Formulación de un recubrimiento comestible a base de extractos de cáscaras de naranja y uva para la estabilidad del aguaymanto fresco

Línea de investigación:
Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero de Alimentos

AUTOR:
BACHILLER: CORTEZ GARCIA, DAMALIZ DAYLU

ASESOR:
DR. OSCAR BENJAMIN JORDÁN SUÁREZ

Ica, Perú

2026

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Eriberto Cortez y Rosalvina Garcia, por su amor incondicional, apoyo constante y ejemplo de vida.

A mis hermanos en especial a mi hermano Dither, por acompañarme como un segundo padre durante mi formación académica.

A mí misma, por no rendirme ante las dificultades y por creer siempre en mis capacidades.

Y finalmente, a Dios, por darme la fuerza y la sabiduría necesarias para culminar esta meta.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expreso mi más sincero agradecimiento a la Dra. Matilde Tenorio Domínguez, por confiar en mi persona y brindarme la oportunidad de desarrollar el presente proyecto de tesis, basado en su investigación científica titulada *"Efecto del recubrimiento natural comestible a base de extractos de cáscaras de uva* (*Vitis vinífera*) *y naranja* (*Citrus sinensis*) *en la vida útil del aguaymanto* (*Physalis peruviana*)*"*.

Agradezco profundamente también por haberme facilitado el uso de su laboratorio para la realización de esta investigación.

Asimismo, extiendo mi agradecimiento al Dr. Jordán Suárez, por su dedicación, orientación y paciencia durante el proceso de desarrollo de la tesis, contribuyendo significativamente a la culminación de este trabajo.

A ambos los llevaré siempre presentes en mi memoria y en mi futuro profesional.

De igual manera, manifiesto mi profundo agradecimiento a mis padres, quienes con su apoyo incondicional me han permitido alcanzar mis metas personales y académicas. Su respaldo moral, material y económico ha sido fundamental para mantenerme enfocada en mis estudios y lograr este importante objetivo.

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN 1

1.1 Planteamiento del problema 1

1.2 Antecedentes de la investigación 2

1.2.1 Antecedentes de la investigación nivel internacional 2

1.2.2 Antecedentes de la investigación nivel nacional 3

1.3 Bases teóricas 4

1.3.1 Aguaymanto 4

1.3.2 Recubrimiento comestible 5

1.3.3 Tipos de recubrimiento 5

1.3.4 Métodos de recubrimientos más utilizados 6

1.3.5 Cáscara de uva 6

1.3.6 Cáscara de naranja 8

1.3.7 Glicerol 9

1.3.8 Vida útil 9

1.3.9 Mezclas 10

1.4 Formulación del problema 10

1.5 Importancia y justificación de la investigación 10

1.6 Objetivo de la investigación 12

1.7 Hipótesis de la investigación 12

1.8 Variables de la investigación 12

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA 14

2.1 Diseño de investigación 14

2.2 Población y muestra 16

2.2.1 Población 16

2.2.2 Muestra 16

2.3 Instrumento de recolección de datos 17

2.4 Técnica de recolección de datos 17

2.5 Análisis e interpretación de los resultados 30

2.6 Lugar de estudio 30
2.7 Materiales 30
III. RESULTADOS 33
3.1 Tratamiento 33
3.2 Contenido óptimo de compuestos fenólicos de las cáscaras 33
3.3 Composición químico proximal del aguaymanto fresco 33
3.4 Análisis sensorial 35
3.5 Formulaciones para el recubrimiento comestible 36
3.5.1 Formula control 36
3.6 Estabilidad del aguaymanto recubierto almacenado 37
3.6.1 Composición química del aguaymanto recubierto 37
3.6.2 Variación de peso del aguaymanto fresco y con recubrimiento 38
3.6.3 Carga microbiana del aguaymanto fresco y con recubrimiento 39
IV. DISCUSIÓN 41
V. CONCLUSIONES 44
VI. RECOMENDACIONES 45
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA 49
ANEXO 2. CÁLCULOS 50
ANEXO 3. FICHAS DE ANÁLISIS PROXIMAL 52
ANEXO 4. CONTROL DE PESO DEL AGUAYMANTO RECUBIERTO 55

INDICE DE TABLAS

Tabla I Valor nutricional de aguaymanto 4
Tabla II Composición nutricional de la cáscara de uva (*Vitis vinifera*) 7
Tabla III Composición nutricional de la cáscara de naranja *(citrus sinensis*), expresado en g/100 g de muestra 9
Tabla IV Operacionalización de las variables 14
Tabla V Diseño experimental de los extractos 16
Tabla VI Tratamientos experimentales de la determinación de compuestos fenólicos 16
Tabla VII Control de la formulación de la obtención de las soluciones 20
Tabla VIII Composición química proximal y propiedades fisicoquímicas del aguaymanto fresco 34
Tabla IX Resumen de la prueba de aceptabilidad en color, sabor y apariencia 35
Tabla X Control de los insumos para la formulación 37
Tabla XI Análisis de la composición químico del aguaymanto recubierto 37
Tabla XII Control de peso en el aguaymanto recubierto 55

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Diseño metodológico de la investigación en tres etapas. 15
Fig. 2: Ficha de evaluación sensorial. 18
Fig. 3: Diagrama de flujo para la obtención del recubrimiento comestible. 21
Fig. 4: Incorporación y homogenización de la cáscara en el disolvente. 22
Fig. 5: Procedimiento de extracción en baño maría. 23
Fig. 6: Enfriamiento controlado de las soluciones. 23
Fig. 7: Proceso de filtración de las soluciones. 24
Fig. 8: Determinación del peso de la solución e insumos. 24
Fig. 9: Tratamiento térmico para la obtención del recubrimiento. 25
Fig. 10: Diagrama del acondicionamiento de la fruta y aplicación del recubrimiento. 26
Fig. 11: Proceso de obtención del aguaymanto. 27
Fig. 12: Selección y clasificación del aguaymanto. 27
Fig. 13: Aplicación del recubrimiento por inmersión. 28
Fig. 14: Secado del aguaymanto recubierto. 29
Fig. 15: Empacado del aguaymanto recubierto 29
Fig. 16: Compuestos fenólicos de la cáscara de: naranja, uva negra y verde. 33
Fig. 17: Análisis sensorial estadístico del aguaymanto fresco. 36
Fig. 18: Variación del peso del aguaymanto con recubrimiento durante el periodo de almacenamiento. 38
Fig. 19: Curva de crecimiento de moho y levaduras. 39
Fig. 20: Curva de crecimiento de los aerobios mesófilos. 40
Fig. 21: Grafico del aguaymanto recubierto y sin recubrimiento del día 16. 40

RESUMEN

Los recubrimientos comestibles ofrecen una solución sostenible, efectiva y relativamente económica para conservar frutas y hortalizas tras la cosecha. Funciona formando una barrera semipermeable que controla la humedad, gases y actividad microbiana, sin afectar negativamente las cualidades organolépticas del producto. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la formulación del recubrimiento comestible a base de cáscaras de naranja y uva para extender la estabilidad del aguaymanto fresco, se realizó la caracterización de la materia prima se evaluó las propiedades fisicoquímicas del aguaymanto fresco (como humedad, pH, grados Brix y contenido de vitamina C), junto con sus características sensoriales y microbiológicas, estableciendo una línea base de calidad. La Optimización del recubrimiento comestible se empleó un diseño factorial multinivel, determinando las concentraciones óptimas de extractos de cáscaras de naranja y uva. Se formuló un recubrimiento que integra estos extractos con insumos como almidón modificado, glicerol y Tween 80, de modo que se potencien sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas sin alterar las características naturales de la fruta. La determinación de la estabilidad del aguaymanto se usó un diseño completamente aleatorio (DCA), se comparó la evolución del aguaymanto recubierto (con y sin extracto), evaluando parámetros como la pérdida de peso, la carga microbiana y la aceptabilidad sensorial durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración. Los resultados indicaron que el recubrimiento comestible no interfiere significativamente en las propiedades fisicoquímicas del aguaymanto y, por el contrario, contribuye a mantener la calidad del fruto durante el almacenamiento, reduciendo el crecimiento de microorganismos y aportando compuestos antioxidantes derivados de los extractos a comparación del aguaymanto sin extracto el cual tuvo mayor pérdida de peso, cambios fisiológicos y crecimiento microbiano. Además, la utilización de subproductos agroindustriales (cáscaras de naranja y uva) para la formulación del recubrimiento se presenta como una estrategia sostenible y de economía circular.

Palabras claves: Recubrimiento, aguaymanto, vida útil, carga microbiana, cáscara de uva.

ABSTRACT

Edible coatings provide a sustainable, effective, and relatively low-cost solution for preserving fruits and vegetables after harvest. They function by forming a semipermeable barrier that regulates moisture, gas exchange, and microbial activity, without negatively affecting the organoleptic qualities of the product. The aim of this study was to determine the optimal formulation of an edible coating based on orange and grape peels to extend the shelf life of fresh goldenberry (*Physalis peruviana*). First, fresh fruit was characterized by its physicochemical properties (moisture, pH, °Brix, and vitamin C content), as well as its sensory and microbiological attributes, in order to establish a quality baseline. The optimization of the edible coating was carried out using a multilevel factorial design to determine the optimal concentrations of orange and grape peel extracts. A coating was formulated by integrating these extracts with modified starch, glycerol, and Tween 80, enhancing its antioxidant and antimicrobial properties without altering the natural characteristics of the fruit. To assess goldenberry stability, a completely randomized design (CRD) was applied, comparing coated fruits (with and without extract) in terms of weight loss, microbial load, and sensory acceptability during storage at refrigeration conditions. Results indicated that the edible coating did not significantly interfere with the physicochemical properties of goldenberry; on the contrary, it contributed to maintaining fruit quality during storage by reducing microbial growth and incorporating antioxidant compounds derived from the extracts. In contrast, fruits coated without extracts showed greater weight loss, physiological changes, and microbial proliferation. Furthermore, the use of agro-industrial by-products (orange and grape peels) in the formulation of the coating represents a sustainable strategy aligned with the principles of circular economy.

Keywords: Coating, goldenberry, shelf life, microbial load, grape peel.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En las últimas décadas, el consumo de frutas y hortalizas frescas ha adquirido una creciente relevancia debido a su aporte nutricional y a los beneficios asociados a la salud humana. Sin embargo, estos productos continúan metabólicamente activos después de la cosecha, manteniendo procesos fisiológicos como la respiración, transpiración y actividad enzimática, los cuales conducen progresivamente a su deterioro [1].

El deterioro poscosecha se manifiesta mediante pérdida de peso, flacidez, cambios de color, disminución de firmeza y alteraciones sensoriales, lo que limita la vida útil del producto. Para mitigar estos efectos, se han implementado métodos de conservación como la refrigeración, atmósferas modificadas y atmósferas controladas, los cuales permiten prolongar la calidad de las frutas. No obstante, dichas tecnologías presentan limitaciones relacionadas con altos costos de implementación, requerimientos de infraestructura especializada y el uso de materiales poliméricos no biodegradables que generan impacto ambiental negativo [2].

Ante esta problemática, se ha intensificado la investigación sobre alternativas sostenibles y de bajo impacto ambiental, entre las cuales destacan los recubrimientos comestibles naturales. Estos recubrimientos consisten en películas delgadas formuladas a partir de compuestos naturales que actúan como barreras semipermeables, regulando el intercambio gaseoso y la pérdida de humedad, además de permitir la incorporación de agentes antioxidantes y antimicrobianos, sin afectar las características organolépticas del alimento. [3].

A pesar de los avances reportados, la información disponible sobre la formulación y aplicación de recubrimientos comestibles elaborados a partir de cáscaras de naranja y uva para la conservación del aguaymanto fresco es limitada, lo que evidencia la necesidad de desarrollar investigaciones orientadas a evaluar su efecto sobre la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del fruto durante el almacenamiento en refrigeración.

1.2 Antecedentes de la investigación

1.2.1 Antecedentes de la investigación nivel internacional

Ferrer M. [4], evalúo el efecto del recubrimiento de almidón de cidrayota sobre la viabilidad y calidad de las fresas a 4°C durante 10 días. Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas del almidón y la cidrayota, y se estimaron las concentraciones del almidón (a0:1%) y (a1:2%) en base a la gráfica completa del coeficiente químico y tiempo de bañado (b0:5 minutos y b1: 10min); dentro de la vida útil de las fresas en el refrigerador y de acuerdo con los parámetros fisicoquímicos. Cidrayota tiene las siguientes propiedades: Sólidos solubles totales (SST) 4,6 ºBrix, potencial de hidrógeno (pH) 6,7, índice de madurez 129,6, acidez 0,036 g de ácido cítrico por gramo de muestra y contenido de almidón 1,45%. Asimismo, humedad del almidón 8,4°, grasa 0,22°, temperatura de coagulación 65,4°C, solubilidad 3,96 y capacidad de hinchamiento 9,11. La cobertura óptima fue el tratamiento con 2 por ciento de almidón y 10 min de remojo debido a una menor pérdida de peso después de 5,7 días, mejor sabor, color y textura y una vida útil más prolongada (6,7 días). La potencia del almidón ha sido probada y el recubrimiento a base de almidón de cidrayota actúa como una barrera para proteger las fresas y evitar la pérdida de agua.

Mota et al. [5], indicó que la guayaba continúa respirando y madurando después de la cosecha, causando marchitez, pérdida de color, mala calidad y valor de mercado reducido. Por lo tanto, estos cambios son mínimos y los frutos durarán más dependiendo de los métodos de almacenamiento a utilizar como, aire acondicionado y refrigeración. Una tendencia mundial a favor de estas propiedades es el uso de recubrimientos comestibles; por ello en esta investigación se puso a prueba el efecto del recubrimiento donde se controlaron las propiedades sensoriales y químicas de la cáscara de guayaba (variedad cubana Suprema Roja) que contiene varias concentraciones de almidón de yuca y glicerina como plastificante y almacenada a 8 °C durante 27 días, así mismo fueron evaluados cada 3 días. Los resultados arrojados en pH, sólidos solubles, acidez titulable y vitamina C, mostró poco contraste con las formulaciones 2 y 3. Las evaluaciones sensoriales realizadas por los probadores semi entrenados fueron satisfactorios en los tres parámetros (aroma, textura, sabor) con más superioridad al tratamiento 3. Por lo tanto, se ha demostrado que agregar capas de glicerina y almidón de tapioca a los alimentos mejora la vida útil y las propiedades sensoriales sin alterar las propiedades químicas.

1.2.2 Antecedentes de la investigación nivel nacional

Cieza H. [6], demostró el efecto de un recubrimiento comestible a base de aloe vera y goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) sobre las propiedades microbiológicas y fisicoquímicas en cubos de mango de la variedad Kent. El recubrimiento se realizó por inmersión en tres tratamientos T1 (0,3% tara, 39,7% gel de aloe vera), T2 (0,6%, 39,4%), T3 (0,9%, 39,1%) y un cuarto control. Así mismo se analizó el pH, acidez titulable (%), dureza, sólidos solubles (ºBrix), pérdida de peso (%), contaminación de bacterias psicrófilas. Las muestras recubiertas con gel de aloe vera y goma de tara dieron resultados positivos siendo el T3 el mejor método de procesamiento con mejor conservación de las propiedades del mango, en contraste con el método control que mostró una reducción del 45% en peso y reducción de densidad mango 48%. Un recubrimiento absorbible a base de gel de Aloe Vera y goma de tara por 8 días preserva la calidad de la pulpa del mango y protege contra la contaminación microbiana psicrófila.

E. Ayquipa [7], señaló que las películas comestibles presentan una gran importancia como material de envasado alternativo en alimentos, debido a su biodegradabilidad. En este contexto, el estudio tuvo como objetivo obtener y caracterizar una película comestible elaborada a partir de almidón de cáscara de papa y mucílago de cáscara de tuna. La película comestible fue formulada mediante la adición de glicerina y vinagre en diferentes proporciones, realizándose posteriormente su caracterización física. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). En cuanto al espesor, densidad y opacidad, se observó variabilidad entre los tratamientos, atribuida a que estas propiedades están directamente influenciadas por el espesor de la película. Los tratamientos con mayor densidad (X2 y X3) presentaron un mayor espesor, comportamiento que también se reflejó en la opacidad, siendo el tratamiento X3 el de mayor valor. Asimismo, los valores de permeabilidad al vapor de agua (PVA) oscilaron entre 1.39 y 7.20×10^{-18} g/m².min.Pa. En conclusión, la utilización de almidón y mucílago obtenidos de cáscaras de tuna y papa contribuye a otorgar valor agregado a residuos agrícolas, promoviendo alternativas sostenibles y favorables para el cuidado del medio ambiente.

1.3 Bases teóricas

1.3.1 Aguaymanto

Physalis peruviana L., comúnmente conocida como aguaymanto o uchuva, es una hierba perenne originaria del altiplano andino perteneciente a la familia de las solanáceas, los frutos son bayas de color amarillo anaranjado con un diámetro de 1.25 - 2,5 cm, con un peso de 4. 10 g [8], generalmente su sabor varía desde acido a muy agrio [9]. El aguaymanto se ha convertido en una de las frutas tropicales más prometedoras y ha recibido un creciente interés en todo el mundo debido a su potencial como cultivo intensivo con alto contenido de compuestos bioactivos [8].

El valor nutricional del aguaymanto se presente en la siguiente Tabla I:

TABLA I

VALOR NUTRICIONAL DEL AGUAYMANTO

COMPONENTES	CANTIDAD
Humedad	79.8 - 85.5 %
Proteínas	0.3 - 1.5 g
Grasa	0.15 - 0.5 g
Carbohidratos	11.0 - 19.6 g
Fibra	0.4 - 4.9 g
Riboflavina	0.03 - 0.18 mg
Niacina	0.8 - 1.7 mg
Vitamina	20 - 43 mg
Potasio	210 - 467 mg
Calcio	2 - 28 mg
Fosforo	27 - 55.3 mg
Hierro	0.3 - 1.2 mg

Fuente: B. Villar [9]

1.3.2 Recubrimiento comestible

Se considera recubrimiento comestible (RC) a una estructura transparente, comestibles, delgada y continua que generalmente mediante la operación de inmersión o aspersión recubre al alimento, con el objetivo de prolongar su vida útil, preservar su calidad y servir como empaque [10]. Además, pueden proporcionar esterilidad superficial y prevenir pérdidas de otros componentes importantes, ya que controla la transferencia de gases (O_2, CO_2 y etileno) aromas y aceites del interior del alimento, evitan la pérdida de firmeza y humedad [11].

1.3.2.1 Componentes de los recubrimientos

La composición del recubrimiento comestible (RC), en cuanto a los productos hortofrutícolas pueden ser elaborados a partir de una gran variedad de proteínas, polisacáridos y lípidos, solos o en combinaciones adquiriendo la capacidad de aprovechar las ventajas de cada grupo [10]. Esto, con el fin de que, los polisacáridos y las proteínas son buenos materiales para la formación de recubrimientos ya que muestran excelentes propiedades mecánicas y estructurales, pero presentan una pobre capacidad de barrera frente a la humedad, en comparación con los lípidos que posee propiedades hidrofóbicas generando puntos de fusión altos [12]. Así mismo, a dichas formulaciones pueden incluirse plastificantes y emulsificantes que se utiliza de diversa naturaleza química con la finalidad de ayudar a mejorar las características finales de la película o recubrimiento. Las mismas que presentan propiedades como transparencia, comestible, dureza, vapor de agua y buenas barreras contra el oxígeno [10].

1.3.3 Tipos de recubrimiento

- **Recubrimiento tipo cera**; son consideradas mezclas de ésteres de alta masa molecular formadas por ácidos grasos y alcoholes monohidroxilados, obtenidas de fuente animal y vegetal [13].

  Cumple un papel como protector en la superficie de frutos, tallos y hojas de las plantas. La capa de cera en los tejidos de los organismos regula el intercambio gaseoso, por sus características estructurales (rica en ácidos grasos), son hidrofóbicas en su mayoría y protegen contra insectos [14].
- **Recubrimiento tipo resina**; específicamente las denominadas oleorresinas, que hacen parte de las resinas naturales, se obtienen de diferentes plantas por medio de una extracción con disolventes orgánicos que posteriormente son eliminados

por destilación, el producto obtenido es un líquido viscoso y coloreado que contiene una mezcla de compuestos volátiles y no volátiles (ácidos diterpénicos). La resina de pino, por ejemplo, cuenta con mayor proporción de estos compuestos no volátiles (entre el 64-70%) [14].

1.3.4 Métodos de recubrimientos más utilizados

- **Inmersión**: Es el método más utilizado en recubrimientos comestibles con cera en frutas enteras; generalmente se realiza sumergiendo la fruta directamente en la formulación del recubrimiento, se deja drenar el material sobrante y continua con un secado. Es una técnica que asegura un impregnado completo sobre la superficie de la fruta u hortaliza [12], así mismo proporciona mejores resultados en el caso de productos que requieren una capa uniforme en una superficie irregular [15].
- **Aspersión**: Es un método convencional generalmente usado en la industria alimentaria como es pastelería, pastas, frutas, entre otros; esto se debe a la alta presión y menor gasto de solución formadora de la cubierta [15]. Así mismo, esta técnica aplicada en frutas con superficie lisas y uniformes, forma capas de recubrimientos más delgados y uniformes que por inmersión [12].
- **Pulverización**: Es una técnica de atomización del líquido formador de la película por medio de fuerzas eléctricas, en donde el líquido sale por una boquilla con un alto potencial eléctrico. Por ello, la ventaja de este método es que las gotas que se obtienen son tan pequeñas que el tamaño de su partícula llega a medir incluso nanómetros, así mismo la carga y el tamaño pueden controlarse en cierta medida por medios eléctricos [16].
- **Frotaciones**: El método de la frotación utiliza aire comprimido (menor de 5 psi o 35 Kpa), así mismo para lograr una dispersión uniforme, se deben aplicar en las líneas de empaque que poseen rodillos en movimiento. De tal forma que el exceso de cubierta es removido con cepillos colocados por debajo de los rodillos. Generalmente la cubierta espumosa contiene un poco de agua para facilitar el proceso de secado [15].

1.3.5 Cáscara de uva

Según lo indica la información de la Organización Internacional del Vino, 100 kilos de uva generan desechos unos 25 kilos, de los cuales los tallos representan el 25%, las cáscaras el 50% y el 25% restante son semillas [17].

Con lo ya mencionado, la industria vitivinícola genera toneladas de residuos, producto de sus diversos procesos de elaboración, la cual uno de los residuos es la cáscara y semillas como metabolitos secundarios de compuestos polifenólicos [16]. Este es importante por lo que brinda beneficios, ya sea como antioxidantes, o beneficios a la salud por sus propiedades antivirales y antimicrobianas, de la misma forma estos compuestos varían según la variedad y el tipo de tejido del fruto [18].

Uno de los principales compuestos bioactivos con alto valor agregado son los ya mencionados compuestos polifenólicos, los cuales pueden ser obtenidos de las cáscaras en una porción del 20 al 30%; de las semillas en una porción del 60 al 70%, dichos compuestos quedan presentes en las cáscaras, semillas y tallos después de la fermentación en los residuos generados por el proceso de vinificación [19].

La composición nutricional se presenta en la Tabla II.

TABLA II

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA CÁSCARA DE UVA (*VITIS VINIFERA*)

Componente	Cantidad
Humedad (%)	89 ± 0.06
Cenizas (%)	1.85 ± 0.01
Fibra (%)	1.95 ± 0.2
Lípidos (%)	0.11 ± 0.09
Proteínas (%)	1.03 ± 0.15
Carbohidratos (%)	5.31 ± 0.07

Fuente: M. lin Gadea [20].

1.3.6 Cáscara de naranja

La cáscara de naranja contiene una amplia variedad de productos secundarios con actividad antioxidante y anticancerígena así mismo representa una rica fuente de polifenoles y bioactivos [21].

En cuanto a su composición química las cáscaras de naranja contienen algunos elementos trazas, además fibra dietética, ácido ascórbico, polifenoles totales y carotenoides [22].

La utilidad de la cáscara de naranja es:

- **Fuente natural de fibra***:* la cáscara de naranja contiene más flavonoides y nutrientes que la pulpa, una de las fibras naturales es la pectina la cual protege el estómago de la inflamación y ayuda a mantener los niveles de azúcar en la sangre; Además, alivia dolencias intestinales como acidez y acidez estomacal, flatulencia y diarrea [22].

  Un total de 10,6 g de fibra totalmente natural contienen aproximadamente 100 g de cascara de naranja. Una buena manera de aprovechar las propiedades digestivas de la piel de naranja es beberla después de una comida copiosa o grasosa [22].
- **Disminuye el colesterol**: Gracias al contenido del flavonoide hesperidina, contribuye con el metabolismo de los lípidos en sangre; El contenido de hesperidina en la piel de naranja es un 20% superior al de la pulpa y el zumo de naranja, lo que es muy importante para reducir la grasa en sangre y asegurar la eliminación de esta sustancia; Por otro lado, la piel de naranja es rica en limonoides, que al igual que otros cítricos, son los responsables del sabor amargo de la fruta igualmente contribuye al buen funcionamiento del aparato digestivo, lo que a su vez se asocia a una reducción de peso [22].
- **Ayuda a perder peso:** Se considera un acelerador del metabolismo a la cascara de naranja ya que ayuda a perder peso. Por otro lado, la piel de naranja es estupenda para combatir el estreñimiento, en ocasiones acompañada de dietas de adelgazamiento. Esto se debe a que la pectina es un polisacárido insoluble [22].

  Composición nutricional de la cáscara de naranja se muestra en la Tabla III.

TABLA III

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA CÁSCARA DE NARANJA *(CITRUS SINENSIS*), EXPRESADO EN G/100 G DE MUESTRA

Parámetro	Cantidad
Grasa	0.23
Humedad	72.52
Proteínas	1.53
Sacarosa	1.99
Total	7.55
SST	15.69

Fuente: V. López [23]

1.3.7 Glicerol

El glicerol es un alcohol l, conocido como propanotriol o glicerina (C3 H8 O3), caracterizado por tener tres grupos hidroxilo (–OH), hierve a 290 °C, es soluble en agua, e higroscópico. El glicerol, por su amplia disponibilidad, es el plastificante más conocido para la producción de películas biodegradables, además de ser económico, es compatible con una amplia gama de materiales, proporciona buena elasticidad a la película sin pérdida significativa de resistencia a la tracción, sin embargo, tiene dos desventajas de ser higroscópico y no reductor de la permeabilidad al vapor de agua, afectando el campo de aplicación del recubrimiento [24].

1.3.8 Vida útil

Las hortalizas y frutas están conformadas por tejidos vegetales y sus reacciones bioquímicas y procesos fisicoquímicos prosiguen posterior a la cosecha, por lo que son considerados perecederos y necesitan de procedimientos o técnicas de postcosecha adecuadas para mantener sus propiedades y prolongar su vida útil. Por lo que, la vida útil se explica como el tiempo en la que las frutas y hortalizas conservan sus propiedades de calidad buena hasta que los productos lleguen al consumidor [25].

Con el fin de retrasar los cambios negativos y prolongar la vida útil de las frutas y hortalizas se viene empleando el uso de recubrimientos comestibles con propiedades microbiológicas, físicas y organolépticas para diferentes frutas y hortalizas. El uso de estos recubrimientos comestibles ha sido desarrollado por diferentes investigadores durante mucho tiempo y cada año aumentan en diferentes mercados internacionales debido a la demanda de productos frescos [25].

1.3.9 Mezclas

La mezcla es considerada desde años atrás como un método de ensayo y error, en la cual consiste en la formulación de mezclas donde las proporciones de materiales utilizados sean establecidos de manera arbitraria, así mismo se selecciona la mezcla que posea mayores propiedades de interés, y no necesariamente la mezcla óptima [26].

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

Para este estudio se planteó el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la formulación del recubrimiento comestible a base de cáscaras de naranja y uva para extender la estabilidad del aguaymanto fresco?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del aguaymanto fresco?
- ¿Qué formulación de recubrimiento comestible a base de extractos de cáscara de naranja y uva maximiza el contenido de compuestos fenólicos?
- ¿Cuánto se prolonga la estabilidad del aguaymanto recubierto en comparación a una muestra sin recubrimiento durante el almacenamiento?

1.5 Importancia y justificación de la investigación

La importancia de la presente investigación radica en la necesidad de desarrollar estrategias de conservación poscosecha eficientes, sostenibles y económicamente viables que permitan reducir las pérdidas de frutas frescas, particularmente en productos altamente perecibles como el aguaymanto (*Physalis peruviana L.*). Las pérdidas poscosecha continúan representando una limitante para la comercialización de productos

hortofrutícolas, afectando la calidad, el valor económico y la disponibilidad de alimentos frescos [27].

En este contexto, el uso de recubrimientos comestibles naturales se presenta como una alternativa innovadora frente a los métodos tradicionales de conservación, los cuales dependen principalmente de la refrigeración y del empleo de materiales sintéticos, asociados a elevados costos operativos y a impactos ambientales negativos [28]. El recubrimiento comestible formulado a partir de cáscaras de uva y naranja permite aprovechar compuestos bioactivos, como los fenólicos, con potencial antioxidante y antimicrobiano, contribuyendo al mantenimiento de la calidad del aguaymanto durante el almacenamiento [29].

Desde una perspectiva productiva, esta investigación justifica su realización al proponer una tecnología aplicable a pequeña y mediana escala, que puede ser adoptada por productores, asociaciones agrícolas y emprendimientos agroindustriales, favoreciendo la reducción de pérdidas poscosecha y la mejora de la vida útil del fruto sin alterar sus características sensoriales. Asimismo, la valorización de residuos agroindustriales fortalece el uso eficiente de recursos y promueve prácticas alineadas con la sostenibilidad y la economía circular [8]. En los últimos años el aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) ha presentado un aumento en su demanda local, nacional y extranjera, tanto en su forma fresca como producto transformado, debido a que es un cultivo con gran demanda de exportación [27].

Adicionalmente, la investigación responde a las exigencias actuales del mercado y del consumidor, quienes demandan alimentos frescos, mínimamente procesados y libres de aditivos artificiales. En este sentido, el recubrimiento comestible natural contribuye a mejorar la aceptación del producto en el punto de venta, incrementando su competitividad y potencial comercial.

Finalmente, la investigación se justifica por su aporte metodológico, al establecer un procedimiento sistemático para la formulación, aplicación y evaluación de recubrimientos comestibles en frutas nativas, lo cual puede servir como referencia para futuras investigaciones orientadas a la conservación poscosecha de otros productos hortofrutícolas.

1.6 Objetivo de la investigación

1.6.1 Objetivo general

Determinar la formulación del recubrimiento comestible a base de cáscaras de naranja *(Citrus sinensis*) y uva (*Vitis vinifera*), con la finalidad de extender la estabilidad del aguaymanto (*Physalis peruviana*) fresco.

1.6.2 Objetivos específicos

- Evaluar las características fisicoquímica, sensorial y microbiológicamente del aguaymanto fresco.
- Determinar la formulación de recubrimiento comestible a base de extractos de cáscaras de naranja y uva que presenta mayor contenido de compuestos fenólicos.
- Comparar la estabilidad del aguaymanto recubierto con una muestra sin recubrimiento durante el almacenamiento en refrigeración.

1.7 Hipótesis de la investigación

1.7.1 Hipótesis general

El recubrimiento comestible a base de cáscaras de naranja y uva extiende significativamente la estabilidad del aguaymanto fresco.

1.7.2 Hipótesis específicas

- Las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del aguaymanto fresco se encuentran dentro de los parámetros establecidos.
- La formulación con mayor proporción de extracto de uva presenta un mayor contenido de compuestos fenólicos.
- El aguaymanto recubierto presenta una mayor duración de vida útil en comparación con la muestra sin recubrimiento.

1.8 Variables de la investigación

1.8.1 Variable independiente

X = Formulación del recubrimiento comestible a base de cáscaras de uva y naranja.

1.8.2 Variable dependiente

Y_1 = Contenido de compuestos fenólicos.

Y_2 = Vida útil del aguaymanto.

1.8.3 Variable interviniente

Z = Estacionalidad de la fruta.

Área geográfica de cultivo.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Diseño de investigación

El estudio desarrollado es de naturaleza experimental, dado que se modificaron intencionalmente las características del recubrimiento comestible para observar su efecto sobre la estabilidad del aguaymanto. La variable independiente fue el recubrimiento comestible a base de extractos de cáscaras de naranja y uva, mientras que la variable dependiente fue la vida útil del aguaymanto, evaluada a través de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales; cuya operacionalización se puede observar en la Tabla **IV**IV.

TABLA IV

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE (Recubrimiento comestible)	Cáscara de uva	Concentraciones (50 ml y 100 ml).
	Cáscara de naranja	Concentraciones (50 ml y 100 ml).
DEPENDIENTE (Vida útil del aguaymanto recubierto)	Calidad fisicoquímica	pH, sólidos totales (ºBrix), acidez total, compuesto fenólico.
	Calidad organoléptica	Apariencia, textura (dureza) y sabor del aguaymanto fresco.
	Calidad Microbiológica	Aerobios mesófilos, mohos y levaduras.

2.1.1 Etapas metodológicas

La investigación se estructuró en tres etapas experimentales, las cuales se describen a continuación:

- Caracterización de la materia prima:
  Para lo cual se evaluaron como variables dependientes: humedad (%), pH, sólidos totales (ºBrix), acidez total, índice de madurez, bacterias aerobias mesófilas, mohos y levaduras.

- Optimización del recubrimiento comestible:

  Se empleó un diseño factorial multinivel, conformado por 02 variables independientes: cáscara de uva y cáscara de naranja, con tres niveles y dos niveles respectivamente, así mismo se obtuvo como respuesta las variables dependientes incluida la apariencia, sabor y textura (dureza); con una repetición.

- Determinación de la estabilidad del aguaymanto:

  Se aplicó un diseño completamente aleatorio (DCA), conformado por una variable independiente categórica de dos niveles (con recubrimiento y sin recubrimiento) comparando el comportamiento del aguaymanto durante el almacenamiento en refrigeración.

A continuación, se detalla la metodología general empleada en la Fig. 1, mientras que los tratamientos experimentales se detallan en la Tabla V y complementada con la información presentada en la Tabla VI.

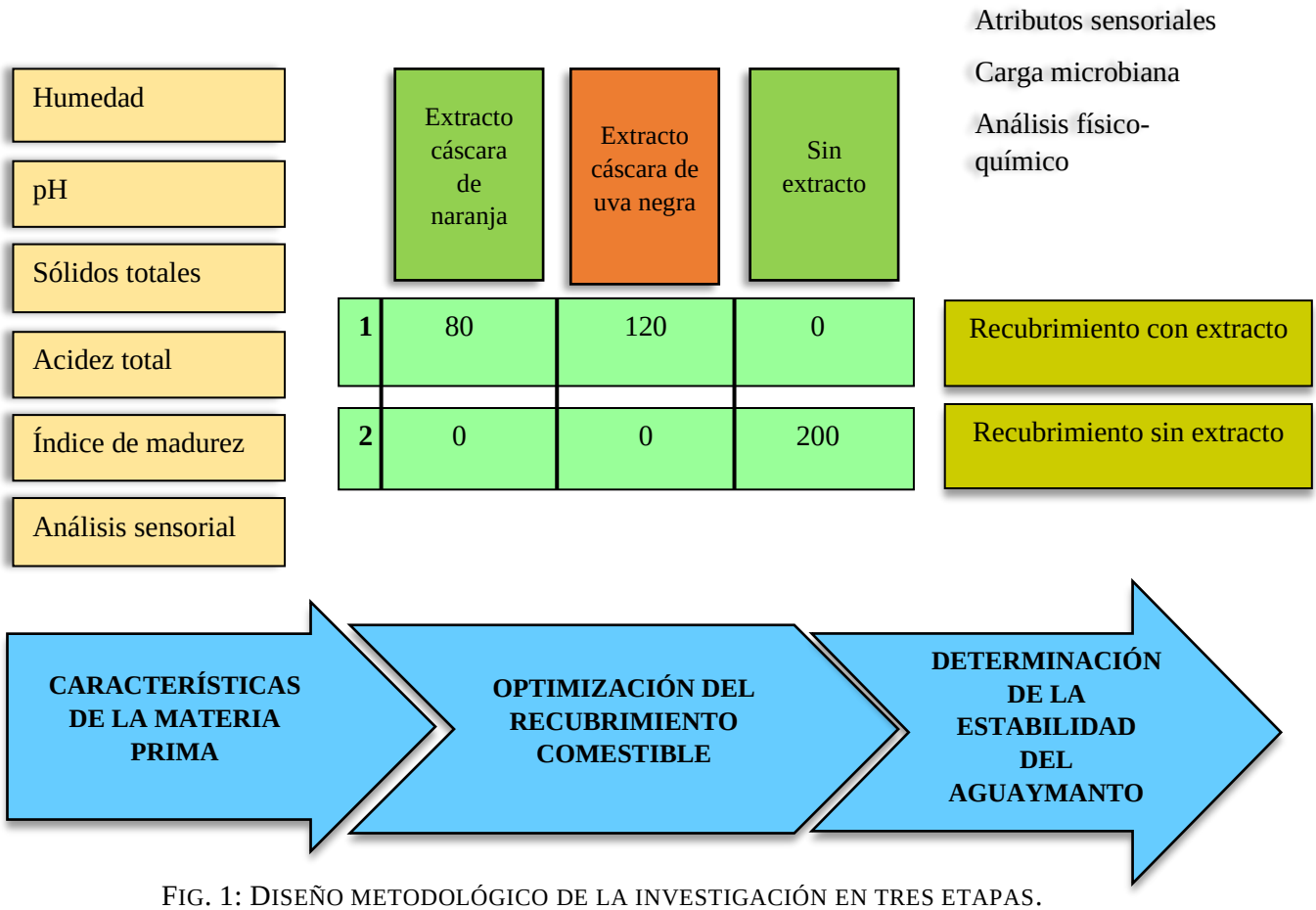


FIG. 1: DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN EN TRES ETAPAS.

TABLA V

DISEÑO EXPERIMENTAL DE LOS EXTRACTOS

Tratamiento	Código	Peso (ml)
T1	SIN RECUBRIMIENTO	200
T2	SIN EXT	200
T3	CON/EXT	200

TABLA VI

TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES DE LA DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS

Formulación	Cáscara de naranja (ml)	Cáscara de uva negra (ml)	Cáscara de uva verde (ml)
F1	100	0	0
F2	50	50	0
F3	50	0	50
F4	0	100	0
F5	0	50	50
F6	0	0	100

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población

Para el proceso de recubrimiento comestible, la población estuvo constituida por:

- 10 kilos de Aguaymanto fresco (*Physalis peruviana*)

2.2.2 Muestra

Cada unidad experimental (3) estuvo conformada por 100 g de aguaymanto, distribuidos en envases de polipropileno.

2.3 Instrumento de recolección de datos

Para este trabajo de investigación el instrumento de recolección de datos es el experimento y la observación. La observación se realizó por medio de los sentidos, para la evaluación sensorial de las muestras de aguaymanto fresco y recubiertos, con diferentes porcentajes de recubrimiento comestible a base de cáscaras de naranja y uva, utilizando como instrumento de recolección de datos una ficha de evaluación de aceptabilidad (apariencia, textura y sabor), como también se hará uso de las hojas de cálculo para el registro de valores de acidez, pH, color, etc.

2.4 Técnica de recolección de datos

Se obtuvo de las pruebas experimentales:

2.4.1 Caracterización química y fisicoquímica del aguaymanto fresco:

Se determinó las características fisicoquímicas del aguaymanto fresco: humedad (%), acido ascórbico, potencial de hidrogeno (pH), sólidos totales (ºBrix), acidez total (ATT), proteína, índice de madurez.

- AOAC determinación del contenido de humedad (930.04), 21st Edition 2019
- AOAC determinación del ácido ascórbico (967.21) 21st Edition 2019
- AOAC determinación de pH (981.12) 21st Edition 2019
- AOAC determinación de grados Brix (932.12) 21st Edition 2019
- AOAC determinación de proteína (920.152) 21st Edition 2019
- AOAC determinación de ceniza (940.26) 21st Edition 2019
- AOAC determinación de grasa (930.09) 21st Edition 2019
- Por diferencia MS-INN Collazos 1993
- Por cálculo MS-INN Collazos 1993

2.4.2 Análisis sensorial del aguaymanto fresco:

Se realizó mediante una prueba de aceptabilidad, evaluando las características sensoriales del aguaymanto fresco: sabor, apariencia, textura (dureza) para ello se solicitó la colaboración de 19 estudiantes de Ingeniería de Alimentos.

a. Se acondicionó el aula con las distancias requeridas para evitar la comunicación y/o distracciones.
b. Se preparó en cada mesa un vaso de agua, un plato descartable con el aguaymanto y la ficha de evaluación con una escala hedónica de 0 a 10, donde 0 representó “me desagrada mucho” y 10 “me agrada mucho”. La ficha de evaluación se presenta en la Fig. 2.

c. Se reunió a los de jueces quienes evaluaron la aceptabilidad del aguaymanto fresco.

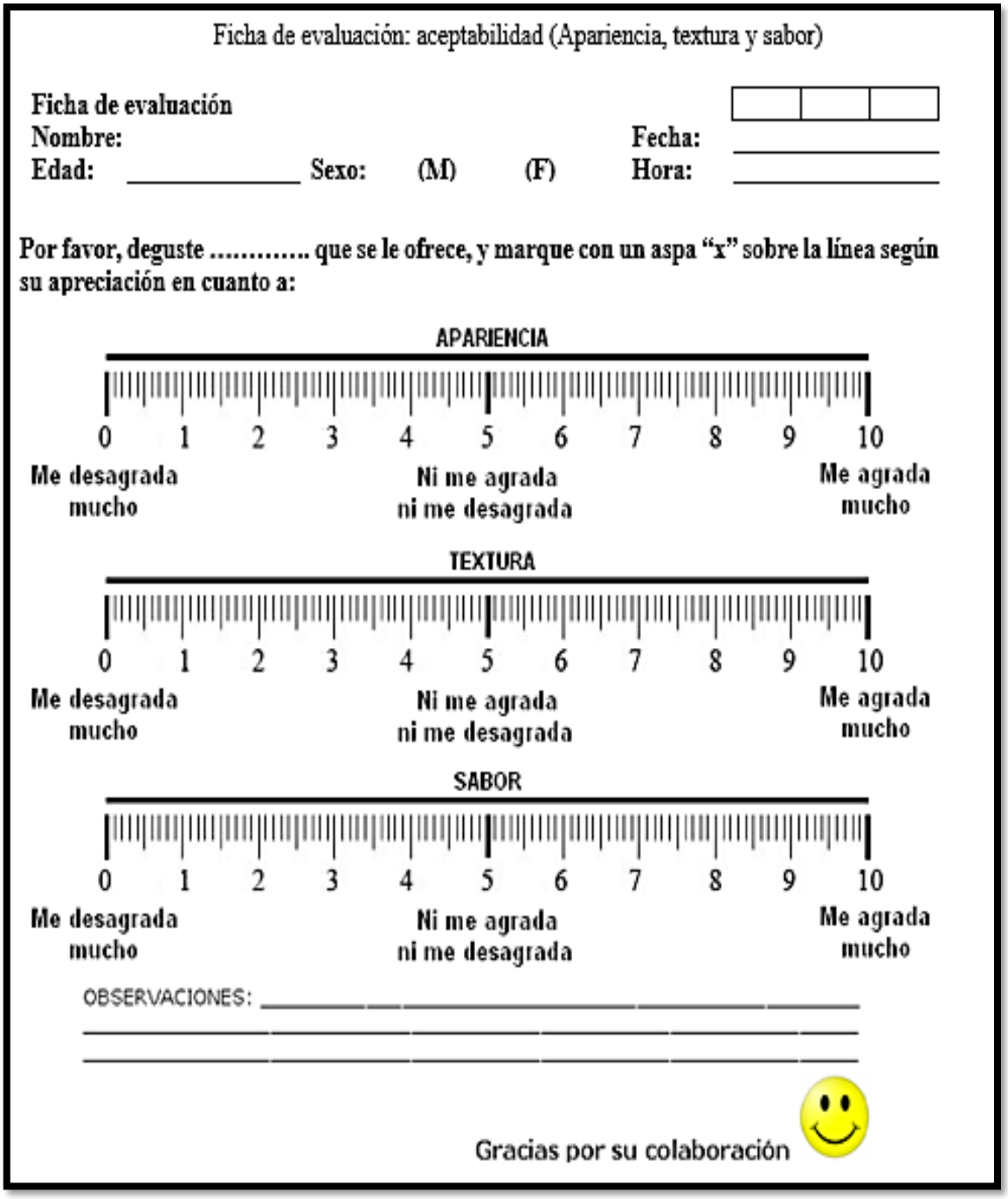


FIG. 2: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL.

2.4.3 Determinación de la carga microbiana

- **Recuento de aerobio mesófilos:** Para evaluar la presencia de microorganismos aerobios mesófilos viables en el aguaymanto, se utilizó la técnica de recuento en placa [28]. Se emplearon como medios de cultivo agar Plate Count (PCA) y agua peptonada. En primer lugar, se preparó el agar PCA pesando 3.5 g y disolviéndolos en 150 ml de agua destilada dentro de un matraz de 250 ml. De manera paralela, se elaboró la solución de agua peptonada midiendo 4.86 g de peptona en 243 ml de agua destilada, la cual se calentó hasta su disolución completa y se distribuyó en tubos para las diluciones 10^1, 10^2 y 10^3. Ambos medios fueron esterilizados en autoclave a 121 °C durante 30 minutos. Posteriormente, se tomó una alícuota de 25 ml de la muestra y se homogenizó en 225 ml de agua peptonada, constituyendo la dilución madre 10^1. A partir de esta se prepararon las diluciones 10^2 y 10^3. De cada dilución se inoculó 1 ml en placas Petri estériles, a las que se añadió agar PCA atemperado a 44 - 46 °C. Las placas se agitaron suavemente para favorecer la distribución del inóculo y, una vez solidificado el medio, fueron invertidas e incubadas a 35 °C durante un período de 24 a 48 horas. Finalmente, se seleccionaron las placas de una misma dilución que presentaban entre 30 y 300 colonias, para proceder con el conteo correspondiente [29]
- **Recuento de Mohos y Levadura:** Se tomó 10 ml de muestra y se homogenizó con 90 ml de agua peptonada en un matraz de 250 ml, obteniendo la dilución madre, a partir de la cual se prepararon las diluciones 10^2 y 10^3. Los medios se esterilizaron en autoclave a 120 °C por 30 minutos**.** De cada dilución se sembró 1 ml por duplicado en placas Petri, sobre las que se agregó agar Sabouraud atemperado (44 - 46 °C)**,** mezclando mediante movimientos de vaivén. Tras solidificar, las placas se invirtieron e incubaron a 22 - 24 °C durante 3 - 5 días. Finalmente, se seleccionaron aquellas con 30 a 300 colonias para el conteo [29].

2.4.4 Determinación del extracto optimo

Para la obtención del extracto se tuvo en cuenta la Tabla VII para las porciones de los insumos.

TABLA VII

CONTROL DE LA FORMULACIÓN DE LA OBTENCIÓN DE LAS SOLUCIONES

Insumos	Peso	Total
Cáscara de naranja	5 g	155 ml
Agua destilada 1	150 ml	
Cáscara de uva negra	5 g	155 ml
Agua destilada 2	150 ml	

Para la elaboración del extracto se presenta el siguiente diagrama de flujo (Fig. 3).

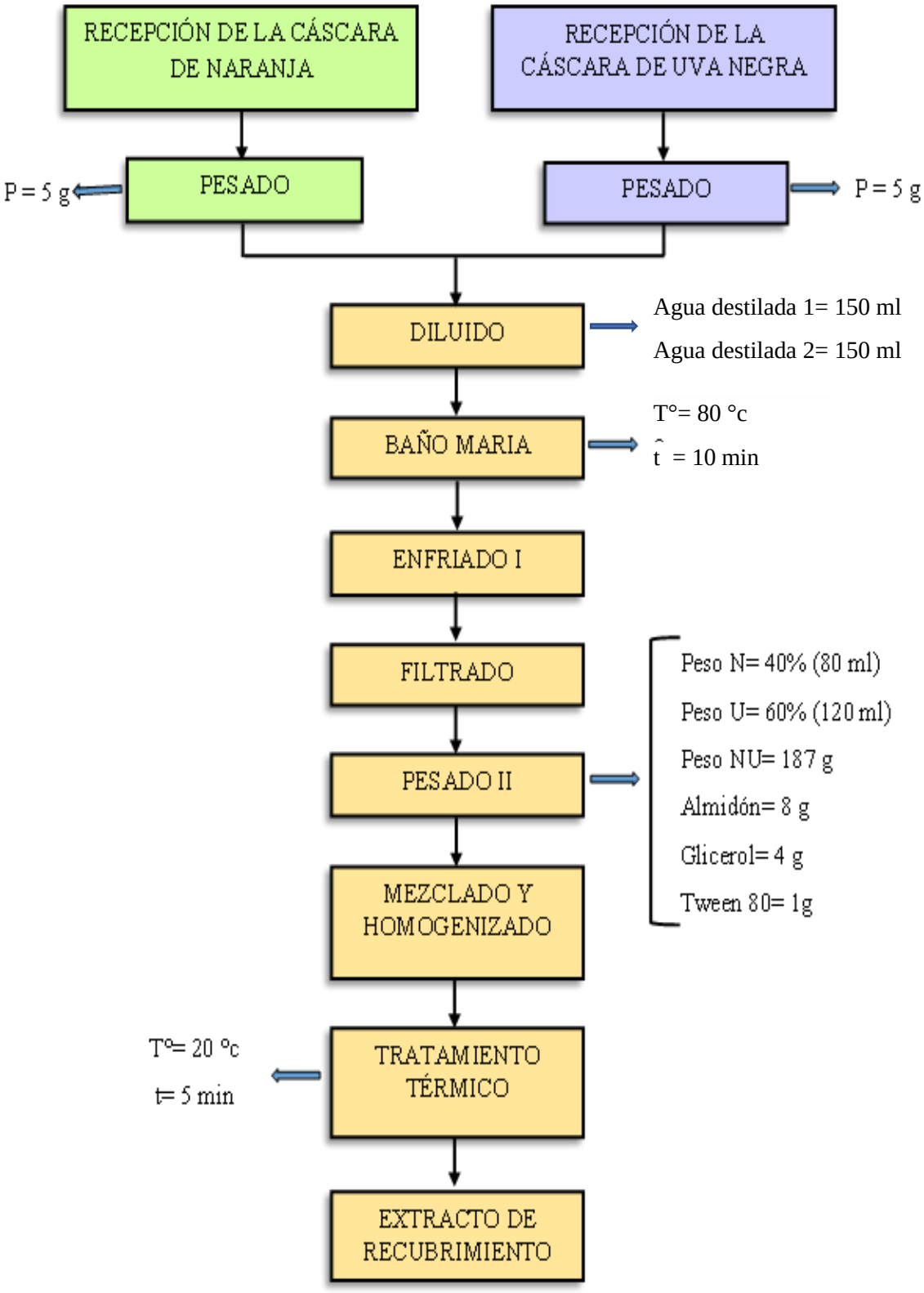


FIG. 3: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.

a. **Recepción de las cáscaras**: En esta etapa se efectuó el control de las cáscaras secas de naranja y de uva negra. De acuerdo con los antecedentes, ambas presentaron un mayor contenido de compuestos fenólicos. Además, se constató que no contuvieran cuerpos extraños y que se encontraran libres de contaminación por hongos.
b. **Pesado:** Se pesaron 5 g de cáscara de naranja, 5 g de cáscara de uva y se midió 150 ml de agua destilada para cada cáscara pesada.

c. **Diluido:** La cáscara previamente pesada se incorporó al disolvente (agua destilada), como se muestra en la Fig. 4, y con ayuda de una batidora manual se mezcló evitando la formación de burbujas de aire. Al finalizar la preparación de cada solución, se procedió a cubrir los recipientes con una lámina de aluminio.



FIG. 4: INCORPORACIÓN Y HOMOGENIZACIÓN DE LA CÁSCARA EN EL DISOLVENTE.

d. **Baño María**: La mezcla obtenida se llevó a baño María a 80 °C durante 10 minutos (Fig. 5), y se agitó suavemente sin incorporar agua, con el fin de evitar la sedimentación de las partículas.



FIG. 5: PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN EN BAÑO MARÍA.

e. **Enfriado (shock térmico):** La mezcla se retiró y se trasladó cuidadosamente a un recipiente de acero inoxidable pre enfriado con hielo. Manteniéndose en reposo durante 8 a 10 minutos, hasta que alcanzó un enfriamiento completo (Fig. 6).



FIG. 6: ENFRIAMIENTO CONTROLADO DE LAS SOLUCIONES.

f. **Filtrado:** Con ayuda de una fibra sintética (nylon) se procedió a realizar la filtración de las mezclas, las cuales fueron transferidas a los vasos precipitados debidamente rotulados, con el propósito de separar los cuerpos no solubles del resto de la solución, con se muestra (Fig. 7).

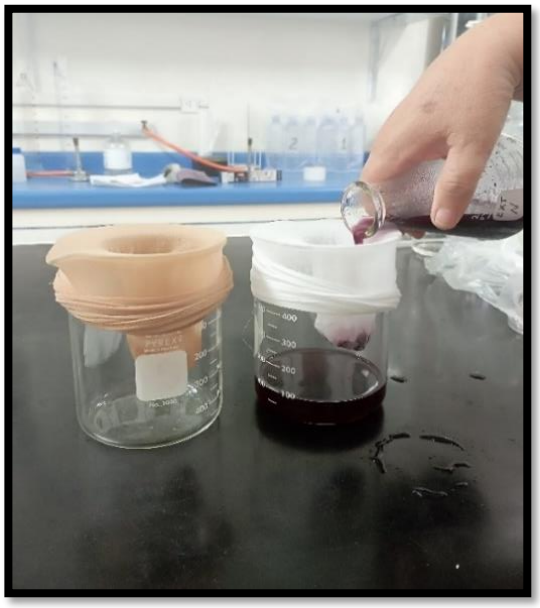


FIG. 7: PROCESO DE FILTRACIÓN DE LAS SOLUCIONES.

g. **Pesado II:** Se pesó el extracto de cáscara de naranja al 40 % (80 mL) y el extracto de cáscara de uva al 60 % (120 mL), como se observa en la Fig. 8. Posteriormente, ambas se mezclaron y la solución resultante (NU) se volvió a pesar, obteniéndose 187 g. A esta mezcla se adicionaron 8 g de almidón, 4 g de glicerol y 1 g de Tween 80.

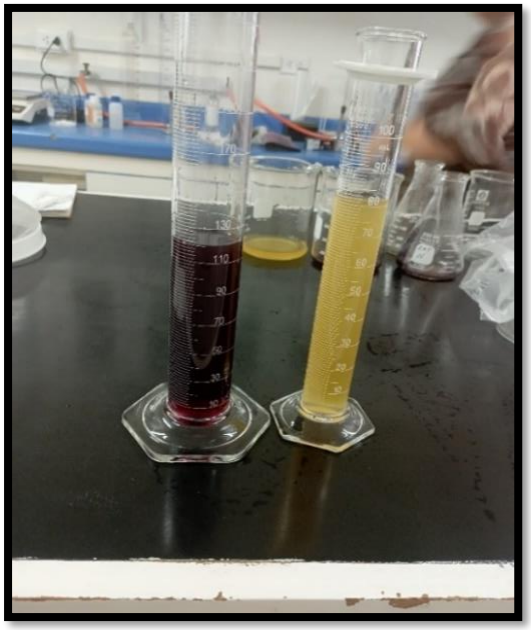


FIG. 8: DETERMINACIÓN DEL PESO DE LA SOLUCIÓN E INSUMOS.

h. **Mezclado u/o homogenizado:** En la solución NU se incorporaron el almidón, el glicerol y el Tween 80, y posteriormente se homogenizó la mezcla para asegurar la integración completa de los insumos.

i. **Tratamiento térmico**: La mezcla se sometió a un tratamiento térmico durante 5 minutos a 20 °C, con el fin de completar la integración de los componentes (Fig. 9).



FIG. 9: TRATAMIENTO TÉRMICO PARA LA OBTENCIÓN DEL RECUBRIMIENTO.

j. **Recubrimiento**: Al culminar el tratamiento térmico, la mezcla se dejó en reposo durante 10 minutos, obteniéndose como resultado final un recubrimiento natural y comestible. Este recubrimiento fue utilizado en los aguaymantos estudiados.

2.4.5 Aplicación del recubrimiento

Se pesó la solución de cáscara de naranja al 40 % (80 ml) y cáscara de uva al 60 % (120 ml). Ambas se mezclaron y la solución resultante naranja-uva (NU) se volvió a pesar, obteniéndose 187 g. A esta se adicionaron 8 g de almidón, 4 g de glicerol y 1 g de Tween 80, alcanzando un volumen final de 200 ml. En la Fig. 10, se muestra la aplicación del recubrimiento.

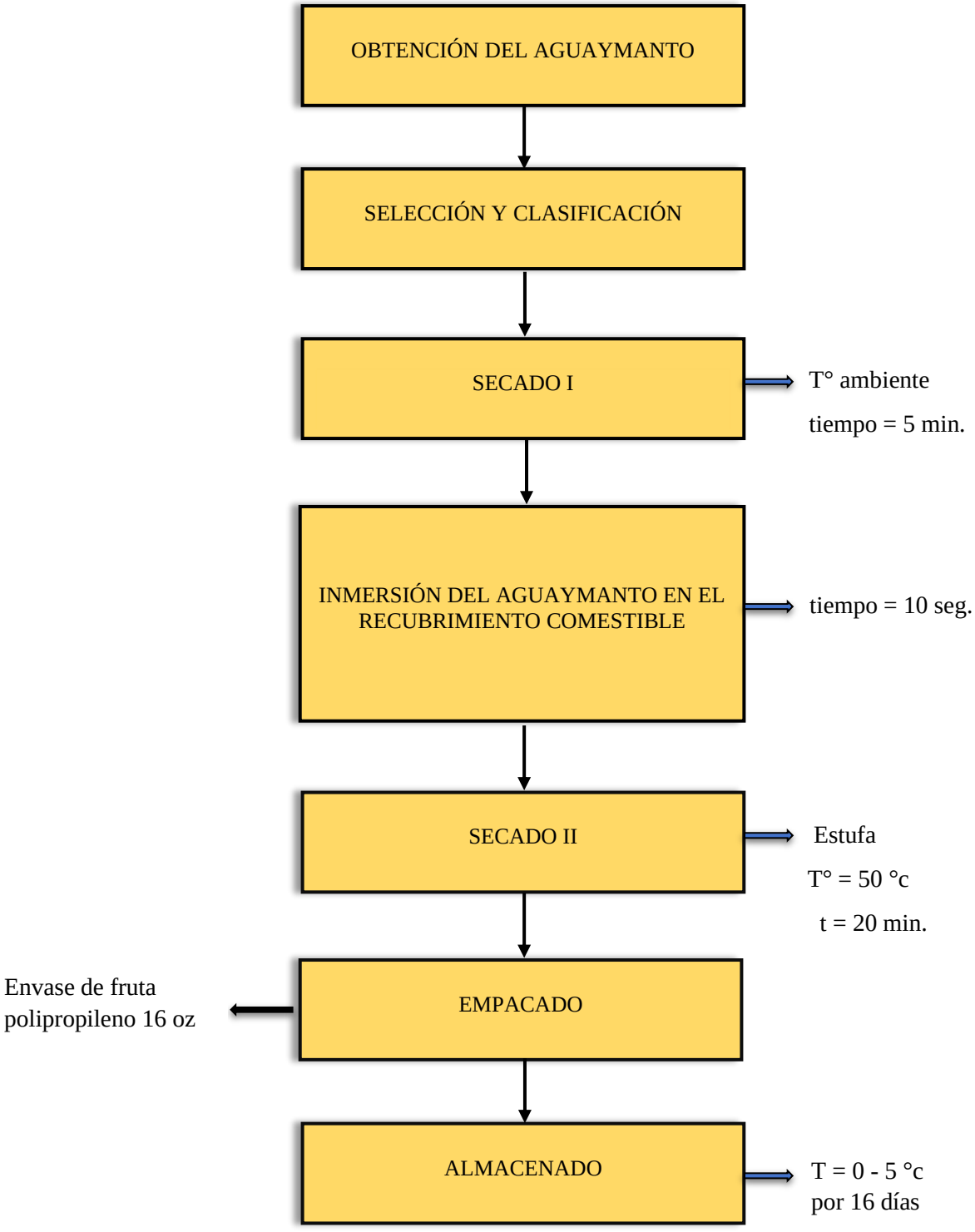


FIG. 10: DIAGRAMA DEL ACONDICIONAMIENTO DE LA FRUTA Y APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO.

a. **Obtención del aguaymanto**: En este proceso se verificó visualmente que la fruta se encontrara en óptimas condiciones y que cumpliera con los estándares de calidad sensorial (Fig. 11).



FIG. 11: PROCESO DE OBTENCIÓN DEL AGUAYMANTO.

b. **Selección y clasificación**: Se seleccionaron y descartaron los aguaymantos en mal estado, aplastados o inmaduros. Asimismo, los frutos aptos fueron clasificados en tamaños semejantes, como se aprecia en la (Fig. 12).



FIG. 12: SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL AGUAYMANTO.

c. **Secado**: El aguaymanto previamente seleccionado y clasificado se dispuso sobre una superficie plana recubierta con papel toalla, dejándose reposar a temperatura ambiente durante 5 minutos, con la finalidad de eliminar el exceso de humedad superficial y asegurar una adecuada adherencia del recubrimiento comestible.

d. **Inmersión del aguaymanto en el recubrimiento**: El recubrimiento elaborado se colocó en un vaso precipitado, y con ayuda de una pinza de acero inoxidable se tomaron los aguaymantos secos, introduciéndolo en la solución durante un periodo de 10 segundos, como se muestra en la Fig. 13. Este proceso también es conocido como el método de inmersión, según Portillo [30], en su investigación de recubrimiento de frutas usó el método de inmersión donde logro una cobertura uniforme en toda la superficie del fruto, asegurando una adecuada adherencia del recubrimiento.



FIG. 13: APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO POR INMERSIÓN.

e. **Secado II:** Los aguaymantos recubiertos se colocaron sobre rejillas y se sometieron a secado en estufa a una temperatura de 50 °C durante 20 minutos, con el propósito de favorecer la formación y fijación del recubrimiento comestible (Fig. 14).



FIG. 14: SECADO DEL AGUAYMANTO RECUBIERTO.

f. Empacado: En esta etapa, se empacaron nueve aguaymantos en un envase de polipropileno (PP) de 16 oz, con la finalidad de preservar la integridad del producto durante el almacenamiento (Fig. 15).



FIG. 15: EMPACADO DEL AGUAYMANTO RECUBIERTO

g. Almacenado: Los envases con aguaymanto recubierto se almacenaron a temperatura de refrigeración entre 0 y 5 °C. Posteriormente, las muestras fueron evaluadas diariamente para el registro de la variación de peso y la determinación de la carga microbiana.

2.4.6 Evaluación del aguaymanto recubierto en almacenamiento.

Durante el almacenamiento se realizó el control del peso del aguaymanto recubierto y no recubierto por 12 días, se usó una balanza MH-series Pocket Scale, se controló el crecimiento de microorganismos por 16 días (0, 1, 3, 5, 7, 8, 10, 12, 14, 16) empleando los métodos descritos anteriormente (ítem 2.3.1.3 y ítem 4.2.1).

2.5 Análisis e interpretación de los resultados

Para las características fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas. Se reportaron promedios aritméticos de al menos tres repeticiones ± la desviación estándar. Para identificar diferencias versus el control, se aplicó una prueba T-Student. Para determinar los niveles óptimos de cáscara de uva y naranja, se utilizó la metodología de superficie de respuesta, empleando el paquete estadístico “Statgraphics Centurión Versión 16”.

2.6 Lugar de estudio

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Análisis Microbiológico de Alimentos y Agua, ubicado en la provincia de Pisco, región Ica, bajo la supervisión de la Dra. Matilde Tenorio y el Dr. Oscar Jordán Suarez docentes de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos.

2.7 Materiales

2.7.1 Material biológico

Para la elaboración del trabajo de investigación se utilizó, frutos de aguaymanto procedente del centro comercial plaza vea por la Av. Fermín Tanguis, en la provincia de Pisco; para la obtención del recubrimiento comestible se utilizó almidón modificado de maíz (Deltagengroup) en presentación de 1 kg, tween 80 (Solutest) y glicerol fue obtenida en la ciudad de Lima.

- Frutos de Aguaymanto (*Physalis peruviana*.)
- Cáscara seca de uva (*Vitis vinifera*)
- Cáscara seca de naranja (*Citrus sinensis*)

2.7.2 Insumos

- Almidón modificado de maíz.
- Glicerol
- Tween 80
- Agua destilada.
- Hielo

2.7.3 Materiales y equipo de laboratorio

- Matraz Erlenmeyer PYREX de 250 ml.
- Probetas PYREX de 100 ml y 50 ml
- Vasos de precipitación PYREX de 600 ml.
- Agitador.
- Pinzas.
- Filtrador de tela.
- Depósito de acero inoxidable.
- Cucharas de acero inoxidables.
- Recipientes.
- Frascos color ámbar de 200 ml.
- Empaque para frutas: envases rectangulares plástico polipropileno 5 (PP) perforados transparentes de 16 oz.
- Olla acero inoxidable.
- Papel toalla.
- Papel aluminio.
- Cronómetro digital: marca Lonix.
- Termómetro de penetración. Marca: BOECO Germany. Rango: -10°C a 150°C.
- Balanza analítica electrónica. Marca: HENKEL. Rango: 1000g / 0.01g.
- Baño de Maria. Marca: SAMSUNG Tomos CDK - S24
- Balanza MH-series Pocket Scale
- Cocina eléctrica Marca Sole.
- Congeladora. Marca Samsung. Procedencia Coreana.

2.7.4 Materiales y equipo para evaluación sensorial

- Agua de mesa embotellada
- Cabinas de evaluación sensorial
- Fichas de evaluación sensorial
- Servilletas
- Vasos y platos descartables

III. RESULTADOS

3.1 Tratamiento

Se elaboraron seis tratamientos, correspondiente a un diseño de mezclas conformado por tres variables: cáscara de naranja, cáscara de uva negra y cáscara de uva verde.

3.2 Contenido óptimo de compuestos fenólicos de las cáscaras

A continuación, se presenta la Fig. 16, que muestra los contenidos óptimos de compuestos fenólicos obtenidos a partir de las cáscaras de naranja, uva negra, y uva verde los cuales fueron empleados en la elaboración de los extractos utilizados en los tratamientos experimentales detallados en la tabla VI.

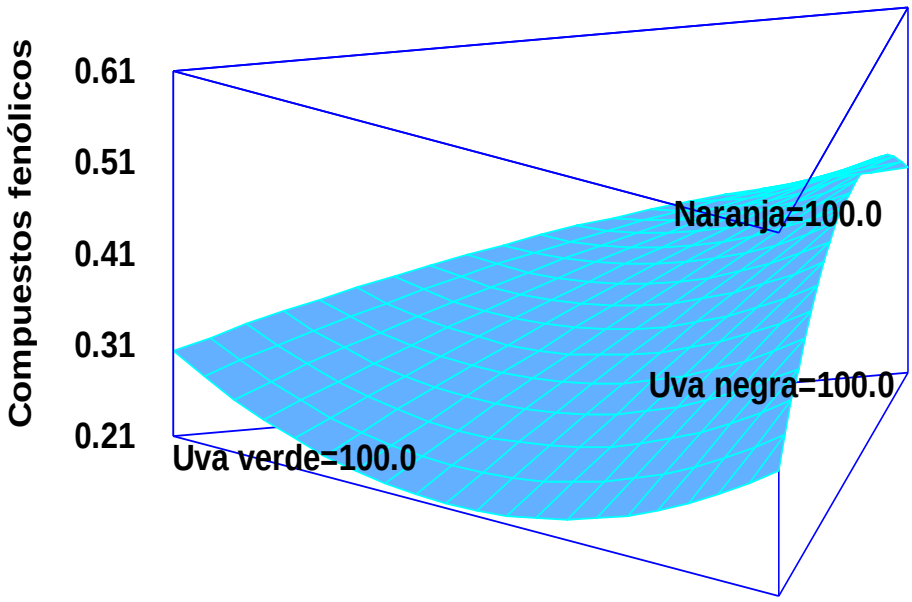


FIG. 16: COMPUESTOS FENÓLICOS DE LA CÁSCARA DE: NARANJA, UVA NEGRA Y VERDE.

3.3 Composición químico proximal del aguaymanto fresco

En la Tabla VIII, se presentan los resultados correspondientes a la caracterización fisicoquímica del aguaymanto fresco empleado en la investigación. Los valores obtenidos reflejan condiciones adecuadas de calidad inicial, permitiendo su uso como materia prima para la aplicación del recubrimiento comestible.

TABLA VIII

COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL AGUAYMANTO FRESCO

Análisis fisicoquímico	Promedio
Carbohidratos (g/100 g)	14.3
Energía total (kcal/100 g)	64.2
Proteína (g/100 g)	1.3
Cenizas (g/ 100 g)	0.7
Grasa (g/ 100 g)	0.2
Humedad (g/100 g)	83.5
Vitamina C (mg/100g)	215.5
pH	3.30
Sólidos solubles (Grado brix)	14.2

Fuente: anexo 3

El contenido de humedad evidenció un valor elevado, característico de frutos frescos, lo que explica su susceptibilidad al deterioro poscosecha. El pH y la acidez titulable indicaron un medio ácido favorable para la estabilidad microbiológica inicial. Asimismo, el contenido de sólidos solubles y el índice de madurez se encontraron dentro de los rangos reportados para frutos en estado óptimo de consumo.

3.4 Análisis sensorial

La evaluación sensorial permitió identificar la aceptabilidad del aguaymanto. En la Tabla IX y la Fig. 17, se muestran los resultados obtenidos por el panel de jueces.

TABLA IX

RESUMEN DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD EN COLOR, SABOR Y APARIENCIA

Juez	Atributos		
	Apariencia	Textura	Sabor
1	9	7	5
2	8	8	9
3	10	8	7
4	9	6	8
5	10	10	10
6	7	9	6
7	10	8	7
8	8	7	10
9	9	7	8
10	7	6	7
11	8	10	10
12	8	7	8
13	5	5	5
14	7	8	8.5
15	9	6	10
16	5	6	5
17	7	6	6
18	9	6	9.5
19	8	9	8

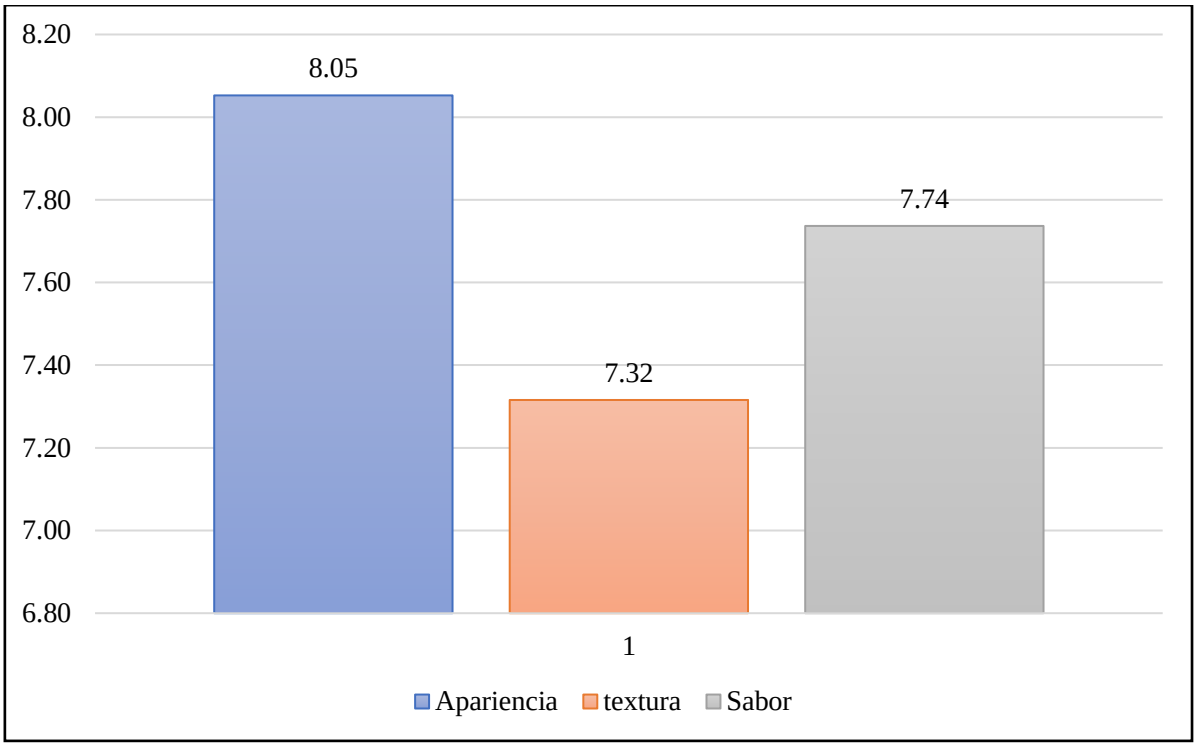


FIG. 17: ANÁLISIS SENSORIAL ESTADÍSTICO DEL AGUAYMANTO FRESCO.

Promedio (A) =8.05

Promedio (T) = 7.32

Promedio (S) = 7.74

Desviación Estándar (A) = 1.47

Desviación Estándar (T) = 1.45

Desviación Estándar (S) = 1.77

3.5 Formulaciones para el recubrimiento comestible

3.5.1 Formula control

Se muestra el control de insumos aplicados para la elaboración de los extractos (Tabla X).

TABLA X

CONTROL DE LOS INSUMOS PARA LA FORMULACIÓN

	CON EXTRACTO		**SIN EXTRACTO**	
Insumos	Gramos	Porcentaje (%)	Gramos	Porcentaje (%)
Glicerol	4	2	4	2
Almidón modificado	8	4	8	4
Tween 80	1	0.5	1	0.5
Solución UN	187	93.5	0	0
Agua destilada	0	0	187	93.5
Extracto total	**200**	**100**	**200**	**100**

3.6 Estabilidad del aguaymanto recubierto almacenado

3.6.1 Composición química del aguaymanto recubierto

A continuación, Tabla XI muestra la composición química: ácido ascórbico, Solidos solubles (°Brix) y compuestos fenólicos del aguaymanto recubierto.

TABLA XI

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICO DEL AGUAYMANTO RECUBIERTO

Composición química	**Promedio**
Fenólicos (Mg Quercetina/100 g)	87.67
pH	03.09
Solidos solubles (°Brix)	13.43
Acidez total (ATT)	01.30

3.6.2 Variación de peso del aguaymanto fresco y con recubrimiento

La Fig. 18, muestra la variación de peso del aguaymanto durante el periodo de almacenamiento en refrigeración. Se observó que las muestras sin recubrimiento presentaron una pérdida de peso progresiva, atribuida principalmente a la transpiración.

Por el contrario, los frutos recubiertos mostraron una menor pérdida de peso a lo largo del almacenamiento, lo que evidencia el efecto barrera del recubrimiento comestible.

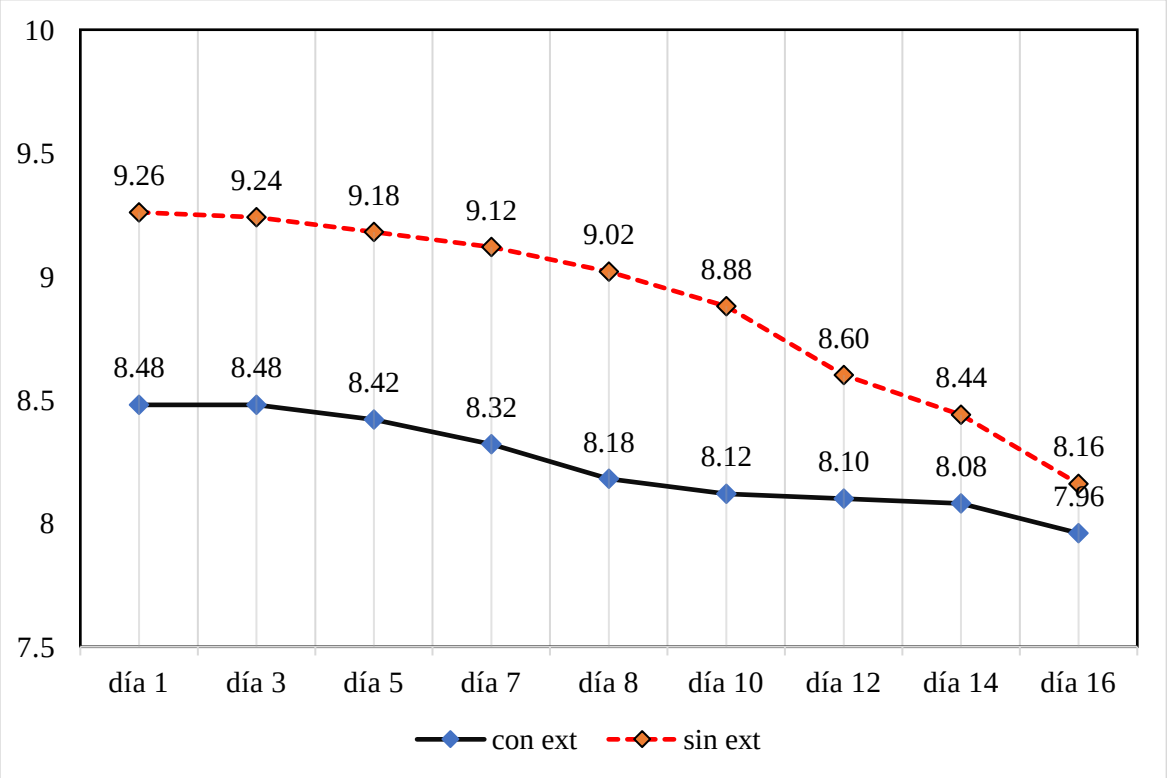


FIG. 18: VARIACIÓN DEL PESO DEL AGUAYMANTO CON RECUBRIMIENTO DURANTE EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO.

Durante el almacenamiento del aguaymanto c/ext. y el aguaymanto s/ext., se realizó el control de peso; donde el día uno resulto un peso promedio de 8.48 g y el aguaymanto s/ext. peso 9.26 g, la primera diferencia empezó el tercer día con la disminución de peso donde el aguaymanto c/ext. permaneció con el mismo peso y el aguaymanto s/ext. disminuyo a 9.24 g, al quinto día se visualizó los cambios, el aguaymanto c/ext peso 8.42 g. Y el aguaymanto s/ext. 9.18 g siendo asi una pérdida

de masa volátiles que posee la fruta y la degradación de las paredes celulares, el día ocho se llega a experimentar cambios fisiológicos en el aguaymanto s/ext como la flacidez, el día doce el aguaymanto c/ext peso 8.10 g y el aguaymanto s/ext. Peso 8.60 g. El aguaymanto s/extr presento presencia de moho y cambios fisiológicos.

3.6.3 Carga microbiana del aguaymanto fresco y con recubrimiento

La Fig. 19 y Fig. 20, se presentan los resultados del recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras durante el almacenamiento. Las muestras recubiertas mostraron valores inferiores en comparación con el control, manteniéndose dentro de los límites microbiológicos permitidos.

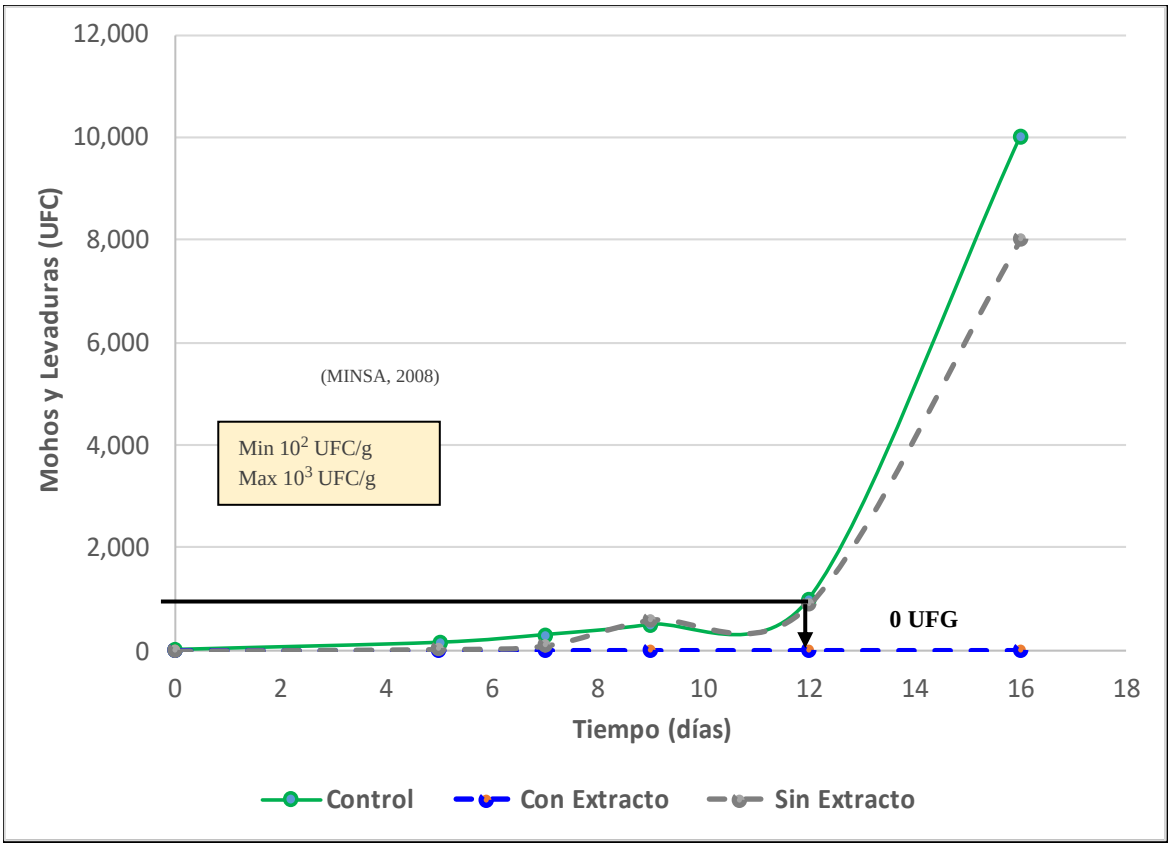


FIG. 19: CURVA DE CRECIMIENTO DE MOHO Y LEVADURAS.

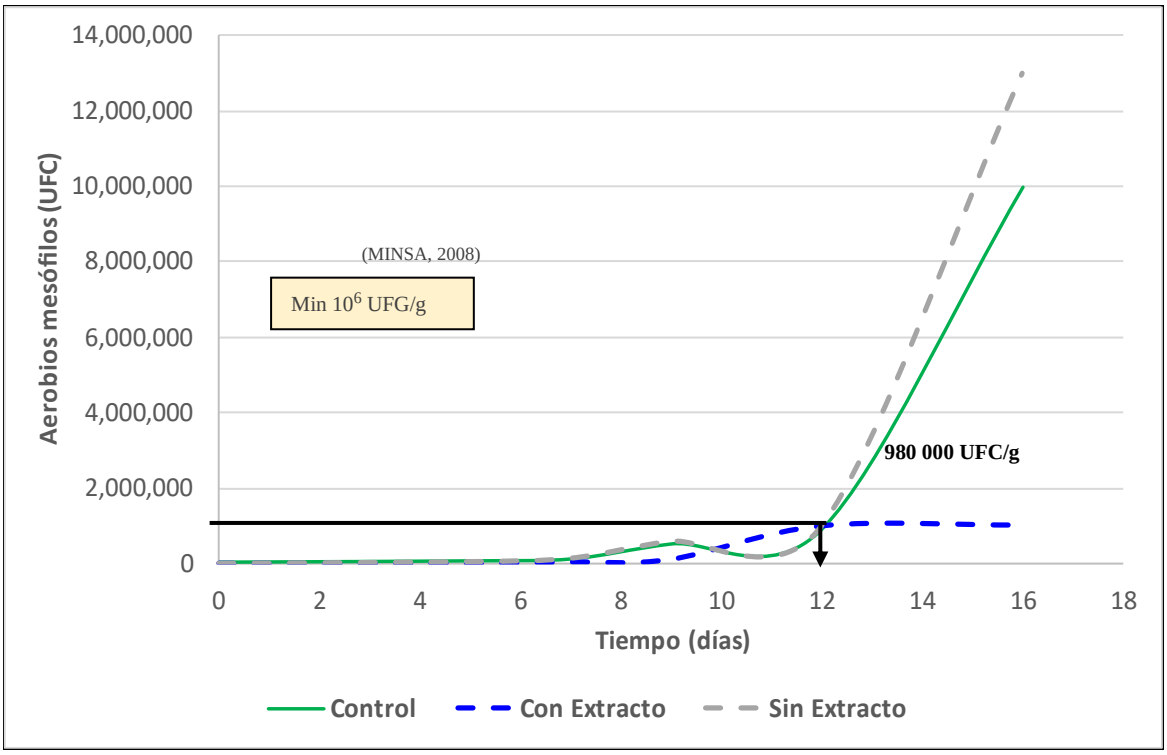


FIG. 20: CURVA DE CRECIMIENTO DE LOS AEROBIOS MESÓFILOS.

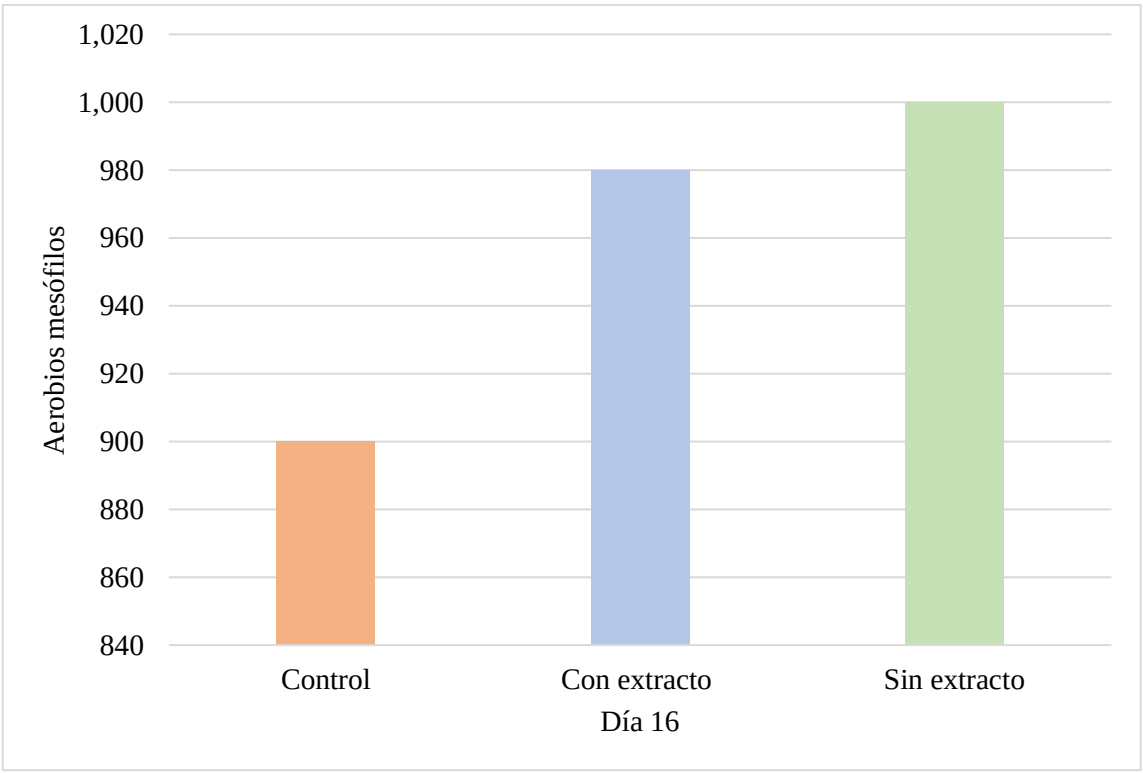


FIG. 21: GRAFICO DEL AGUAYMANTO RECUBIERTO Y SIN RECUBRIMIENTO DEL DÍA 16.

IV. DISCUSIÓN

4.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Los resultados obtenidos en la composición química dieron una ligera diferencia entre los grados °Brix del aguaymanto recubierto 13.43° contra el aguaymanto fresco 14.2° al cumplir los 12 días. Según L. Terrones [31] en su investigación tuvo resultados similares, durante los primeros 12 días de almacenamiento del aguaymanto recubierto presentaron grados brix que oscilan entre 13.8 y el aguaymanto fresco 14.3 grados.

En cuanto a los valores que indica el pH del aguaymanto recubierto es ligeramente más bajo 3.09 frente al aguaymanto fresco 3.30, ambos datos coinciden en que el producto tiene un pH dentro del rango ácido, sin embargo, la diferencia en los valores de pH, puede influir en la percepción del sabor o en la conservación del producto. El pH bajo generalmente ayuda a conservar los alimentos al inhibir el crecimiento de microorganismos, lo que es una ventaja para la durabilidad [31].

El aguaymanto recubierto arrojó un valor de acidez de 1.30% , según L. Terrones [31] menciona que realizo varios tratamientos de recubrimiento comestible a base de aceite esencial donde comenta que el tratamiento (A1Q2) al cual aplico una concentración de 0.6 % de aceite esencial de orégano y 1.6 % de quitosano y el tratamiento (A3Q2) donde aplico una concentración de 1.4 % de aceite esencial y 1.6 % de quitosano, estos dos tratamientos presentaron una perdida en su contenido de acidez del 0.20 %, en el día 22 con 1.97 % y 1.96 %, lo cual evidencio una variación mínima en la degradación de la acidez titulable. El recubrimiento comestible elaborado a partir de extractos de cáscaras de naranja y uva permite preservar las características fisicoquímicas del aguaymanto, ya que se observó una disminución mínima en la acidez durante los 12 días, en comparación con la fruta fresca. Esto indica que el recubrimiento retrasa la tasa de respiración del aguaymanto.

4.2 ESTABILIDAD DEL AGUAYMANTO EN ALMACENAMIENTO

4.2.1 CRECIMIENTO MICROBIANO

En la Figura 19, se reporta los resultados del crecimiento de mohos y levaduras en las muestras almacenadas a 5°C durante 12 días. Los valores obtenidos en la muestra control es de 1,000 UFC/g y en la muestra con extracto recubierto dio 0 UFC/g en comparación a la muestra sin extracto 900 UFC/g. Según la NTS 071 MINSA/DIGESA, los límites permitidos para mohos y levaduras están entre 10^2 y 10^3 UFC/g [32]. En este caso: La muestra control está en el límite máximo permitido; la muestra con extracto y recubrimiento, que no muestra crecimiento de mohos y levaduras, están por debajo del mínimo permitido, lo cual es excelente, ya que no hay presencia de estos microorganismos; sin embrago la muestra sin extracto, está dentro del rango permitido, aunque algo más cerca del límite superior.

Según la Figura 20, la NTS 071 MINSA/DIGESA establece que los límites de aerobios mesófilos están entre 10^4 y 10^6 UFC/g [32]. Entonces los resultados obtenidos están dentro del rango permitido por la norma. La muestra control resulto 900,000 UFC/g, la muestra con extracto recubierto 980,000 UFC/g y muestra sin extracto: 1,000,000 UFC/g.
Todos estos valores caen dentro del rango, lo que indica que las muestras no exceden los límites establecidos por la normativa para aerobios mesófilos a los 12 días de almacenamiento a 5°C.

Si bien las muestras control y sin extracto tienen valores dentro del límite, es interesante observar que el recubrimiento con extracto parece haber tenido un buen desempeño en términos de preservación microbiológica.

4.2.2 PERDIDA DE PESO

Según V. Pauro [33], obtuvo como resultado una variación de peso en el aguaymanto recubierto con cloruro de calcio a los 18 días de almacenamiento a una temperatura de refrigeración >5 °c, donde visualizo marchites en el fruto. Analizando nuestro estudio también obtuvimos una variación de peso y cambios fisiológicos (ligera flacidez) en el aguaymanto con extracto pasando los doce días a comparación del aguaymanto sin extracto a los ocho días presento cambios fisiológicos y pérdida de peso durante el almacenamiento. Este comportamiento puede atribuirse a la formación de una película

semipermeable que limita la transferencia de vapor de agua, reduciendo la transpiración del fruto.

Finalmente, el análisis estadístico permitió determinar una formulación óptima del recubrimiento, la cual logró un equilibrio entre la reducción de la pérdida de peso, el control del crecimiento microbiano y los análisis fisicoquímicos del producto. Estos resultados confirman el potencial de los recubrimientos comestibles elaborados a partir de subproductos agroindustriales como una alternativa sostenible para la conservación poscosecha de frutas.

V. CONCLUSIONES

- La aplicación del recubrimiento desarrollado a partir de extractos de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*) y uva (*Vitis vinifera*) contribuyó significativamente a extender la estabilidad poscosecha del aguaymanto (*Physalis peruviana*) almacenado en refrigeración.

- Se determinó que el extracto de cáscara de naranja y uva negra contiene mayor contenido de compuestos fenólicos, por tal razón el aguaymanto recubierto con dicha formula presento fenólicos (87.67 mg Quercetina/100 g) componente bioactivo (presente en muchos frutos y vegetales) que tiene beneficios para la salud, especialmente relacionados con la protección celular y antioxidantes.

- La formulación óptima del recubrimiento, establecida mediante análisis estadístico y metodología de superficie de respuesta, permitió reducir la pérdida de peso del fruto, evidenciando un efecto de barrera eficiente frente a la transferencia de vapor de agua.

- El aguaymanto fresco presenta un perfil fisicoquímico destacado, vitamina C (215.5 mg/100 g), pH ácido (3.30), °Brix de 14.2, una elevada humedad (83.5%); lo que le hace más susceptible al deterioro postcosecha. Estas características reflejan la calidad del aguaymanto fresco y subrayan la importancia de implementar métodos o técnicas de conservación que mantengan sus propiedades originales.

- Los frutos recubiertos presentaron una menor carga microbiana en comparación con el tratamiento control, manteniéndose dentro de los límites microbiológicos permitidos durante el periodo de almacenamiento, lo que demuestra el efecto inhibitorio del recubrimiento.

- El uso de extractos provenientes de cáscaras de naranja y uva permitió valorizar subproductos agroindustriales, promoviendo un enfoque sostenible y alineado con los principios de la economía circular en la industria alimentaria.

VI. RECOMENDACIONES

A partir del desarrollo experimental y los resultados obtenidos, se recomienda:

- Realizar estudios a mayor escala y durante períodos de almacenamiento más prolongados para evaluar con mayor precisión la eficacia del recubrimiento en la extensión de la vida útil del aguaymanto, considerando diversas condiciones como temperatura y humedad.
- Investigar la aplicación de esta tecnología en otros productos hortofrutícolas, lo que permitiría validar la versatilidad del recubrimiento comestible formulado a partir de subproductos agroindustriales.
- Optimizar la formulación del recubrimiento mediante la variación de las concentraciones de extractos y otros insumos, con el fin de potenciar sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas, y así mejorar la conservación y la seguridad microbiológica del producto.
- Realizar evaluaciones sensoriales ampliadas con paneles de consumidores para determinar la aceptación organoléptica del aguaymanto recubierto y ajustar la formulación según las preferencias del mercado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] L. C. Molocho Flores; Luz Violeta, Orbegoso Moreno, «EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO A BASE DE SÁBILA (Aloe vera) Y ACEITE ESENCIAL DE CANELA (Cinnamomum verum) EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL TOMATE (Lycopersicum esculentum Mill) roma.», *Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo Escuela académico profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio exterior*, p. 131, 2017.

[2] A. Amaiz Mota, Susmara; Colivet, Julio; Cañizares, «Efecto del recubrimiento comestible a base de almidón de yuca sobre los parámetros químicos y sensoriales de cascos de guayaba.», *Cumbres*, vol. 5, n.o 1, pp. 137-154, 2018.

[3] R. M. G. Chalán, «Efecto de recubrimientos comestibles a base de proteína de soya y almidón de yuca en la conservación de Saúco (Sambucus Peruviana h.b.k.)», *Universidad Nacional de Cajamarca*, p. 94, 2019.

[4] Y. V. Ferrer Morocho, «Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de cidrayota (Sechium edule) de la variedad virens levis en la calidad y vida útil de la fresa (Fragaria ananassa)», *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*, 2020.

[5] A. Amaiz Mota, Susmara; Colivet, Julio; Cañizares, «Efecto del recubrimiento comestible a base de almidón de yuca sobre los parámetros químicos y sensoriales de cascos de guayaba.», *Cumbres*, vol. 5, n.o 1, pp. 137-154, 2018, [En línea]. Disponible en: http://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres

[6] Cieza H. S., *Efecto de un recubrimiento comestible a base de goma de tara (caesalpinia spinosa) y gel de sabila (aloe barbadensis miller), sobre las características fisioquímicos y microbiológicas en cubos de mango (mangifera indica l) CV. Kent Almacenados en refriger*. 2020. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52629/Cieza_HS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[7] E. Ayquipa Cuellar, «CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE PELÍCULAS COMESTIBLES OBTENIDAS DE MUCÍLAGO DE CÁSCARA DE TUNA (Opuntia spp) Y ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA (Solanum tuberosum)», *tesis pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac*, 2018, [En línea]. Disponible en: http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/617/T_0340.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[8] P. P. Ugarte-Espinoza, V. Delgado-Soriano, L. Estivi, A. Hidalgo, y G. Pascual-Chagman, «Goldenberry (Physalis peruviana L.) seed oil: Press extraction, optimization, characterization, and oxidative stability», *Italian Journal of Food Science*, vol. 33, n.o 4, pp. 107-117, 2021, doi: 10.15586/ijfs.v33i4.2123.

[9] B. Villar y G. Antonio, «Obtención y caracterización fisicoquímica nutricional y sensorial del gel de aguaymanto (physalis peruviana) edulcorada con stevia (stevia rebaudiana)», *universidad nacional del centro del perú*, 2019.

[10] I. Daybelis, F. Valdés, D. Silvia, B. Baños, I. Dayvis, y F. Valdés, «Películas y recubrimientos comestibles : una alternativa favorable en la conservación poscosecha de

frutas y hortalizas Eatable films and coverings : a favorable alternative in the postharvesIng . conservation of fruits and vegetables», vol. 24, n.o 3, pp. 52-57, 2015.

[11] M. Mora Palma, Magnolia Roberta; Feregrino Pérez, Ana Angélica; Contreras Padilla, «Recubrimientos comestibles para extender la vida de anaquel de productos hortofrutícolas», *Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 5, n.o 4, pp. 4605-4625, 2021.

[12] S. A. Mosquera y S. P. Paz, «ESTADO ACTUAL DEL USO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN FRUTAS Y HORTALIZAS CURRENT STATUS OF THE USE OF EDIBLE COATINGS IN FRUIT AND VEGETABLES STATUS ATUAL DO USO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS EM FRUTAS E LEGUMES», *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 15, n.o 2, pp. 134-141, 2017.

[13] E. Gómez, «Recubrimientos para frutas y hortalizas.», *V curso internacional tecnologia poscosecha y procesamiento minimo*, p. 32, 2011.

[14] N. B. M. Posada y A. E. R. Rodríguez, «Recubrimientos Para Frutas», *Alimentos Hoy*, vol. 23, n.o 35, pp. 20-32, 2015, [En línea]. Disponible en: http://alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/312/280

[15] M. JAHUEY HERNÁNDEZ, «APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE PARA REDUCIR LA ABSORCIÓN DE ACEITE DURANTE EL PROCESO DE FREIDO EN LOS ALIMENTOS», *Universidad Aútonoma Agraria Antonio Narro División de ciencia animal , departamento de ciencia y tecnoloigia de alimentos*, 2013.

[16] L. G. Solano-Doblado, L. Alamilla-Beltrán, y C. Jiménez-Martínez, «Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados», *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, vol. 21, p. 30, 2018, doi: 10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153.

[17] G. K. Huapaya Fernández, «Influencia de los parámetros de extracción de antocianinas a partir de cáscara de uva (Vitis vinífera) utilizando el método de Taguchi», *Lima, Perú: UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN*, 2018.

[18] D. M. A. Molina-Quijada, L. A. Medina-Juárez, G. A. González-Aguilar, R. M. Robles-Sánchez, y N. Gámez-Meza, «Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de cáscara de uva (Vitis vinifera L.) de mesa cultivada en el noroeste de México Phenolic compounds and antioxidant activity of table grape (Vitis vinifera L.) skin from northwest Mexico», *CYTA - Journal of Food*, vol. 8, n.o 1, pp. 57-63, 2010, doi: 10.1080/19476330903146021.

[19] D. Amaya-Chantaca *et al.*, «La industria vinícola como fuente de valiosos residuos agroindustriales», *CienciaAbierta*, vol. 1, n.o 1, pp. 123-145, 2021, [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/354052538_La_industria_vinicola_como_fuente_de_valiosos_residuos_agroindustriales

[20] A. M. lin Gadea Wong, «Efecto de la sustitución de harina de trigo (Triticum aestivum) por cáscara de uva (Vitis vinífera L.) var. Gross Colman en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en galletas dulces», *Tesis de pregrado Universidad Privada Antenor Orrego*, 2019.

[21] E. S. Ordoñez-Gómez, D. Reátegui-Díaz, y J. E. Villanueva-Tiburcio, «Total polyphenols and antioxidant capacity of peel and leaves in twelve citrus», *Scientia Agropecuaria*, vol. 9, n.o 1, pp. 113-121, 2018, doi: 10.17268/sci.agropecu.2018.01.13.

[22] M. Muñoz, «Desarrollo de una galleta a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por las obtenidas de las cáscaras de naranja (Citrus × sinensis) y zanahoria (Daucus

carota)», *Revista de alimentos*, vol. 54, n.o 3, p. 77, 2020, [En línea]. Disponible en: http://201.159.223.180/bitstream/3317/15267/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-64.pdf

[23] V. López, «Fortificación de cáscara de naranja (C. sinensis var Valencia) por impregnación con miel», *universidad Veracruzana. Maestria en ciencias alimentarias*, p. 107, 2014, [En línea]. Disponible en: https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46746/LopezHernandezVeronica.pdf;jsessionid=65EB38B46D304394DEB5E66E2AC99E35?sequence=2

[24] E. Alata Mayhuire, Y. Cuadros Huamaní, L. Miranda Zanard, y E. Medina de Miranda, «Biopelículas Producidas Con Cáscara De Naranja Y Reforzadas Con Celulosa Bacteriana», *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol. 85, n.o 2, pp. 231-241, 2019, doi: 10.37761/rsqp.v85i2.80.

[25] E. B. Gonzales, Naisha Yesibella; Quispe, «Efecto del recubrimiento comestible a base de pectina y quitosano en la vida útil de arándanos (vaccinium corymbosum L.)», *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA*, p. 104, 2019, [En línea]. Disponible en: http://200.37.61.90/bitstream/handle/UNS/3489/49952.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[26] D. C. Ortega-Pérez, M. O. Bustamante-Rua, D. F. Gutiérrez-Rôa, y A. A. Correa-Espinal, «Mixture experiments in industrial formulations | Diseño de mezclas en formulaciones industriales», *DYNA (Colombia)*, vol. 82, n.o 189, pp. 149-156, 2015, doi: 10.15446/dyna.v82n189.42785.

[27] H. Bonilla, Y. Carbajal, M. Siles, y A. López, «Genetic diversity in three populations of Physalis peruviana using fractionation and electrophoretic patterns of seed storage protein», *Rev. Peru. Biol.*, vol. 26, n.o 2, pp. 243-250, 2019, doi: 10.15381/rpb.v26i2.16370.

[28] H. Antonio Hernández Pérez y M. Giles Gómez, «Universidad Nacional Autónoma de México Métodos Microbiológicos para el Análisis de Alimentos Editores».

[29] D. DE La Calidad De Una Bebida A, B. Merly Marilú Arce Cieza Bach Sayuri Jhunet Zumaran Sanchez Asesor, y M. Polito Michael Huayama Sopla, «UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS EDULCORADO CON STEVIA (Stevia rebaudiana B.)».

[30] A. C. Vaca Portillo y O. O. Mora, «Chitosan-based coating to optimize the quality of cape gooseberry (Physalis peruviana L.)», *Acta Agronomica* , vol. 72, n.o 2, pp. 132-138, 2023, doi: 10.15446/acag.v72n2.106047.

[31] Leonel I. Terrones, «UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS».

[32] NTS N° 071 - MINSA/DIGESA V.01., «RM591MINSANORMA», *NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLOGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO*, 2008.

[33] V. Pauro Flores, «Aplicación de dos métodos (encerado o inmersión en cloruro de calcio) para la conservación poscosecha del aguaymanto (Physalis peruviana) sin cáliz», 2016.

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS		HIPÓTESIS	VARIABLES	
		O. GENERAL	O. ESPECÍFICOS		INDEPENDIENTE	DEPENDIENTE
Formulación de un recubrimiento comestible a base de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*) y uva (*Vitis vinifera*) para extender la estabilidad del aguaymanto *(Physalis peruviana)* fresco.	**P. GENERAL** ¿Cuál es la formulación del recubrimiento comestible a base de cáscaras de naranja y uva para extender la estabilidad del aguaymanto fresco? **P. ESPECIFICOS** - ¿Cuáles son las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del aguaymanto fresco? - ¿Qué formulación de recubrimiento comestible a base de extractos de cáscara de naranja y uva maximiza el contenido de compuestos fenólicos? - ¿Cuánto se prolonga la estabilidad del aguaymanto recubierto en comparación a una muestra sin recubrimiento durante el almacenamiento?	Determinar la formulación del recubrimiento comestible a base de cáscaras de naranja y uva para extender la estabilidad del aguaymanto fresco.	- Evaluar las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológica del aguaymanto fresco. - Determinar la formulación de recubrimiento comestible a base de extractos de cáscaras de naranja y uva que presenta mayor contenido de compuestos fenólicos. - Comparar la estabilidad del aguaymanto recubierto con una muestra sin recubrimiento durante el almacenamiento.	**H. GENERAL** El recubrimiento comestible a base de cáscaras de naranja y uva extiende significativamente la estabilidad del aguaymanto fresco. **H. ESPECIFICAS** - Las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del aguaymanto fresco, se encuentran dentro de los parámetros establecidos. - La formulación con mayor proporción de extracto de uva contiene mayores compuestos fenólicos. - El aguaymanto recubierto presenta una mayor duración de vida útil en comparación con la muestra sin recubrimiento.	X = Formulaciones de recubrimiento comestible a base de cáscaras de uva y naranja.	Y_1 = Contenido de compuestos fenólicos. Y_2 = Vida útil del aguaymanto.

ANEXO 2. CÁLCULOS

- Cálculo del extracto de la naranja.

200 ml ——— 100%

X ——— 40%

$$X = \frac{200\ ml \times 40\%}{100\ \%}$$

X = 80 ml

- Cálculo del extracto de uva negra.

200 ml ——— 100%

X ——— 60%

$$X = \frac{200\ ml \times 60\%}{100\ \%}$$

X = 120 ml

- Cálculo del glicerol.

200 ml ——— 100%

X ——— 2%

$$X = \frac{200\ ml \times 2\%}{100\ \%}$$

X = 4 ml

- Cálculo del almidón.

200 ml ——— 100%

X ——— 4%

$$X = \frac{200\ ml \times 4\%}{100\ \%}$$

X = 8 ml

- Cálculo del tween 80.

200 ml ——————— 100%

X ——————— 0.5%

$$X = \frac{200 \text{ ml} \times 0.5\%}{100\ \%}$$

X = 1 ml

- La diferencia es completada con el extracto para llegar al 100%.

Sumatoria de los insumos = 4 + 8 + 1 = 13 gr

Diferencia de extracto = 100 – 13 = 187 ml

ANEXO 3. FICHAS DE ANÁLISIS PROXIMAL

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos

INFORME DE ENSAYOS
Nº 002872-2024

SOLICITANTE	: **DAMALIZ DAYLU CORTEZ GARCIA**
DIRECCIÓN LEGAL	: CALLE MANUEL ARIAS 117 - SAN JUAN DE MIRAFLORES (REFERENCIA ESPALDAS DE METRO ATOCONGO)
	DNI : **74315909** Teléfono : 931 929 009
PRODUCTO	: **AGUAYMANTO FRESCO**
NUMERO DE MUESTRAS	: Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA	: NOMBRE DE LA TESIS: RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE CÁSCARA DE NARANJA Y UVA EN EL AGUAYMANTO FRESCO
CANTIDAD RECIBIDA	: 1034,6 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S)	: S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, la muestra ingresa en frasco pet sellado, a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIOS	: S/S NºEN-001945 -2024
REFERENCIA	: PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN	: 26/07/2024
ENSAYOS SOLICITADOS	: **FÍSICO / QUÍMICO**
PERÍODO DE CUSTODIA	: No aplica

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Vitamina C (mg/100 g de muestra original)	215,5	215,46	215,47

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
1.- AOAC 967.21 Cap. 45, Pág. 21-22, 21st Edition 2019

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 26/07/2024 Al 07/08/2024.

ADVERTENCIA:
1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total Laboratorios-UNALM son responsabilidad del solicitante.
2.- La Molina Calidad Total Laboratorios-UNALM es responsable de toda la información suministrada en el informe de ensayos, excepto la información suministrada por el solicitante que pueda o no afectar a la validez de los resultados.
3.- Los resultados se aplican únicamente a la muestra recibida. No es un Certificado de Conformidad, ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
4.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin autorización de La Molina Calidad Total Laboratorios-UNALM.

La Molina, 07 de Agosto de 2024

Dirección Técnica

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM
Biol. Lourdes Margarita Barco Saldaña
Directora Técnica (e)
CBP - N° 01232

Pág. 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Cel.: 998376789 - 998373909 - 926694322
E-mail: lmctl.ventas.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal
la molina calidad total

INFORME DE ENSAYOS
Nº 002871-2024

SOLICITANTE	: **DAMALIZ DAYLU CORTEZ GARCIA**
DIRECCIÓN LEGAL	: CALLE MANUEL ARIAS 117 - SAN JUAN DE MIRAFLORES (REFERENCIA ESPALDAS DE METRO ATOCONGO) DNI : **74315909** Teléfono : 931 929 009
PRODUCTO	: **AGUAYMANTO FRESCO**
NUMERO DE MUESTRAS	: Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA	: NOMBRE DE LA TESIS: RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE CÁSCARA DE NARANJA Y UVA EN EL AGUAYMANTO FRESCO
CANTIDAD RECIBIDA	: 1034,6 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S)	: S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, la muestra ingresa en frasco pet sellado, a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIOS	: S/S NºEN-001945 -2024
REFERENCIA	: PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN	: 26/07/2024
ENSAYOS SOLICITADOS	: **FÍSICO / QUÍMICO**
PERÍODO DE CUSTODIA	: No aplica

RESULTADOS:

V°B° Dirección Técnica – CALIDAD TOTAL LABORATORIOS – UNALM

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- % Kcal. proveniente de Grasa	2,8	---	---
2.- % Kcal. proveniente de Proteínas	8,1	---	---
3.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	14,3	---	---
4.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	64,2	---	---
5.- Proteínas (g/100 g de muestra original) (Factor:6,25)	1,3	1,37	1,28
6.- Cenizas (g/100 g de muestra original)	0,7	0,68	0,70
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	89,1	---	---
8.- Grasa (g/100 g de muestra original)	0,2	0,22	0,20
9.- Humedad (g/100 g de muestra original)	83,5	83,48	83,50
10.- Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	2,0	2,00	1,92

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
2.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
5.- AOAC 920.152 Cap. 37, Pág. 10, 21st Edition 2019
6.- AOAC 940.26 (A) Cap. 37, Pág. 7, 21st Edition 2019
7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
8.- AOAC 930.09 Cap. 3, Pág. 24, 21st Edition 2019
9.- AOAC 930.04 Cap. 3, Pág. 1, 21st Edition 2019
10.- NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011)

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS Nº 002871-2024

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Cel.: 998376789 - 998373909 - 926694322
E-mail: lmctl.ventas.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal
la molina calidad total

INFORME DE ENSAYOS
Nº 002871- 2024

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 26/07/2024 Al 07/08/2024.

ADVERTENCIA:

1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total Laboratorios-UNALM son responsabilidad del solicitante.
2.- La Molina Calidad Total Laboratorios-UNALM es responsable de toda la información suministrada en el informe de ensayos, excepto la información suministrada por el solicitante que pueda o no afectar a la validez de los resultados.
3.- Los resultados se aplican únicamente a la muestra recibida. No es un Certificado de Conformidad, ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
4.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin autorización de La Molina Calidad Total Laboratorios-UNALM.

La Molina, 07 de Agosto de 2024

Dirección Técnica

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM
Biol. Lourdes Margarita Barco Saldaña
Directora Técnica (e)
CBP - N° 01232

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Cel.: 998376789 - 998373909 - 926694322
E-mail: lmctl.ventas.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal
la molina calidad total

ANEXO 4. CONTROL DE PESO DEL AGUAYMANTO RECUBIERTO

TABLA XII

CONTROL DE PESO EN EL AGUAYMANTO RECUBIERTO

Tiempo (día)	Peso C/ EX (gr)	Peso S/ EX (gr)
1	8.48	9.26
3	8.48	9.24
5	8.42	9.18
7	8.32	9.12
9	8.18	9.02
11	8.12	8.88
12	8.10	8.60

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **TESIS** cuyo título es:

"Formulación de un recubrimiento comestible a base de extractos de cáscaras de naranja y uva para la estabilidad del aguaymanto fresco"

Presentado por:

CORTEZ GARCIA, DAMALIZ DAYLU

BACHILLER del nivel **PREGRADO** de la **ESCUELA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

Que. Se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la UNICA, El informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 01%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate.

Pisco, 14 **de** abril del 2026

.....

DR. JOSE FERNANDO FOC REAÑO
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS