



FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

CARRERA DE ING. AGROINDUSTRIAL.

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD ARTICULO CIENTIFICO PARA OPTAR
EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

TEMA:

“CARACTERIZACIÓN DEL MUCILAGO DE MUYUYO (*CORDIA LUTEA*) Y SU
APLICACIÓN COMO RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN RÁBANO (*RAPHANUS
SATIVUS*)”.

AUTORAS:

PILAY CEDEÑO ERIKA XIOMARA
RAMIREZ PARRAGA KERLY NAYELI

TUTOR:

DR. CHRISTIAN SIMÓN RIVADENEIRA BARCIA.

MANTA-MANABI-ECUADOR

2025-1

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

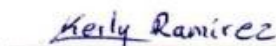
Nosotras, **Pilay Cedeño Erika Xiomara C.I. 1314533447** y **Ramírez Párraga Kerly Nayeli C.I. 1316859063**, declaramos por la presente que somos las autoras intelectuales del trabajo de investigación titulado **“CARACTERIZACIÓN DEL MUCILAGO DE MUYUYO (*CORDIA LUTEA*) Y SU APLICACIÓN COMO RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN RÁBANO (*RAPHANUS SATIVUS*)”**.

Confirmamos que hemos contribuido de manera significativa a la concepción, el diseño, la ejecución y la interpretación del estudio presentado. A este respecto, hemos participado activamente en la redacción del manuscrito y en su revisión crítica. En cada fase del desarrollo de este trabajo, nos hemos esforzado por asegurar la precisión y la integridad de cada parte del estudio.

Queremos enfatizar que el contenido de este estudio es original, no ha sido plagiado de ninguna otra fuente y todas las referencias utilizadas para la investigación están debidamente citadas en el documento, por tanto, nos comprometemos a mantener los principios de ética e integridad en la investigación y asumimos total responsabilidad por el contenido de este estudio.



Pilay Cedeño Erika Xiomara
AUTORA



Ramírez Párraga Kerly Nayeli
AUTORA

Manta, 13 de Agosto, 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular "bajo la autoría de las estudiantes Pilay Cedeño Erika Xiomara con C.I. 1314533447, legalmente matriculadas en la carrera de Agroindustria, período académico 2025/1 cumpliendo el total de 16. horas, cuyo tema del proyecto es *"Caracterización del mucílago de Muyuyo (Cordia Lutea) y su aplicación como recubrimiento comestible en Rábano (Raphanus Sativus)"*.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 28 de julio de 2025.

Lo certifico,


 Dr. Christian Simón Rivadeneira Barcia
Docente Tutor
Área: Agroindustria

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme salud, fortaleza y sabiduría para alcanzar este objetivo tan importante en mi vida.

A mi mamá, por su paciencia, motivación y constante ejemplo de superación, enseñándome a nunca rendirme y a siempre dar lo mejor de mí.

A mi familia, por acompañarme en los buenos y malos momentos, brindándome apoyo emocional y palabras de aliento cuando más las necesité.

A mi tutor y a mis docentes, por compartir su conocimiento y orientarme con paciencia, contribuyendo a mi formación académica y personal.

A mi compañera de tesis, Kerly, por su compromiso, esfuerzo y apoyo incondicional, con quien pude compartir cada reto y cada logro de esta etapa.

Y a Andrés, quien ha sido mi apoyo incondicional durante este tiempo, dándome el empuje y la motivación necesarios para culminar con éxito esta meta.

Pilay Cedeño Erika Xiomara

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y a la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente y crecer como profesional. Durante estos años recibí no solo conocimientos, sino también valores que me han guiado en este proceso y que serán fundamentales en mi vida personal y profesional.

A todos los docentes de la carrera, quienes con paciencia, compromiso y entrega compartieron su conocimiento, no solo con el objetivo de transmitir teoría, sino también para enseñarnos con el ejemplo valores fundamentales como la responsabilidad, la ética profesional, la disciplina y la perseverancia. Cada clase, cada orientación y cada consejo se convirtieron en herramientas que quedarán marcadas en mi vida.

De manera especial, agradezco a mi compañera de tesis, Xiomara, por su dedicación, apoyo y compromiso durante todo este proceso. Su esfuerzo y trabajo en equipo fueron fundamentales para superar los retos y alcanzar con éxito esta meta compartida, convirtiéndose en una parte esencial de este logro.

Mi agradecimiento también se extiende a mis amigos y compañeros de carrera, con quienes compartí jornadas de estudio, trabajos grupales, discusiones académicas y también momentos de compañerismo y alegría. Ellos se convirtieron en una segunda familia que acompañó este proceso, aportando ánimo en los momentos difíciles y celebrando cada avance alcanzado. La amistad construida durante estos años es un recuerdo valioso que me acompañará más allá de las aulas.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a todas las personas que, de una u otra manera, aportaron en este camino de formación profesional. Cada palabra de apoyo, cada gesto de solidaridad y cada enseñanza recibida han sido fundamentales para alcanzar la culminación de esta etapa académica. A todos ellos, gracias por ser parte de este proceso que hoy concluye con satisfacción y orgullo.

Ramírez Párraga Kerly Nayeli

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi luz y mi guía, por darme la fortaleza necesaria en cada momento de dificultad y alegrarme en cada victoria.

A mi mamá, por su amor incondicional, su sacrificio silencioso y por enseñarme con su ejemplo que la perseverancia y el esfuerzo siempre dan fruto.

A mi familia, que ha estado conmigo en cada paso, dándome apoyo y confianza.

Y a mis amigos, por ser parte de esta etapa, por las risas, las largas charlas y el ánimo que me ayudaron a mantenerme firme en el camino.

Pilay Cedeño Erika Xiomara

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación con todo el amor, el respeto y la gratitud que mi corazón puede expresar, a las personas más importantes en mi vida, aquellas que me acompañaron en este largo camino y que con su apoyo incondicional hicieron posible la realización de este sueño.

En primer lugar, a Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y esperanza; a él dedico este logro porque me brindó la salud, la paciencia y la fortaleza necesarias para no rendirme en los momentos difíciles; sus bendiciones han iluminado mi camino y me han dado la seguridad de que con fe y esfuerzo todo es posible.

A mis padres, quienes son el ejemplo más grande de sacrificio, amor y dedicación; ellos han sido el pilar fundamental de mi vida, los que con esfuerzo inagotable me brindaron la oportunidad de formarme y alcanzar mis metas; sus palabras de aliento, sus consejos y su confianza en mí me han impulsado siempre a seguir adelante. Este logro es tanto mío como de ellos, porque cada paso que doy es reflejo de los valores que me han inculcado y del apoyo que jamás me ha faltado.

A mi hermano, compañero de vida y de sueños, quien con su compañía y apoyo constante me animó a continuar cuando las fuerzas flaqueaban; sus palabras y gestos de cariño fueron un motor que me inspiró a esforzarme cada día. Este logro también es suyo, porque su presencia me dio la motivación necesaria para seguir luchando.

A mis padrinos de grado, quienes con su cariño, guía y consejos se convirtieron en un sostén valioso en mi carrera; gracias por acompañarme, por creer en mí y por alentarme a superarme siempre; sus palabras de motivación han sido un faro en mi formación y me han recordado que nunca estoy sola en este camino.

A cada uno de ustedes, dedico estas páginas con inmensa gratitud y con la certeza de que este es solo el inicio de un nuevo camino en el que sus enseñanzas y apoyo seguirán siendo mi mayor fortaleza.

Ramírez Párraga Kerly Nayeli

CARACTERIZACIÓN DEL MUCILAGO DE MUYUYO (*CORDIA LUTEA*) Y SU APLICACIÓN COMO RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN RÁBANO (*RAPHANUS SATIVUS*).

CHARACTERIZATION OF MUCILAGO OF MUCIYUYO (*CORDIA LUTEA*) AND ITS APPLICATION AS AN EDIBLE COATING ON RADISH (*RAPHANUS SATIVUS*).

Pilay Cedeño Erika Xiomara, Ramírez Párraga Kerly Nayeli.

Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Código Postal 130101, Manta, Ecuador.

RESUMEN

El presente trabajo analiza el uso del mucílago de muyuyo (*Cordia lutea*) en la elaboración de recubrimientos comestibles aplicados a rábanos (*Raphanus sativus*), con el objetivo de reducir las pérdidas postcosecha. Las frutas y hortalizas, como el rábano (*Raphanus sativus*), son altamente perecederas, lo que compromete su conservación y comercialización. El rábano, hortaliza de alto valor nutricional (rica en potasio, vitamina C y fibra), representa aproximadamente el 2 % de la producción hortícola mundial, pero su vida útil es limitada por la pérdida rápida de firmeza, color y humedad.

En este estudio se caracterizaron las propiedades fisicoquímicas del mucílago de *Cordia lutea*, una especie nativa del litoral ecuatoriano cuyo fruto, a pesar de ser abundante, carece de aprovechamiento agroindustrial. Se evaluó su eficacia como recubrimiento comestible en rábanos utilizando cinco concentraciones diluidas en agua (100%, 80%, 60%, 40% y 20%) y un control sin recubrimiento, durante un periodo de almacenamiento de 30 días. Se midieron parámetros como °Brix, pH, textura, color, pérdida de peso y carga microbiana.

Los resultados demostraron que los recubrimientos, especialmente en concentraciones altas, disminuyeron significativamente el deterioro físico y microbiano, preservando la calidad del rábano. El mucílago de *Cordia lutea* se presenta, así como una alternativa eficaz, natural y sostenible para reducir pérdidas postcosecha en productos hortícolas.

ABSTRACT

This study analyzes the use of mucilage from Cordia lutea (known locally as muyuyo) in the development of edible coatings applied to radishes (Raphanus sativus), with the objective of reducing postharvest losses. Fruits and vegetables, such as radishes, are highly perishable, which compromises their preservation and marketability. Radishes, which are nutritionally valuable (rich in potassium, vitamin C, and fiber), account for approximately 2% of global vegetable production, but their shelf life is limited due to rapid loss of firmness, color, and moisture.

In this study, the physicochemical properties of Cordia lutea mucilage—a native species from the Ecuadorian coast whose fruit, despite being abundant, remains underutilized in agro-industrial applications were characterized. Its effectiveness as an edible coating was evaluated on radishes using five water-diluted concentrations (100%, 80%, 60%, 40%, and 20%) and an uncoated control over a 30-day storage period. Quality parameters such as °Brix, pH, texture, color, weight loss, and microbial load were measured.

The results showed that the coatings, particularly at higher concentrations, significantly reduced both physical and microbial deterioration, helping to preserve radish quality. Thus, Cordia lutea mucilage emerges as an effective, natural, and sustainable alternative to mitigate postharvest losses in horticultural products.

Palabras clave

Mucílago, recubrimiento, conservación, rábano, postcosecha.

Keywords

Mucilage, coating, preservation, radish and post-harvest.

1. Introducción

Las frutas y hortalizas frescas representan una fuente vital de nutrientes y desempeñan un papel esencial en la seguridad alimentaria y en el desarrollo económico a escala global. Sin embargo, estos productos presentan una alta vulnerabilidad a pérdidas postcosecha, que se estiman entre el 28 % y el 55 % de la producción mundial, afectando especialmente a países con ingresos bajos y medios (Karoney et al. 2024;Yahia et al. 2019). Esta problemática, asociada a factores como daños mecánicos, deterioro microbiológico y senescencia, compromete la calidad y disponibilidad de los alimentos (Dharmathilake et al. 2020), y demanda soluciones sostenibles para su mitigación. Entre estas, los recubrimientos comestibles han emergido como una tecnología prometedora y ambientalmente responsable, al ofrecer una barrera natural que reduce la deshidratación, limita la

acción microbiana y extiende la vida útil de los productos frescos sin comprometer su valor nutricional (Fernández et al. 2017; Singh et al. 2024) .

En el ámbito de los biopolímeros naturales, los mucílagos vegetales han demostrado una notable capacidad para formar películas biodegradables (Fernández et al. 2017). Un ejemplo relevante es el mucílago extraído del muyuyo (*Cordia lutea*), una especie nativa del litoral ecuatoriano cuyo fruto, aunque abundante, carece actualmente de un aprovechamiento agroindustrial. Estudios recientes han descrito que este mucílago presenta propiedades fisicoquímicas interesantes, como su carácter aniónico, viscosidad adecuada y capacidad de formar recubrimientos delgados, transparentes y con buena resistencia al oxígeno (Castro et al. 2024). Pese a su potencial, su uso sigue siendo limitado y poco explorado en la industria alimentaria, lo que representa una oportunidad para revalorizar especies locales y desarrollar soluciones innovadoras alineadas con el modelo de economía circular (Villa et al. 2020).

El rábano (*Raphanus Sativus*), por su parte, es una hortaliza ampliamente cultivada y consumida. La producción mundial de rábanos se calcula en 7 millones de toneladas anuales, lo que representa el 2% de las hortalizas producidas globalmente (CABI 2024). Su composición nutricional es notable, ya que aporta potasio, vitamina C, ácido fólico y fibra (Drost 2020). Sin embargo, es una hortaliza altamente perecedera, lo que dificulta su comercialización y conservación adecuadas para preservar su calidad y prolongar su vida útil (Karagöz y Demirdöven 2019).

La implementación de recubrimientos comestibles a base de mucílago de *Cordia Lutea* podría representar una alternativa eficaz y natural para conservar su calidad postcosecha. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo caracterizar las propiedades fisicoquímicas del mucílago de muyuyo y evaluar su eficacia como recubrimiento comestible en rábanos, considerando parámetros de calidad, pérdida de peso y carga microbiana durante el almacenamiento.

2. Materiales y métodos.

La investigación se realizó en el laboratorio de Frutas y Hortalizas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Para ello, se recolectaron frutos maduros de Muyuyo (*Cordia lutea*) en las parroquias urbanas Los Esteros y Manta centro, mientras que los rábanos (*Raphanus sativus*) se adquirieron en un mercado local del cantón. Ambos productos fueron desinfectados mediante inmersión en una solución de cloruro de sodio al 1% durante dos minutos, seguida de un enjuague con agua destilada estéril, con el propósito de reducir la carga microbiana y unificar las condiciones sanitarias antes del

procesamiento. Luego, el mucílago del Muyuyo (*Cordia lutea*) se obtuvo mediante prensado manual de los frutos, extrayendo el líquido que fue filtrado con un colador metálico para obtener un extracto homogéneo, libre de impurezas.

2.1 Análisis fisicoquímicos del mucílago de Muyuyo (*Cordia Lutea*)

Humedad: Cuantificada por pérdida de peso en estufa a 105 °C, se calculó el porcentaje de humedad aplicando la ecuación (1).

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(M_1 - M_2)}{M} \times 100 \quad (1)$$

°Brix: Se utilizó un refractómetro digital Atago PAL-3 (Japón).

pH: Medido con pH-metro Milwaukee Mi805 (Rumania).

Acidez titulable: Determinada mediante titulación con NaOH 0.1 N, usando fenolftaleína como indicador. Posteriormente, se calculó el porcentaje de acidez aplicando la ecuación correspondiente, utilizando ácido glucurónico como referencia. (2).

$$\% \text{ Acidez} = \frac{\text{Consumo NaOH} \times 0,1 \text{ N} \times \text{meq. ácido}}{\text{Volumen de la muestra (g)}} \times 100 \quad (2)$$

Viscosidad: Determinada mediante viscosímetro rotacional Brookfield (EE. UU.).

Densidad: Calculada por la ecuación (3) con balanza analítica y probeta graduada.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3)$$

Color: Evaluado en el espacio CIELab (L^* , a^* , b^*) con un colorímetro CR-400 Head.

Fenoles totales: Medidos por el método de Folin-Ciocalteu, con absorbancia a 765 nm en espectrofotómetro UV-Vis.

Actividad antioxidante: Determinada con el método ABTS, midiendo la absorbancia a 734 nm.

Proteína: Realizado en el laboratorio CESECCA, bajo el código PEE/CESECCA/QC/15, empleando como método de referencia AOAC Ed. 22, 2023; método 2001.11 y la norma NTE INEN 465:1980, los cuales se basan en el método de Kjeldahl para la cuantificación de proteínas.

Grasa: Realizado en el laboratorio CESECCA, siguiendo el procedimiento establecido en el método PEE/CESECCA/OC/04, basado en el Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 2003.06, y la normativa ecuatoriana NTE INEN 466:1980.

Ceniza: Realizado en el laboratorio CESECCA, aplicando el método PEE/CESECCA/QC/09, el cual se basa en los siguientes métodos de referencia: AOAC Ed. 22, 2023; 938.08; 900.02, la norma NTE INEN 467:1980 y AACC 08-12, Ed. 1999.

Fibra: La determinación de fibra se realizó mediante un sistema de digestión química, utilizando tratamientos consecutivos con ácido y álcali sobre la muestra de mucílago, lo que permitió la cuantificación del contenido total de fibra.

2.2 Elaboración del recubrimiento comestible y aplicación.

Se prepararon recubrimientos con mucílago de *Cordia lutea* y agua en proporciones 100/0, 80/20, 60/40, 40/60 y 20/80 (v/v), homogeneizados a 11,000 rpm por 4 minutos con un Ultra-Turrax PT-2100. Los rábanos (*Raphanus sativus*) se sumergieron en cada solución por 60 segundos, se secaron al aire durante una hora y se almacenaron en bandejas de poliuretano bajo condiciones controladas. Se evaluaron seis tratamientos con recubrimiento y un testigo sin recubrimiento (T0), según la Tabla 1.

Tabla 1. Formulación de Tratamientos.

<u>Tratamiento</u>	<u>Concentración</u>	<u>Descripción</u>
T0	0%	Control de rábano sin recubrimiento.
T1	100%	Mucílago
T2	80% +20%	Mucílago + H_2O
T3	60%+40%	Mucílago + H_2O
T4	40%+60%	Mucílago + H_2O
T5	20%+80%	Mucílago + H_2O

2.3 Análisis en Rábanos (*Raphanus Sativus*).

Pérdida de peso: Calculada por diferencia de peso cada 10 días con balanza analítica, se calculó el porcentaje de pérdida de peso aplicando la ecuación (4).

$$\text{Porcentaje de pérdida de peso} = \frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso final})}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad (4)$$

°Brix: Medido con refractómetro digital Atago PAL-3 (Japón).

pH y acidez: Según lo descrito en el mucílago, con los mismos equipos, con la diferencia de que se utilizó ácido málico como referencia.

Mohos y levaduras: Evaluadas en medio PDA tras incubación, utilizando cabina de flujo laminar, estufa de cultivo y placas de Petri, según técnicas microbiológicas estándar.

Textura (firmeza): Analizada con un texturómetro Shimadzu EZ-LX (Japón).

Color: Con colorímetro CR-400 Head, espacio CIELab.

2.4 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con un factor: la concentración de mucílago de muyuyo (*Cordia Lutea*) en cinco niveles, más un testigo sin recubrimiento (Tabla 2). Las variables fisicoquímicas y microbiológicas se analizaron por triplicado durante 30 días, con mediciones cada 10 días. Los datos se procesaron mediante ANOVA y prueba de Tukey ($p < 0.05$) usando InfoStat (v.2020).

<i>Fuente de variación</i>	<i>Fórmula</i>	<i>G.L</i>
Total	$(t \times r) - 1$	17
Tratamientos	$t - 1$	5
Repeticiones	$r - 1$	2
Error experimental	$(t - 1)(r - 1)$	10

Tabla 2. Esquema de Análisis de Varianza.

3. Resultados y Discusión

El mucílago de *Cordia lutea* presentó una humedad elevada ($86,24 \pm 1,84 \%$), notablemente superior a la reportada en *C. dichotoma* ($1,3 \pm 0,01 \%$) y *C. myxa* ($6,90 \pm 1,00 \%$) según Zahra et al. (2024) y Dokht et al. (2018), lo que se atribuye al uso de muestras frescas en contraste con las deshidratadas o liofilizadas de estudios previos. Este alto contenido de humedad sugiere mayor susceptibilidad al deterioro, implicando precauciones en su manejo.

En cuanto a los sólidos solubles, se obtuvo un valor promedio de $12,43 \pm 0,98$ °Brix, indicador relevante para la viscosidad, dulzor y estabilidad del material. Aunque no se hallaron datos comparables de °Brix en otras especies del género, Hojjati and Beirami (2020) reportaron un 79,43 % de azúcares totales en un polisacárido de *C. myxa*, lo que sugiere una composición rica en sólidos solubles.

El pH fue de 6,2, dentro del rango de *C. dichotoma* (4,85 a 6) según Pawar et al. (2018), pero inferior al registrado por Pawar and Jadhav (2015) (7,2–7,5). Frente a *C. myxa*, que mostró mayor acidez bajo estrés salino (0,71–0,94 % de acidez titulable, Zbari and Fayadh (2015), *C. lutea* presentó una acidez de 0,27 %, confirmando su carácter moderadamente ácido.

En términos reológicos, la viscosidad fue de 31.700 mPa·s, con comportamiento pseudoplástico validado mediante el modelo de la Ley de Potencia ($K = 35.4160$ mPa·s; $n = 0.9284$). Esto coincide con lo descrito por Dokht et al. (2018) para *C. myxa*, que mostró comportamiento pseudoplástico, con reducción de viscosidad aparente con aumento de la velocidad de corte.

La densidad registrada fue de 0,9 g/cc, superior a la de *C. dichotoma* (0,6385 g/cc, Pawar et al. (2018), posiblemente debido al mayor contenido de sólidos y humedad. En cuanto al color, los valores obtenidos ($L^* = 20,58$; $a^* = -1,02$; $b^* = 17,08$) indican una tonalidad opaca amarillenta, mientras que Pawar and Jadhav (2015) describieron *C. dichotoma* como marrón claro, sin datos cuantitativos para comparación precisa.

El contenido de fenoles totales fue de 53,61 mg EAG/g, superior a *C. myxa* (33,41 mg EAG/g) y *C. dichotoma* (19,59 mg EAG/g) según Zahra et al. (2024). La actividad antioxidante, determinada por ABTS, fue de 166,28 mmol Trolox/mL, mientras que *C. myxa* mostró una IC_{50} de 46,75 g/mL con el método DPPH Zahra et al. (2024), limitando comparaciones directas por diferencias metodológicas. Esta alta concentración fenólica en *C. lutea* podría estar influida por factores ecológicos o por el estado de madurez del fruto.

Respecto a la composición proximal, el mucílago presentó 4,73 % de proteína (frente a 2,25 % en *C. dichotoma* y 8,90 % en *C. myxa*), 1,29 % de grasa (similar a *C. myxa* con 1,00 % y menor que *C. dichotoma* con 2,22 %), y 1,92 % de ceniza (menor a ambas especies: 3,75 % y 5,86 %). Además, mostró un contenido de fibra de 21,16 %, comparable con *C. dichotoma* (20 %) y algo inferior a *C. myxa* (23,43 %) Zahra et al. (2024); Dokht et al. (2018)

Los datos correspondientes a todos los parámetros evaluados en el mucílago de *Cordia lutea* se representan en la tabla 3.

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica y funcional del mucílago de *Cordia lutea*.

Parámetros	Resultados
Humedad	86.24 ± 1.84 %
Proteína	4.73 %
Grasa	1.29 %
Ceniza	1.92 %
Fibra	21.16 %
Densidad	0.9 g/cc
Viscosidad	31.700 mPa.s
Fenoles totales	53.61 mg EAG/g muestra
Actividad antioxidante	166.28 mmol Trolox/ml extracto
°Brix	12.43 ± 0.98
pH	6.2 ± 0
Acidez	0.272
Color	L*: 20.58; a*:-1.02 ; b*: 17.08

3.2 Pérdida de peso

En la Figura 1 se evidencia un incremento progresivo en la pérdida de peso de todos los tratamientos durante los 30 días de almacenamiento. El tratamiento control (T0), sin recubrimiento, presentó la mayor merma (17,57 %), mientras que los recubrimientos con mucílago de *Cordia lutea* redujeron significativamente esta pérdida. El tratamiento T3 (60 % mucílago y 40 % H₂O) fue el más eficaz, con solo 3,47 % de pérdida. En contraste, T1 (100 % mucílago) y T5 (20 % mucílago y 80 % H₂O) fueron los menos eficientes, mostrando valores cercanos al control. T2 y T4 mostraron resultados intermedios.

Estos hallazgos sugieren que concentraciones moderadas de mucílago favorecen la formación de películas semipermeables que reducen la transpiración y la pérdida de humedad. Este comportamiento coincide con lo planteado por Tosif et al. (2025), quienes señalaron que modificaciones estructurales del mucílago, como su procesamiento a escala nanométrica, mejoran su funcionalidad como barrera frente a la humedad. Aunque en este estudio no se aplicó nanotecnología, la proporción adecuada de

mucílago y agua en T3 podría haber generado un efecto similar, explicando su mayor eficacia como recubrimiento.

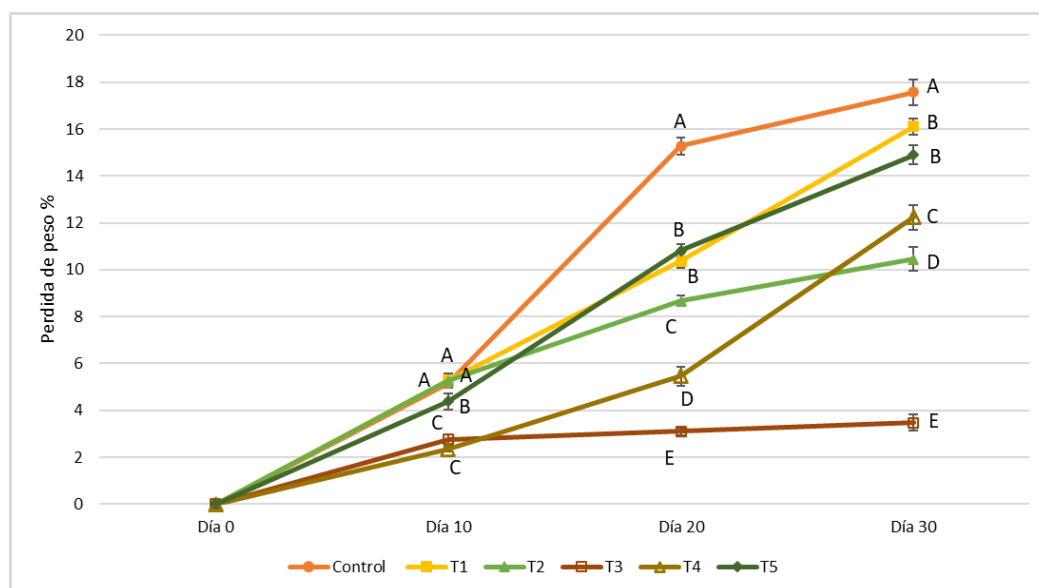


Figura 1. Evolución del porcentaje de pérdida de peso en rábanos (*Raphanus sativus*) tratados con diferentes concentraciones de mucílago de muyuyo (*Cordia lutea*) y H₂O durante 30 días de almacenamiento a 5°C.

Nota: Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$); letras distintas reflejan diferencias estadísticas ($p < 0.05$), según la prueba de Tukey

3.3. Variación de pH

Durante los 30 días de almacenamiento, el pH del rábano presentó variaciones significativas ($p < 0.05$) en función de la concentración de mucílago de *Cordia lutea*. Inicialmente, todas las muestras mostraron un pH homogéneo ($6,2 \pm 0$); sin embargo, a partir del día 10, los tratamientos con mucílago más diluido (T3, T4 y T5) comenzaron a mostrar una disminución progresiva, siendo T5 el más afectado ($5,87 \pm 0$), mientras que T3 mantuvo el pH más elevado al final del periodo ($6,2 \pm 0$), incluso por encima del control ($6,03 \pm 0$).

Esta variación sugiere que las películas con mayor dilución presentan menor capacidad de protección frente a los intercambios gaseosos y la actividad microbiana, lo que favorece la producción de ácidos y, por ende, la disminución del pH. Resultados similares fueron reportados por Cango and Reyes (2018), quienes observaron una reducción del pH en rabanitos tratados con recubrimientos naturales, atribuida a la acumulación de ácidos orgánicos como el málico y cítrico durante el almacenamiento. Así, se confirma que una concentración adecuada del recubrimiento es clave para preservar la estabilidad del pH y la calidad del producto.

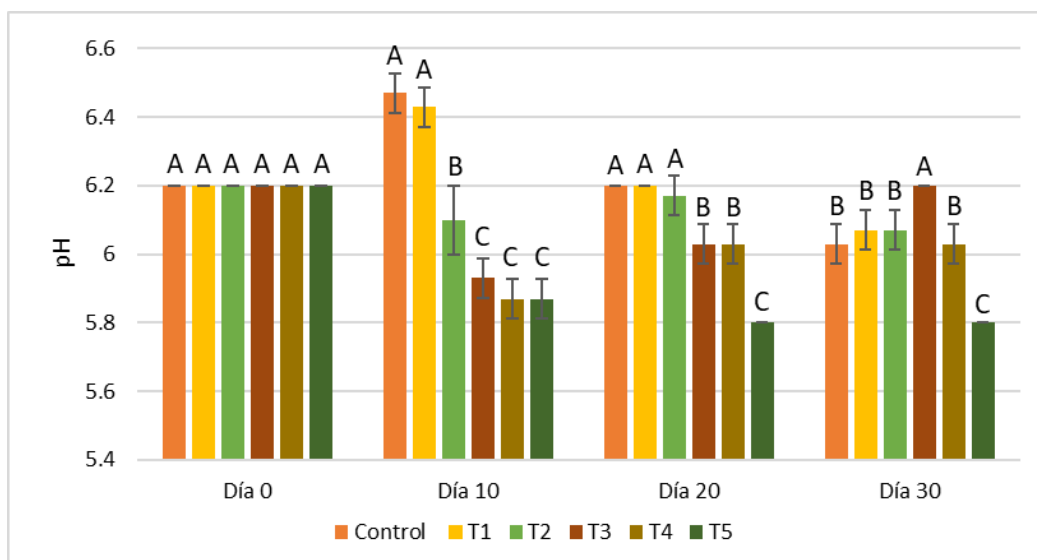


Figura 2. Evolución de pH en rábanos (*Raphanus sativus*) tratados con diferentes concentraciones de mucílago de muyuyo (*Cordia lutea*) y H₂O durante 30 días de almacenamiento a 5°C.
 Nota: Tratamientos con letras iguales no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$); letras diferentes evidencian diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

3.3 Variación de sólidos solubles

En la Figura 3 se observa que el tratamiento control (T0) presentó un aumento constante en los sólidos solubles, alcanzando el valor más alto al final del almacenamiento. En contraste, los tratamientos T2 (80 % mucílago – 20 % agua) y T3 (60 % – 40 %) mantuvieron los valores más bajos, mostrando una disminución sostenida. T1 (100 % mucílago) mostró un incremento moderado, mientras que T4 y T5 conservaron niveles relativamente estables.

El aumento de sólidos solubles en el control y en T1 podría deberse a una mayor pérdida de agua, lo que concentraría los solutos en el tejido. Además, este incremento puede estar asociado con la degradación de carbohidratos complejos y la conversión de almidones en azúcares simples durante la maduración Valenzuela (2012) . Por otro lado, la estabilidad observada en T2 y T3 sugiere que una concentración intermedia de mucílago mejora el efecto barrero del recubrimiento, reduciendo la deshidratación y modulando la actividad metabólica del vegetal.

Este comportamiento es coherente con lo reportado por Tosif et al. (2025), quienes encontraron que recubrimientos a base de mucílago de *Cordia dichotoma* y antocianinas permitieron conservar los sólidos solubles en tomates durante el almacenamiento, reforzando la capacidad del mucílago como agente protector frente al deterioro fisiológico.

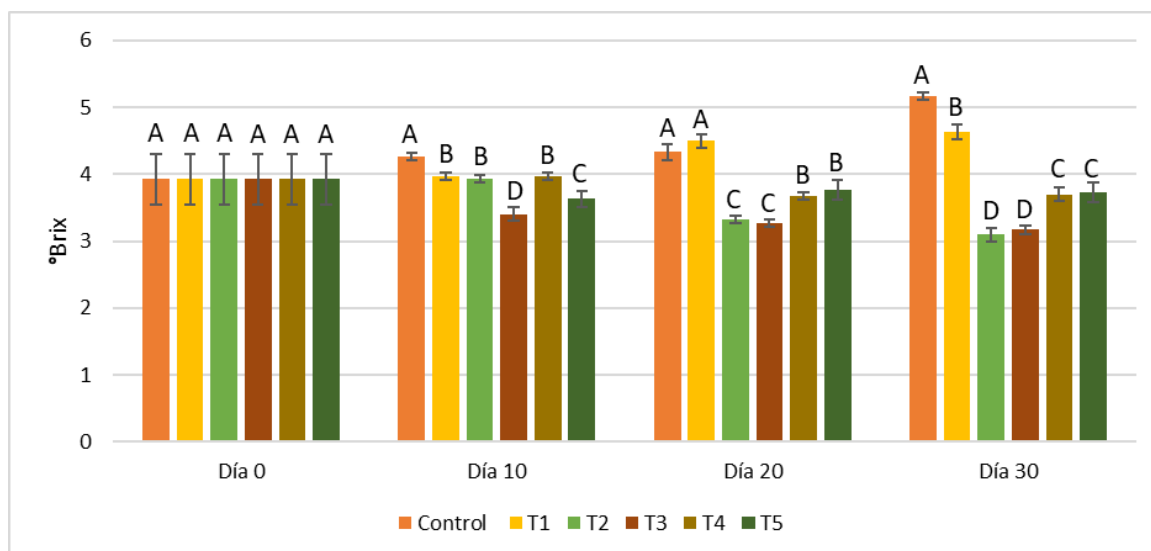


Figura 3. Evolución °Brix en rábanos (*Raphanus sativus*) tratados con diferentes concentraciones de mucílago de muyuyo (*Cordia lutea*) y H₂O durante 30 días de almacenamiento a 5°C.

Nota: No hay diferencia significativa entre tratamientos que comparten la misma letra ($p > 0.05$); sí la hay cuando las letras difieren ($p < 0.05$), conforme a la prueba de Tukey.

3.4 Acidez titulable

En la Figura 4, correspondiente a la acidez titulable, no se registraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos en el día 0. No obstante, desde el día 10 se observaron variaciones significativas ($p < 0.05$), destacándose T2 (80 % mucílago – 20 % agua) con el valor más alto (0,03), seguido por T5 en el día 20 y T1 en el día 30, ambos con incrementos similares. En cambio, T3 y T4 mantuvieron niveles estables ($\approx 0,01$).

Estos resultados podrían atribuirse a la composición bioactiva del mucílago de *Cordia lutea*, que incluye polisacáridos con capacidad higroscópica Castro et al. (2024), lo que influye en procesos de oxidación o fermentación. Hashemi et al. (2020) también señalaron que recubrimientos con goma de *Cordia* modifican la microatmósfera, favoreciendo la acumulación de ácidos. Según Alvarado et al. (2022), la combinación mucílago/agua afecta la estabilidad química del alimento, mientras que Cedeño and Gilces (2022) explican que proporciones equilibradas mejoran la permeabilidad del recubrimiento.

En conjunto, se concluye que la acidez titulable del rábano se ve influenciada por la concentración del mucílago, siendo más estable en formulaciones intermedias como T3 y T4.

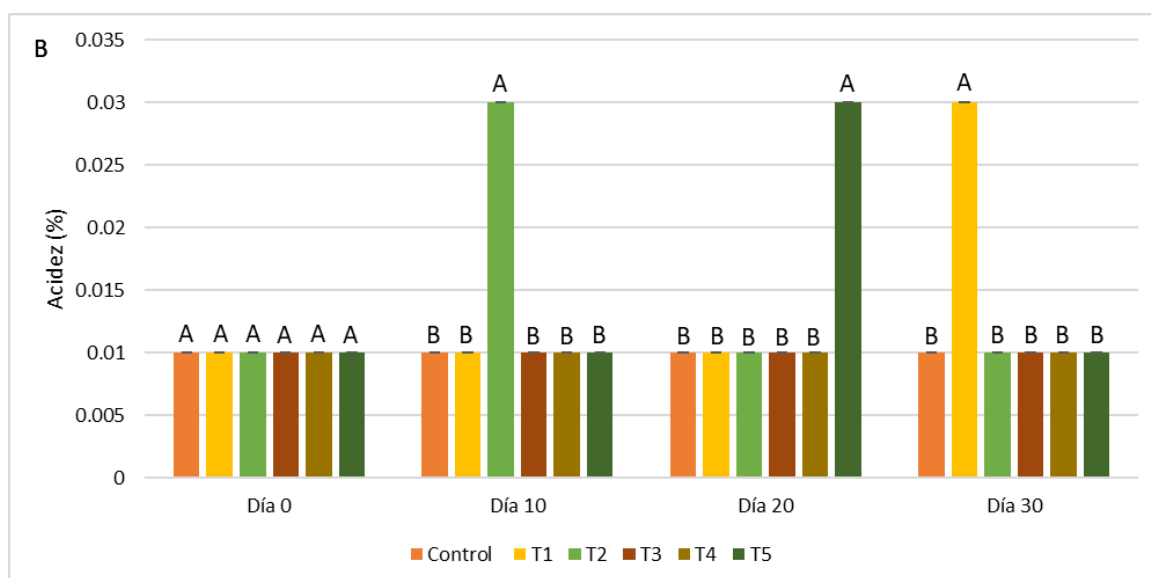


Figura 4. Resultados de acidez titulable de los rábanos (*Raphanus sativus*) recubiertos con mucílago de *Cordia lutea*.

Nota: Tratamientos con letras iguales no difieren significativamente entre sí ($p > 0.05$); letras diferentes evidencian diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

3.5 Microbiología

En la Figura 5 se evidencian diferencias significativas ($p < 0.05$) en el crecimiento de mohos y levaduras a partir del día 10. Al inicio, todos los tratamientos presentaron cargas microbianas similares ($166,67 \pm 7,37$ UFC/g), sin diferencias estadísticas. A lo largo del almacenamiento, el tratamiento control (T0) mostró un aumento progresivo, alcanzando $279,67 \pm 6,66$ UFC/g al día 30. En contraste, T3 (60 % mucílago + 40 % agua) presentó la mayor eficacia, con una reducción sostenida hasta 19 ± 3 UFC/g. T2 también mostró buenos resultados, con 33 ± 4 UFC/g al final del periodo.

Estos resultados respaldan la actividad antimicrobiana del mucílago de *Cordia lutea*, especialmente en concentraciones intermedias. Castro et al. (2024) destacan su capacidad para formar una barrera física que limita el ingreso de oxígeno y humedad. Hashemi et al. (2020) y Loor et al. (2023) atribuyen su eficacia a su baja permeabilidad y a la presencia de compuestos bioactivos. A pesar de contener 100 % mucílago, T1 no fue el más eficiente ($129 \pm 4,58$ UFC/g), posiblemente debido a una película menos flexible, como explican Haq et al. (2016), quienes señalan la importancia del equilibrio entre mucílago y diluyentes.

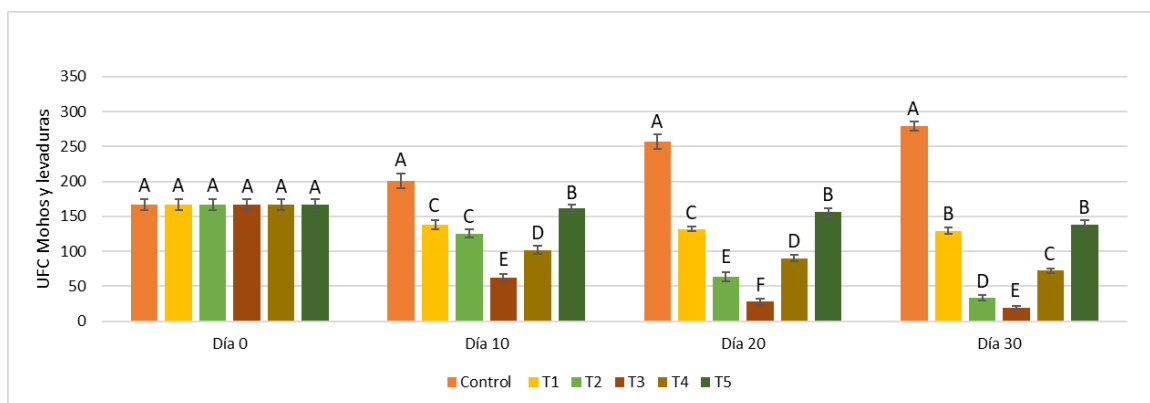


Figura 5. Resultados de mohos y levaduras en los rábanos (*Raphanus sativus*) recubiertos con mucílago de *Cordia lutea*.

Nota: Según la prueba de Tukey, tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$); letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

3.6 Textura

En la figura 6, se observan diferencias significativas en la textura ($p < 0.05$) durante el almacenamiento, destacando la efectividad del mucílago de *Cordia lutea* en conservar la firmeza del rábano. En el día 0, todos los tratamientos, incluido el control, presentaron una textura similar (14.33 ± 1.91 N). No obstante, desde el día 10, los tratamientos con mucílago mostraron incrementos notables: T1 (100 % mucílago) alcanzó 19.75 ± 0.38 N y T4 (40 % mucílago + 60 % agua), 19.14 ± 0.19 N, superando al control (14.89 ± 0.04 N).

Esta tendencia se mantuvo en los días 20 y 30, donde T1 y T2 (80 % mucílago + 20 % agua) registraron 20.00 ± 0.11 N y 18.81 ± 0.28 N, respectivamente, frente a los 15.02 ± 0.25 N del control. Al día 30, T2 fue el más eficaz (20.31 ± 0.74 N), superando al control (15.93 ± 0.44 N).

Estos hallazgos coinciden con Castro et al. (2024), quienes destacaron que los recubrimientos con mucílago de *Cordia lutea* mejoran la estructura de productos frescos. Alvarado et al. (2022) también reportaron su efecto estabilizante en néctares, y Hashemi et al. (2020) explicaron que estas gomas reducen la pérdida de agua y mantienen la rigidez tisular.

Por otro lado, Troncoso et al. (2017) indicaron que el uso de plastificantes afecta la textura, lo que explicaría los menores valores en T5 (15.69 ± 0.40 N). Además, Marcovich and Ansorena (2025) señalaron que el mucílago aporta y resistencia térmica, y de añadieron que genera una microatmósfera que conserva la turgencia, como se refleja en los altos valores de T1 y T2

En síntesis, las formulaciones con mayores concentraciones de mucílago, especialmente T1 y T2, resultaron más eficaces para conservar la textura del rábano, confirmando su utilidad como recubrimiento comestible funcional en la conservación postcosecha.

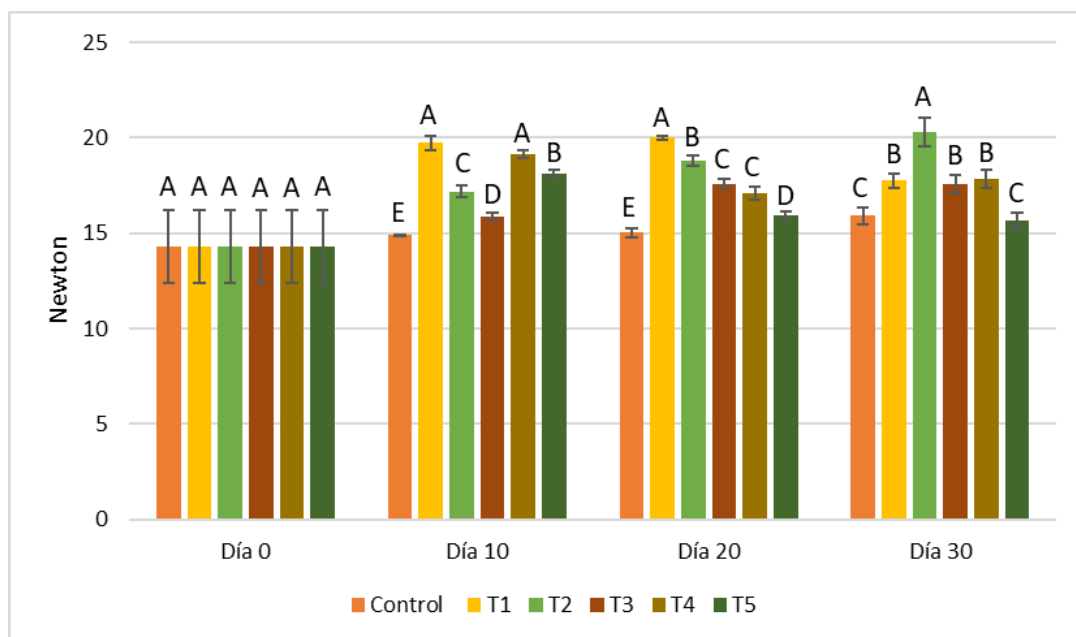


Figura 6. Resultados de textura de los rábanos (*Raphanus sativus*) recubiertos con mucílago de *Cordia lutea*.

Nota: Letras iguales indican que no hay diferencias significativas ($p > 0.05$); letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

3.7 Color

En la Tabla 3, el parámetro de color L^* evidenció una disminución general de la luminosidad durante el almacenamiento; sin embargo, el tratamiento T5 (mucílago + cera de abeja) alcanzó el valor más alto al día 30 (39.86 ± 0.48), superando al control T0 (36.47 ± 0.14) y al resto de tratamientos. Esto confirma su eficacia para conservar la luminosidad, posiblemente por la acción conjunta del mucílago y la cera como barrera frente a la oxidación, tal como lo reportaron Quezada et al. (2023) en frutos recubiertos. Por el contrario, T4 mostró la mayor pérdida de luminosidad (35.52 ± 0.34), lo que podría deberse a la menor efectividad del recubrimiento con solo cera vegetal.

Respecto al parámetro a^* , vinculado al color rojo, T1 presentó una pérdida notable al día 20 (35.28 ± 0.23), mientras que el control mantuvo mayor intensidad (43.28 ± 0.49). No obstante, al día 30, T1 recuperó intensidad (43.19 ± 0.20), superando al control (40.80 ± 0.22), lo cual sugiere un posible efecto estabilizante del mucílago sobre los compuestos fenólicos, como lo señalan Lopes et al. (2023). En cambio, T2 mostró variabilidad, destacándose al día 20 (43.20 ± 0.51), pero con descenso al día 30 (36.81 ± 0.18), posiblemente por interacciones entre el mucílago y las condiciones de almacenamiento.

En cuanto al componente b^* , relacionado con el tono amarillo, se observó una pérdida progresiva en T2 (de 21.20 ± 0.54 a 15.28 ± 0.48) y en T4 (de 17.64 ± 0.73 a 14.22 ± 0.18), atribuible a procesos

oxidativos. En contraste, el control mostró estabilidad (18.46 ± 0.43 al día 30). Estos resultados coinciden con Alvarado et al. (2022), quienes afirman que los recubrimientos comestibles modifican el microambiente y afectan la evolución del color.

En síntesis, los tratamientos con cera de abeja (T5) o combinaciones con mucílago (T1, T2, T3) fueron más eficaces en conservar los parámetros L^* , a^* y b^* , frente al control. Esto concuerda con Cedeño and Gilces (2022), quienes destacan que biopolímeros con propiedades filmógenas y emulsionantes mejoran la apariencia de los vegetales frescos. Por tanto, el uso de mucílago como recubrimiento comestible contribuye a ralentizar el deterioro sensorial al proteger los pigmentos responsables del color frente a la oxidación.

Tabla 4. Resultados de color de los rábanos (*Raphanus sativus*) recubiertos con mucílago de *Cordia lutea*.

Color (L^*)				
Tratamiento	Día 0	Día 10	Día 20	Día 30
T0	42.11 ± 1.58^A	39.94 ± 0.28^B	39.60 ± 0.58^A	36.47 ± 0.14^C
T1	42.11 ± 1.58^A	39.94 ± 0.25^B	38.19 ± 0.60^B	37.21 ± 0.19^{BC}
T2	42.11 ± 1.58^A	37.09 ± 0.16^D	37.64 ± 0.54^B	38.08 ± 0.14^B
T3	42.11 ± 1.58^A	37.16 ± 0.22^D	39.54 ± 0.34^A	37.82 ± 0.37^B
T4	42.11 ± 1.58^A	41.08 ± 0.17^A	37.95 ± 0.08^B	35.52 ± 0.34^D
T5	42.11 ± 1.58^A	38.80 ± 0.19^C	39.63 ± 0.44^A	39.86 ± 0.48^A
Color (a^*)				
Tratamiento	Día 0	Día 10	Día 20	Día 30
T0	42.11 ± 1.58^A	41.74 ± 0.22^A	43.28 ± 0.49^A	40.80 ± 0.22^B
T1	42.11 ± 1.58^A	42.37 ± 0.59^A	35.28 ± 0.23^D	43.19 ± 0.20^A
T2	42.11 ± 1.58^A	42.15 ± 0.92^A	43.20 ± 0.51^A	36.81 ± 0.18^D
T3	42.11 ± 1.58^A	37.21 ± 0.48^B	39.47 ± 0.40^C	35.82 ± 0.38^D
T4	42.11 ± 1.58^A	38.35 ± 0.34^B	38.63 ± 0.30^C	38.71 ± 0.38^C
T5	42.11 ± 1.58^A	42.82 ± 0.61^A	41.15 ± 0.36^B	40.87 ± 0.60^B
Color (b^*)				
Tratamiento	Día 0	Día 10	Día 20	Día 30
T0	42.11 ± 1.58^A	19.79 ± 0.50^A	15.69 ± 0.33^B	18.46 ± 0.43^A
T1	42.11 ± 1.58^A	21.02 ± 0.31^A	15.48 ± 0.12^B	16.95 ± 0.08^B
T2	42.11 ± 1.58^A	21.20 ± 0.54^A	16.88 ± 0.11^A	15.28 ± 0.48^C
T3	42.11 ± 1.58^A	15.38 ± 0.50^C	15.16 ± 0.25^B	16.48 ± 0.36^B
T4	42.11 ± 1.58^A	17.64 ± 0.73^B	14.07 ± 0.26^C	14.22 ± 0.18^C
T5	42.11 ± 1.58^A	15.10 ± 0.63^C	16.43 ± 0.31^A	16.66 ± 0.52^B

Nota: Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$); letras distintas reflejan diferencias estadísticas ($p < 0.05$), según la prueba de Tukey.

4. Conclusiones

El presente estudio demostró que el mucílago extraído de *Cordia lutea* posee propiedades fisicoquímicas destacadas, como alta viscosidad, presencia de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, lo que sustenta su potencial uso en la elaboración de recubrimientos comestibles. Su aplicación en rábanos permitió una mejor conservación de parámetros clave durante la etapa

postcosecha, tales como peso, color y textura, además de una notable reducción en el crecimiento de mohos y levaduras, lo que refuerza su funcionalidad como alternativa natural para prolongar la vida útil de productos vegetales frescos.

Dado que el presente estudio no incluyó evaluaciones sensoriales ni pruebas a escala comercial, se recomienda que futuras investigaciones consideren aspectos clave aún no abordados, como la escalabilidad del proceso, la estabilidad del recubrimiento en condiciones comerciales reales y su aceptación sensorial por parte del consumidor. Estos elementos son fundamentales para determinar la viabilidad práctica y el potencial de implementación del recubrimiento en la industria alimentaria.

5. Referencias

Alvarado, K.E. et al. 2022. Efecto de la goma del muyuyo (*cordia lutea*) como agente estabilizante y en la vida útil del néctar de naranja (*citrus x sinensis*). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales* 10(1), pp. 41–51. doi: 10.23850/24220582.4981.

CABI. 2024. *Raphanus sativus* (radish) | CABI Compendium. Available at: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.46796> [Accessed: 10 September 2024].

Cango, K. and Reyes, S. 2018. Efecto del aloe vera (*aloe barbadensis miller* L.) y aceite de rosa mosqueta como recubrimiento en rabanitos (*raphanus sativus* L.) de IV gama. *Repositorio Institucional - UNS*. Available at: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3167> [Accessed: 21 July 2025].

Castro, M., Espinoza, V., Cañarte, F., Rizzo, D., Rivadeneira, C. and Rivadeneira, A. 2024. Characterization of Edible Films Based on *Cordia lutea* Lam. *Sarhad Journal of Agriculture* 39(s2). Available at: <https://researcherslinks.com/current-issues/Characterization-Edible-Films-Based-Cordia-lutea-Lam/14/32/9908/html>.

Cedeño Zambrano, L.M. and Gilces Vidal, S.B. 2022. Aprovechamiento del mucílago del moyuyo (*Cordia lutea*) para la elaboración de láminas de plástico biodegradables. Available at: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8223909> [Accessed: 16 July 2025].

Dharmathilake, N.R.D.S., Rosairo, H.S.R., Ayoni, V.D.N. and Herath, R.M. 2020. Implications of post-harvest losses and acreage response of selected up-country vegetables from Nuwara-Eliya District in

Sri Lanka on sustained food security. *Journal of Agricultural Sciences - Sri Lanka* 15(1), pp. 88–100.

Available at: https://www.researchgate.net/publication/338369170_Implications_of_Post-Harvest_Losses_and_Acreage_Response_of_Selected_Up-Country_Vegetables_from_Nuwara-Eliya_District_in_Sri_Lanka_on_Sustained_Food_Security [Accessed: 19 June 2025].

Dokht, S., Djomeh, Z., Yarmand, M. and Fathi, M. 2018. Extraction, chemical composition, rheological behavior, antioxidant activity and functional properties of *Cordia myxa* mucilage. *International Journal of Biological Macromolecules* 118, pp. 485–493. Available at:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813017342332> [Accessed: 21 July 2025].

Drost, D. 2020. *Radishes in the Garden*. Available at:

https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1287&context=extension_curall#:~:text=Radishes%20are%20cool%20season%20vegetables,with%20rows%2012%20inches%20apart.

[Accessed: 15 October 2024].

Fernández Natalia, Echeverría Diana and Mosquera Silvio, P.S. 2017. Estado actual del uso de recubrimiento comestibles en frutas y hortalizas. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 15(2), pp. 134–141. Available at:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612017000200015&lng=en&nrm=iso&tlng=es [Accessed: 10 September 2024].

Fernández, N.M., Echeverría, D.C., Mosquera, S.A. and Paz, S.P. 2017. Current status of the use of edible coatings in fruit and vegetables status atual do uso de revestimentos comestíveis em frutas e legumes Artículos de Revisión. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 15(2), pp. 134–141. Available at: <http://dx.doi.org/10.18684/BSAA> [Accessed: 16 June 2025].

Haq, M.A., Jafri, F.A. and Hasnain, A. 2016. Effects of plasticizers on sorption and optical properties of gum cordia based edible film. *Journal of Food Science and Technology* 53(6), p. 2606. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4951413/> [Accessed: 21 July 2025].

Hashemi, H., Reza, S., Parisa, Z., Shahriyar, S., Niakousari, M. and Hosseini, S.M.H. 2020a. Characterization of novel edible films and coatings for food preservation based on gum cordia. *Journal of Food Quality* 2020. Available at:

https://www.researchgate.net/publication/344058007_Characterization_of_Novel_Edible_Films_and_Coatings_for_Food_Preservation_Based_on_Gum_Cordia [Accessed: 21 July 2025].

Hashemi, H., Reza, S., Parisa, Z., Shariyar, S., Niakousari, M. and Hashem, S. 2020b. Characterization of Novel Edible Films and Coatings for Food Preservation Based on Gum Cordia. *Journal of Food Quality* 2020(1), p. 8883916. Available at: [/doi/pdf/10.1155/2020/8883916](https://doi.org/10.1155/2020/8883916) [Accessed: 21 July 2025].

Hashemi, H., Safdarianghmsheh, R., Zamanifar, P., Salehi, S., Niakousari, M. and Hashem, S. 2020c. Characterization of Novel Edible Films and Coatings for Food Preservation Based on Gum Cordia. *Journal of Food Quality* 2020(1), p. 8883916. Available at: [/doi/pdf/10.1155/2020/8883916](https://doi.org/10.1155/2020/8883916) [Accessed: 16 July 2025].

Hojjati, M. and Beirami-Serizkani, F. 2020. Structural characterization, antioxidant and antibacterial activities of a novel water soluble polysaccharide from Cordia myxa fruits. *Journal of Food Measurement and Characterization* 14(6), pp. 3417–3425. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11694-020-00586-y> [Accessed: 21 July 2025].

Karagöz, Ş. and Demirdöven, A. 2019. Effect of chitosan coatings with and without Stevia rebaudiana and modified atmosphere packaging on quality of cold stored fresh-cut apples. *LWT* 108, pp. 332–337. doi: 10.1016/J.LWT.2019.03.040.

Karoney, E.M., Molelekoa, T., Bill, M., Siyoum, N. and Korsten, L. 2024. Global research network analysis of fresh produce postharvest technology: Innovative trends for loss reduction. *Postharvest Biology and Technology* 208, p. 112642. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521423004039?via%3Dihub> [Accessed: 16 June 2025].

Loor, S., Pazmiño, K., Vizuemte, K. and Debut, A. 2023. A review on traditional uses and applications of Cordia spp. (Boraginaceae) as a natural polymer in the development of food and pharmaceutical products. *Ethnobotany Research and Applications* 25, pp. 1–32. doi: 10.32859/ERA.25.19.1-32.

Lopes, A.I. et al. 2023. Evaluation of Antimicrobial and Antioxidant Activities of Alginate Edible Coatings Incorporated with Plant Extracts. *Coatings* 2023, Vol. 13, Page 1487 13(9), p. 1487. Available at: <https://www.mdpi.com/2079-6412/13/9/1487/htm> [Accessed: 16 July 2025].

Marcovich, N.E. and Ansorena, M.R. 2025. Development and characterization of sustainable active films incorporated with free and microencapsulated thyme essential oil for kiwi-fruit preservation.

Frontiers in Sustainable Food Systems 9, p. 1571114. doi: 10.3389/FSUFS.2025.1571114/BIBTEX.

Pawar, H.A., Gavasane, A.J. and Choudhary, P.D. 2018. Extraction of polysaccharide from fruits of *Cordia dichotoma* G. Forst using acid precipitation method and its physicochemical characterization.

International Journal of Biological Macromolecules 115, pp. 871–875. Available at:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29715558/> [Accessed: 21 July 2025].

Pawar, H.A. and Jadhav, P. 2015. Isolation, characterization and investigation of *Cordia dichotoma* fruit polysaccharide as a herbal excipient. *International Journal of Biological Macromolecules* 72, pp.

1228–1236. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25450544/> [Accessed: 21 July 2025].

Quezada, W. et al. 2023. Thickening capacity of *Cordia lutea* Lam mucilage gum in a liquid soap formulation. *Afinidad: Revista de química teórica y aplicada*, ISSN 0001-9704, Vol. 80, N°. 599, 2023, págs. 133-141 80(599), pp. 133–141. Available at:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9068344&info=resumen&idioma=ENG> [Accessed: 16 July 2025].

Singh, H., Bhasin, J.K., Dash, K.K., Shams, R., Shaikh, A.M. and Béla, K. 2024. Effect of chitosan based edible coating in management of post harvest losses in Papaya: A comprehensive review.

Applied Food Research 4(2), p. 100456. Available at:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502224000684> [Accessed: 16 June 2025].

Tosif, M.M., Rehman, M.Z., Kaushik, R., Nagraik, R. and Bains, A. 2025. *Cordia dichotoma* fruit nanomucilage and beetroot anthocyanin-infused nanoemulsion: A functional and antimicrobial strategy for post-harvest management of tomato. *Food Bioscience* 65, p. 106054. Available at:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429225002305> [Accessed: 21 July 2025].

Troncoso, O.P., Zamora, B. and Torres, F.G. 2017. Thermal and rheological properties of the mucilage from the fruit of *Cordia lutea*. *Polymers from Renewable Resources* 8(3), pp. 7–90.

Available at: [/doi/pdf/10.1177/204124791700800301?download=true](https://doi.org/10.1177/204124791700800301?download=true) [Accessed: 16 July 2025].

Valenzuela, A. 2012. Poscosecha de rábano tratado con cubierta comestible y antioxidante

quelatante. Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.12930/4655> [Accessed: 21 July 2025].

Villa, N., Osorio, Á. and Villacis, Y. 2020. Extracción, propiedades y beneficios de los mucílagos. 6, pp. 503–524. Available at: <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>.

Yahia, E.M. et al. 2019. Preharvest Factors Affecting Postharvest Quality. *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities*, pp. 99–128. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128132760000043> [Accessed: 16 June 2025].

Zahra, K., Saeed, A. and Gul, H. 2024. Studies on analysis of Minerals, Phytochemicals, Proximate Composition, and In Vitro Biological Activities of Methanolic Extracts from the Fruits of *Cordia dichotoma* Forst and *Cordia myxa* L. *Biological sciences* 04(02). doi: 10.55006/BIOLSCIENCES.2024.4201.

Zbari, M. and Fayadh, M. 2015. (PDF) *Effect of Exogenous Proline Application on Salinity Tolerance of Cordia myxa L. Seedlings. Effect on Vegetative and Physiological Characteristics*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/309410541_Effect_of_Exogenous_Proline_Application_on_Salinity_Tolerance_of_Cordia_myxa_L_Seedlings_Effect_on_Vegetative_and_Physiological_Characteristics [Accessed: 21 July 2025].