

Efecto de pectina y almidón en la preservación postcosecha del banano (*musa acuminata*)

Effect of pectin and starch on the postharvest preservation of banana (*musa acuminata*)

 <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v3.n2.2025.24-34>

Recibido: 26-09-2025 **Aceptado:** 17-12-2025 **Publicado:** 31-12-2025

Génesis del Rocío Bucaram-Lara^{1*}

 <https://orcid.org/0009-0000-2297-5878>

Adolfo Emilio Ramírez-Castro²

 <https://orcid.org/0000-0002-4054-7532>

María Gabriela Cabanilla-Campos³

 <https://orcid.org/0000-0001-9494-4499>

Hugo Eduardo Córdoba-Terán⁴

 <https://orcid.org/0009-0005-3384-2583>

1. Universidad Agraria del Ecuador; Milagro, Ecuador.

2. Universidad Técnica de Babahoyo; Babahoyo, Ecuador.

3. Universidad Técnica de Babahoyo; Babahoyo, Ecuador.

4. Universidad Técnica de Babahoyo; Babahoyo, Ecuador.

Volumen: 3

Número: 2

Año: 2025

Paginación: 24-34

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/65>

***Correspondencia autor:** gbucaram@uagraria.edu.ec

RESUMEN

La pectina cítrica junto al almidón de yuca puede funcionar como recubierta de protección de alimentos. El objetivo fue evaluar el efecto protector de la pectina cítrica y almidón de yuca como biopolímero aplicado en banano para prevención de enfermedades postcosecha. Se desarrolló la investigación en los laboratorios de la Universidad Agraria del Ecuador, se empleó un diseño completamente al azar DCA con cuatro tratamientos: T1, 50 % pectina -50 % almidón, T2, 25 % pectina -75 % almidón, T3, 75 % pectina -25 % almidón y un testigo sin biorrecubierta y cuatro repeticiones. Se realizó un análisis de varianzas y se aplicó el test de Duncan ($p < 0,05$). Los tratamientos no presentaron crecimiento de mohos y levaduras antes y después de recubrir la fruta. Al final del experimento en el día 29 el T3 alcanzó los 21,93 °brix, superando a los demás excepto al testigo que se deterioró. El pH del biorrecubrimiento presentó diferencias significativas entre los tratamientos con valor de 2,66 y el T2 fue superior a los demás. La densidad del biorrecubrimiento para todos los tratamientos fue similar. No se presentó contaminación por mohos y levaduras. Los bananos recubiertos tienen un tiempo de vida de anaquel de 29 días, en contraste con los 14 días del testigo. Se demuestra que los biopolímeros elaborados a partir de pectina cítrica en combinación con distintas concentraciones de almidón de yuca, presentan un adecuado efecto protector.

Palabras clave: Biorrecubierta, Brix, Levaduras, Mohos, Protección postcosecha.

ABSTRACT

Citrus pectin together with cassava starch can function as a protective coating for food. The objective was to evaluate the protective effect of citrus pectin and cassava starch as a biopolymer applied to bananas to prevent post-harvest diseases. The research was carried out in the laboratories of the Agrarian University of Ecuador. A completely randomized DCA design was used with four treatments: T1, 50% pectin-50% starch; T2, 25% pectin-75% starch; T3, 75% pectin-25% starch; and a control without biocoating, with four replicates. An analysis of variance was performed and Duncan's test was applied ($p < 0,05$). The treatments did not show mold or yeast growth before and after coating the fruit. At the end of the experiment on day 29, T3 reached 21.93 °Brix, surpassing the others except for the control, which deteriorated. The pH of the biocoating showed significant differences between treatments, with T2 having a value of 2.66, higher than the others. The density of the biocoating for all treatments was similar. There was no mold or yeast contamination. The coated bananas have a shelf life of 29 days, in contrast to the 14 days of the control. It has been demonstrated that biopolymers made from citrus pectin in combination with different concentrations of cassava starch have an adequate protective effect.

Keywords: Biocoat, Brix, Yeasts, Molds, Postharvest protection.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

Los recubrimientos comestibles son una de las prácticas de mayor proyección a nivel industrial en la conservación postcosecha de la calidad de productos hortofrutícolas González-Cuello et al. (2022), están constituidos por finas películas de polímeros naturales (polisacáridos, proteínas animales y vegetales, lípidos) biodegradables. Esta tecnología es respetuosa con el medio ambiente y responde a la demanda creciente por parte de los consumidores, de alimentos naturales, seguros, saludables, que conserven sus propiedades nutricionales (Ramírez et al., 2023).

Las alteraciones que sufre el banano luego de ser cosechado como maduración climática o senescencia están relacionadas intrínsecamente a las etapas de su desarrollo fisiológico (Berhane et al., 2022). Asimismo, existe una variación en el tiempo en el que el banano cumple su maduración de acuerdo al tiempo de la cosecha, donde existe cambios en las características organolépticas y fisicoquímicas debido a la presencia de microbios que producen enfermedades en la postcosecha (Cayón et al., 2000).

La incorporación de materiales naturales y la garantía de una alta calidad sensorial en los productos representan requisitos fundamentales en la industria agroalimentaria actual. En este contexto, se ha intensificado el interés por el desarrollo y aplicación de recubrimientos comestibles sobre frutas, con el objetivo de prolongar su vida útil, preservar su apariencia fresca y asegurar la inocuidad microbiológica del producto (Mora Palma et al., 2021)

La podredumbre de la corona es una de las principales afectaciones postcosecha del banano, causada por un complejo de hongos de alrededor de 32 especies, esto se caracteriza por generar reblandecimiento y necrosis a los tejidos de la corona Cardona-Garzón et al. (2024), los hongos más comunes aislados de este complejo son *Colletotrichum sp.*, *verticillium theobromae*,

Nigrospora shaerica, *Cladosporium spp.*, *Acremonium spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, y algunas especies de *Fusarium sp.* (Díaz-Ochoa et al., 2024). Estas enfermedades no se detienen en el proceso de cosecha y empaque, pues generalmente durante el envío, la maduración y el almacenamiento de la fruta, se pierde entre 10 - 86 % por pudriciones de la base del racimo de frutos (Flores-Yáñez et al., 2024).

Debido a esto, se requiere comprender las prácticas y tecnologías actuales para la gestión de la postcosecha durante la cadena de suministro, sus daños y pérdidas posteriores y así preservar la fruta y extender la vida útil garantizando que la cantidad total de musáceas esté disponible a nivel del consumidor (Al-Dairi et al., 2023)

Por los consiguiente los recubrimientos comestibles actúan como barreras físicas que limitan el ingreso de microorganismos, reducen el intercambio gaseoso y retrasan la pérdida de humedad, minimizando así los procesos oxidativos responsables de la degradación poscosecha en frutas y hortalizas (Bautista-Baños et al., 2022).

De esta manera, la aplicación de los biopolímeros en la industria alimentaria, farmacéutica, textil, cosméticos, etc. está en expansión debido a sus propiedades favorables, su menor impacto ambiental y por qué se crean por medio de plantas, animales y microorganismos (Toctaiza, 2024).

La pectina es un polisacárido presente en las membranas celulares de las células vegetales González-Cuello et al. (2022) está conformada por monómeros de carbohidratos. La nanoformulación empleando pectina permitió la incorporación de una menor concentración del fungicida, y una mayor eficiencia contra *Fusarium oxysporum* y *Aspergillus parasiticus*, en comparación con la formulación comercial (Araya-Mattey et al., 2024).

Los autores Toyo-Díaz et al. (2021), manifiestan que la exigencia del uso de pectinas en la industria alimentaria, hace que la

búsqueda de materias primas alternativas y rentables, sea una tarea incesante para la ciencia, particularmente en aquellos países con elevado consumo y altos niveles de importación de este producto.

Para Diaz-Ochoa et al. (2024), la inclusión de los recubrimientos a base de almidón de yuca modificado como coadyuvantes postcosecha presentan una alternativa que permite la reducción de fungicidas mientras aportan un efecto aparente de retardo de la maduración en banano.

El almidón de yuca presenta excelentes propiedades de barrera a gases debido a sus enlaces de hidrógeno, además de ser incoloro, inodoro e impermeable a los aromas. Su alto contenido de amilosa aproximadamente (17%) favorece la formación de matrices poliméricas continuas en recubrimientos comestibles (Tapia, 2023).

Para Paredes Peralta et al. (2024) el recubrimiento comestible a base de almidón de yuca proporcionó mayor vida de anaquel a los frutos recubiertos, tal es el caso de las musáceas y de la guayaba, que extendieron la vida útil por 12 días más respecto a la muestra control, sus atributos como color, aroma, pérdida de peso se mantuvieron durante los 24 días.

Por lo expuesto esta investigación fue desarrollada con el objetivo de evaluar el efecto protector de la pectina cítrica y almidón de

yuca como biopolímero aplicado en banano (*Musa acuminata*) para prevención de enfermedades postcosecha.

Materiales y métodos

El ensayo fue realizado en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agrarias “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” de la Universidad Agraria del Ecuador, campus Guayaquil, vía puerto marítimo, Av. 25 de Julio y Pío Jaramillo con coordenadas geográficas 2°14'23.3"S 79°53'38.2"W (Google Maps, 2025). La variable independiente o factor de estudio de este ensayo estuvo representada por un biopolímero a base de pectina cítrica y almidón de yuca. Las variables evaluadas como dependientes fueron: propiedades físico-químicas del biopolímero (pH, acidez), incidencia de los patógenos en los bananos tratados, calidad microbiana (pre y post cosecha), tiempo de vida útil y la evolución del banano con la cubierta biopolimérica.

El experimento se desarrolló, considerando la modalidad de las variables de respuesta, bajo un diseño completamente al azar (DCA), integrado por cuatro tratamientos (Tabla 1) y cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo representada por un clúster de banano (*Musa acuminata*), formado por cinco a siete bananos, los que recibieron el recubrimiento biodegradable. El experimento tuvo una duración de 5 meses, los bananos se mantuvieron a temperatura ambiente comprendida entre 24 y 30 °C aproximadamente.

Tabla 1.

Formulación de los tratamientos aplicados en la unidad experimental

Formulación	Niveles				Testigo
	T1	T2	T3		
% de pectina cítrica	50,00	25,00	75,00	0,00	
% almidón de yuca	50,00	75,00	25,00	0,00	

Para el análisis de los datos experimentales se empleó el ANOVA y se utilizó el Software InfoStat (Di Rienzo et al., 2020) (<https://www.infostat.com.ar>)

, con una significancia del 5% ($p < 0,05$). La comparación de medias se realizó mediante el test de Duncan

porque nos ayudó a determinar qué tratamientos son los que realmente muestran resultados distintos

Los procedimientos empleados para obtener los valores de las variables estudiadas fueron:

pH: Se midió en las tres formulaciones del biopolímero mediante la técnica descrita en la norma ISO 1842:2013 del Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN] (2013b) que consiste en usar un pH-metro con una escala graduada vidrio de diferentes formas geométricas luego mezclando la muestra del laboratorio cuidadosamente hasta que este homogénea.

Densidad: para determinar la densidad, se empleó la técnica basada en la diferencia de volumen/peso.

Calidad microbiana (pre y post cosecha): se realizó en base a la norma del Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], (1998) NTE INEN 1 529-10:98 (Métodos de análisis para control microbiológico), con modificaciones a los 5, 10, 15 y 20 días de evaluación. Esta norma indica el método para cuantificar el número de unidades propagadoras de mohos y levaduras en un gramo o centímetro cúbico de muestra. Se basa en el cultivo de las unidades propagadoras de mohos y levaduras a una temperatura entre 25 °C y 28 °C, utilizando placas 3M Petrifilm rápida para recuento de mohos y levaduras. Preparar la muestra según su naturaleza, utilizando uno de los procedimientos indicados en la norma NTE INEN 1 529-1:2013 (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2013a).

Para medir la acidez se uso usa la valoración ácido-base (titulación), usando una base estándar como NaOH y fenolftaleína como indicador, calculando el % de acidez (normalmente como ácido cítrico) mediante una fórmula que incluye el volumen de base gastado, su normalidad y el peso del equivalente del ácido predominante (0.064 para ácido cítrico). También se puede usar

un pH-metro para medir el pH directamente (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2013d).

Los grados Brix del banano se miden principalmente con un refractómetro, un instrumento que analiza el jugo extraído de la fruta para determinar el contenido de azúcares (sólidos solubles), usando un método que implica licuar la muestra y colocar una gota en el refractómetro para obtener una lectura directa en Brix, lo cual es clave para determinar su madurez y calidad para el consumo o procesamiento, con valores que aumentan significativamente a medida que la fruta madura (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2013c).

Tiempo de vida útil: se la realizó mediante análisis fisicoquímicos (Brix, acidez y pH), empleando las técnicas descritas anteriormente. La evaluación de este parámetro se realizó a los 0, 5, 10, 15 y 20 días.

Resultados

Los tratamientos inicialmente sanos, no presentaron unidades formadoras de colonias (UFC) de mohos y levaduras antes de recubrir la fruta con pectina cítrica y almidón de yuca.

Inmediatamente el análisis de vida útil se realizó a todos los tratamientos y consistió en determinar la presencia de mohos y levaduras, a los 0, 10, 20 y 30 días, encontrándose ausencia de estos microorganismos por lo cual la lectura expresada de estos resultados es de 0 UFC/g en todos los tratamientos, tanto para mohos y levaduras.

Los resultados del análisis de los Brix de los frutos de banano recubiertos, así como al testigo (sin recubierta) presentaron significación estadística. El análisis se le realizó desde el primer día con la biopelícula y luego al tercero, séptimo, décimo cuarto, vigésimo segundo y vigésimo noveno día (Tabla 2).

Los bananos tratados con biopelículas presentaron un menor contenido de Brix en comparación con el tratamiento testigo sin

recubrimiento. El tratamiento T2 (25 % pectina cítrica, 75 % almidón de yuca) destacó como el más efectivo en reducir la concentración de sólidos solubles.

El valor de los Brix no presentó diferencias significativas el primer día, no obstante, el T3 superó numéricamente (3,83) a los demás tratamientos. En el día 3, se pudo observar diferencias significativas entre los tratamientos, donde el testigo (7,45) superó ampliamente a los demás, mientras que el menor valor fue para T2 (3,93).

A los 7 días el testigo incrementó su valor de azúcares ubicándose en 17,28, destacándose de los demás tratamientos que a su vez fueron iguales entre sí. A los 14 días el

compartimiento fue similar a favor del testigo, quien llegó al máximo de concentración de azúcares con 22,98 °Brix, seguido por el T3 con 6,45, el T1 con 6,23 y el T2 con 6,03.

A los 22 días, el tratamiento testigo (T4) presentó la mayor concentración de sólidos solubles (17,73 °Brix), seguido de T3 (13,90), T1 (13,75) y T2 (13,28 °Brix). Para el día 29, T3 alcanzó 21,93 °Brix, mientras que T2 mostró el menor valor (20,15 °Brix). El testigo se deterioró y no pudo analizarse.

Y finalmente los coeficientes de variación calculados se mantuvieron, en un rango aceptable, siendo el de mayor porcentaje el día 1, seguido por el día 22 y el de menor porcentaje el día 29.

Tabla 2.

Análisis de Brix de los Bananos biorrecubiertos de pectina cítrica y almidón de yuca en diferentes días

Nº	Tratamientos	Valores medios del °Brix					
		Día 1	Día 3	Día 7	Día 14	Día 22	Día 29
1	50 % pectina + 50 % almidón	3,60*	4,35bc	5,35b	6,23b	13,75b	21,53a
2	25 % pectina + 75 % almidón	3,68a	3,93c	5,28b	5,90b	13,28b	20,15a
3	75 % pectina + 25 % almidón	3,83a	4,75b	5,38b	6,45b	13,90b	21,93a
4	Testigo	3,73a	7,45a	17,28a	22,98a	17,73a	-
CV%		7,23	6,57	5,84	6,46	6,75	5,52

- Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas

Los resultados del análisis de pH del biorrecubrimiento de pectina cítrica y almidón de yuca (Tabla 3) exhibieron significación estatística entre los tratamientos según la prueba de Duncan, siendo el T2 el que mostró un pH promedio superior a los demás tratamientos 2,66 mientras, el tratamiento con menor pH fue el T3. El coeficiente de variación de esta variable fue de 5,05%.

dística entre los tratamientos según la prueba de Duncan, siendo el T2 el que mostró un pH promedio superior a los demás tratamientos 2,66 mientras, el tratamiento con menor pH fue el T3. El coeficiente de variación de esta variable fue de 5,05%.

Tabla 3.

Análisis de pH del biorrecubrimiento de pectina cítrica y almidón de yuca en los bananos evaluados

Nº	Tratamientos	Promedio pH
1	50% pectina + 50% almidón	2,47ab*
2	25% pectina + 75% almidón	2,66a
3	75% pectina + 25% almidón	2,43b
CV%		5,05

- Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas

En relación a la densidad del biorrecubrimiento los tratamientos fueron estadísticamente

iguales entre sí (Tabla 4). Sin embargo, el T2 (1,21) fue numéricamente el mayor mientras que el T3 (1,20) presentó la menor densidad. El coeficiente de variación fue de 19 %.

Tabla 4.

Análisis de densidad del biorrecubrimiento de pectina cítrica y almidón de yuca en banano

Nº	Tratamientos	Promedio g/cm3
1	50% pectina + 50% almidón	1,205
2	25% pectina + 75% almidón	1,207
3	75% pectina + 25% almidón	1,204
CV%		19,0

Discusión

Al respecto de los análisis microbiológicos para mohos y levaduras, en nuestra investigación no se reportaron presencia de estos microrganismos ni antes ni después de la aplicación de la pectina cítrica y almidón de yuca, algo similar a lo expuesto por Uscocovich-Álvarez et al. (2024), donde al aplicar una película de quitosano en diferentes proporciones en bananos, indicaron que el T3 1,25 % y T4 1,50 % presentan menor cantidad de crecimiento de mohos y levaduras, demostrando la incidencia de este producto sobre la presencia estos organismos.

No obstante, los resultados expuestos por Rosero y Villa (2021), en los cuales recubrieron alimentos de IV y V gama (Frutas y verduras procesadas y empacadas para facilitar su consumo) con una película a base de maíz y banano, reportaron ausencia de

bacterias en fresas y uvas, evidenciando la efectividad de su película comestible.

A su vez, Palacios Bravo et al. (2024), reportaron que el tratamiento con 1,5% del recubrimiento de quitosano fue el más significativo, modificando las características evaluadas en comparación con el testigo, reduciendo el recuento de microorganismos, demostrando su potencial como agente antimicrobiano en las frutas.

Por otro lado, Anaya-Esparza et al. (2020), sumergió diferentes frutas en varias concentraciones de quitosano, en el cual obtuvo como resultado aparición tardía del pico climatérico en plátano principalmente, y una disminución considerable de la tasa de respiración.

En lo referente a la respuesta de los Brix en la presente investigación a los 22 días de aplicada la cobertura de pectina y almidón,

se obtuvo un 13,28 siendo más efectiva con el tratamiento dos y teniendo un mejor resultado que lo expuesto por Uscocovich-Álvarez et al. (2023), donde, a los 20 días de la aplicación de un biorrecubrimiento en la postcosecha de banano aplicando 1,50% de quitosano obtuvo 13,66 Brix.

Cabe señalar que en la investigación realizada por Trela (2022), donde recubrió tres especies diferentes de frutas (quinoto, mora y carambola) con películas de almidones acetilados, con la finalidad de analizar el comportamiento durante un determinado tiempo de conservación a temperaturas de refrigeración, se consideró satisfactorio el empleo de las películas en quinoto y carambola, ya que se mantuvo el porcentaje de sólidos solubles durante un lapso de tiempo; sin embargo, en las moras recubiertas la aplicación no fue favorable.

A propósito de la teoría del pasar de los días, más la ampliación de la concentración de los biorrecubrimientos vegetales y el aumento de los °Brix en el caso de la presente investigación en el día 29 con el Tratamiento tres se obtuvo un promedio de 21,93 °Brix, dato que coincide con los expuesto por Díaz-Campozano et al. (2025), en el cual manifiesta que, “al incrementarse la concentración del recubrimiento y los días almacenados, se elevaron los sólidos solubles o °Brix”.

La investigación de Aguilar-Duran et al. (2020), denominada alargamiento de vida de anaquel de frutas mediante biopelículas indica que las cubiertas de carácter comestible, aumentan el tiempo de vida útil de los alimentos recubiertos, previniendo el crecimiento de agentes patógenos, gracias a los aditivos que se emplean para la fabricación de las mismas.

Respecto al pH del biorrecubrimiento de pectina cítrica y almidón de yuca, el T3 (75 % pectina, 25 % almidón) fue el tratamiento con menor potencial de hidrógeno (2,43), contrariamente a lo expresado por Cortez Espinoza et al. (2024), donde encontraron

un pH promedio de 5,31 en el impacto del recubrimiento de quitosano en la calidad fisicoquímica postcosecha del banano (*Musa x paradisiaca*) en Los Ríos, Ecuador.

Esta respuesta puede estar influenciado por el porcentaje de pectina empleado para la elaboración del recubrimiento, y pudiera deducirse que ejercería algún efecto sensorial y microbiano de importancia en términos de producción industrial, impidiendo la proliferación de microorganismos, tanto en la corona como en la pulpa de la fruta.

Para puntualizar sobre el análisis de densidad del biorrecubrimiento, el T2 (25 % pectina, 75 % almidón), resultó el más eficaz en disminuir la concentración de sólidos solubles, esto tiene similitud con lo manifestado por los autores Quispe Herrera et al. (2024), que en su investigación observaron una gradual perdida de porcentaje de peso con relación al tiempo, a partir del día 2 en adelante. En el día 12 se muestra que el testigo presentó la mayor pérdida de peso (31,28 %) y la menor pérdida (28,94 %) esto se dio en el tratamiento recubierto con almidón de yuca al 4 % con sorbato de potasio.

Conclusión

En los análisis microbiológicos realizados a la corona del banano y a la pulpa en los tratamientos planteados, se determinó la ausencia de unidades formadoras de colonias (UFC) de mohos y levaduras, evidenciando la inocuidad con la que fue realizado el proceso y considerando al recubrimiento de pectina cítrica con almidón de yuca como un potencial agente inhibidor de enfermedades postcosecha.

En lo que respecta a los análisis fisicoquímicos se considera al T2 (25 % pectina, 75 % almidón) como el tratamiento que confiere las mejores propiedades fisicoquímicas, tanto al banano como al recubrimiento, debido a que impidió el aumento acelerado de los sólidos solubles durante los días de evaluación, y presentó el menor pH promedio.

En virtud de las pruebas microbiológicas y fisicoquímicas (Brix) realizados a los tratamientos durante un lapso de tiempo, se determinó que los bananos recubiertos tienen un tiempo de vida de anaquel de 29 días, mientras que el testigo comenzó la senescencia a los 14 días de evaluación.

Bibliografía

- Aguilar-Duran, J. A., García León, I., y Quiroz Velásquez, J. (2020). Alargamiento de la vida de anaquel de las frutas por el uso de biopelículas. *Revista Boliviana de Química*, 37(1), 40-45. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.37.1.6>
- Al-Dairi, M., Pathare, P. B., Al-Yahyai, R., Jayasuriya, H., y Al-Attabi, Z. (2023). Postharvest quality, technologies, and strategies to reduce losses along the supply chain of banana: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 134, 177-191. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.03.003>
- Anaya-Esparza, L. M., Pérez-Larios, A., Ruvalcaba-Gómez, J. M., Sánchez-Burgos, J. A., Romero-Toledo, R., y Montalvo-González, E. (2020). Funcionalización de los recubrimientos a base de quitosano para la conservación postcosecha de frutas y hortalizas. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 23, 1-15. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.241>
- Araya-Mattey, J., Sandoval, J., y Rojas-Carrillo, O. (2024). Nanomateriales en aplicaciones agrícolas: Recientes avances en la agroindustria bananera. *Revista Tecnología en Marcha*, 37(3). <https://doi.org/10.18845/tm.v37i3.6800>
- Bautista-Baños, S., Corona Rangel, M. L., y Correa Pacheco, Z. N. (2022). Conservación de productos hortofrutícolas mediante el uso de nanopartículas de quitosano y agentes naturales. *CIENCIA ergo-sum*, 29(3). <https://doi.org/10.30878/ces.v29n3a9>
- Berhane, A. M., Brhan, S. K., y Zelelew, D. Z. (2022). Effect of post-harvest handling and ripening methods on quality and shelf-life of banana. *American Journal of Plant Sciences*, 13(2), 175-192. <https://doi.org/10.4236/ajps.2022.132011>
- Cardona-Garzón, W., Osorio, J., Hoyos, O., y Guzmán-Cabrera, S. (2024). Evaluación de extracto de plantas de la familia Lamiaceae para la protección de la pudrición de la corona del banano. *ACORBAT Revista de Tecnología y Ciencia*, 1(1), 505-512. <https://doi.org/10.62498/artc.2475>
- Cayón, D. G., Giraldo, G. A., y Arcila, M. I. (2000). Fisiología de la maduración. En *Poscosecha y agroindustria del plátano en el eje cafetero de Colombia* (pp. 27-37). ASCOFAME.
- Cortez Espinoza, A. C., Gutiérrez Lara, V. E., Novillo Celleri, J. E., y Arana Castro, R. M. (2024). Impacto del recubrimiento de quitosano en la calidad fisicoquímica poscosecha del banano (*Musa x paradisiaca*) en Los Ríos, Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 9(7), 174-186. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i7.7495>
- Di Rienzo, J. A., Balzarini, M., Gonzalez, L., Casanoves, F., Tablada, M., y Robledo, C. W. (2020). InfoStat (Versión 2020) [Software de computación]. Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>
- Díaz-Campozano, E. G., Hinojosa-Moyano, A. L., Moreira-Macías, R. W., y Bernal-Gutiérrez, A. E. (2025). Efecto del recubrimiento comestible de almidón de yuca sobre propiedades físicas y sensoriales en fresas. *Polo del Conocimiento*, 10(3), 632-650. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i3.9079>
- Díaz-Ochoa, J. D., Bejarano, F. J., Pinzón-Núñez, A. M., Zapata-Henao, S., David-González, M. P., Pérez-Ochoa, G. M., Vaca-Bohorquez, A. M., y Salcedo-Galán, F. (2024). Efecto de coadyuvante a base de almidón de yuca en los procesos de maduración y pudrición de banano Cavendish. *ACORBAT Revista de Tecnología y Ciencia*, 1(1). <https://doi.org/10.62498/ARTC.2473>
- Flores-Yáñez, J. A., Vega-Gutiérrez, M. T., Martínez-Bolaños, L., Torres-García, J., y Fernández-Arroyo, J. C. (2024). Uso de Melaleuca alternifolia para el manejo de pudrición de corona (*Colletotrichum musae*, *Fusarium verticillioides*) en postcosecha de banano. *ACORBAT Revista de Tecnología y Ciencia*, 1(1). <https://doi.org/10.62498/ARTC.2465>
- González-Cuello, R., Morón-Alcázar, L., y Pérez-Mendoza, J. (2022). Recubrimientos a base de goma gelana de bajo acilo contenido α -pineno y extracto de arándano para la conservación de la calidad postcosecha de fresas. *Información Tecnológica*, 33(5), 93-102. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642022000500093>
- Google Maps. (2025). Coordenadas geográficas de la Universidad Agraria del Ecuador [Mapa]. <https://www.google.com/maps>

- Mora Palma, R., Feregrino Pérez, A., y Contreras Padilla, M. (2021). Recubrimientos comestibles para extender la vida de anaquel de productos hortofrutícolas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(4), 4605-4625. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.644
- Palacios Bravo, E. R., Ortega Ante, D. A., Moreira Macías, R. W., y Díaz Campozano, E. G. (2024). Efecto antimicrobiano del recubrimiento de quitosano aplicado al banano poscosecha en Los Ríos, Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 10(3). <https://doi.org/10.23857/dc.v10i3.3951>
- Paredes Peralta, A. V., Caiza Cuzco, J. I., y Arboleda Álvarez, L. F. (2024). El almidón, su uso y efecto como recubrimiento comestible en la conservación de frutas. *Ciencia Digital*, 8(2), 144-160. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v8i2.3001>
- Quispe Herrera, R., Vargas Oros, L. A., Mora Rios, I. E., Pulla Huillca, P. V., y Paredes Valverde, Y. (2024). Efecto del recubrimiento a base de almidón de *Manihot esculenta* en la conservación post-cosecha de *Carica papaya*. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 44(4). <https://doi.org/10.12873/444quispe>
- Ramírez, M. E., Troyes Nuñez, W., Diaz, O. W., y Ríojas Sandoval, M. A. (2023). Recubrimiento comestible a partir del mucílago del café (*Coffea arabica*) para la conservación de manzanas. *Revista Científica Pakamuros*, 9(4). <https://doi.org/10.37817/pakamuros.v9i4.538>
- Rosero, M., y Villa, L. (2021). Aplicación de biopelículas desarrolladas a partir de *Zea mays L.* y *Musa acuminata* en productos de IV y V gama [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (1998). Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa siembra en profundidad (NTE INEN 1529-10). <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013a). Control microbiológico de los alimentos. Preparación de medios de cultivos y reactivos (NTE INEN 1529-1). <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013b). Productos vegetales y de frutas. Determinación de pH (NTE INEN-ISO 1842). <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013c). Frutas y productos derivados. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico (NTE INEN-ISO 2173). <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2013d). Productos vegetales y de frutas. Determinación de la acidez titulable (NTE INEN-ISO 750). <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Tapia, X. M. (2023). Evaluación de un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca para la conservación postcosecha de fresas. *FOCUS-SCIENCE*, 1(2), 45-59. <https://doi.org/10.56519/fmkv2c35>
- Toctaquizá, J. (2024). Cáscara de naranja (*Citrus x sinensis*), manzana (*Malus domestica*) y plátano (*Musa x paradisiaca L.*) como alternativa para la elaboración de biopolímeros [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio UTB.
- Toyo-Díaz, M. J., Toyo-Fernández, B. M., y Moreno Quintero, M. E. (2021). Extracción de pectina mediante hidrólisis ácida de la cáscara de cambur (*Musa paradisiaca*). *Agroecología Global*, 3(5), 25-40. <https://doi.org/10.35381/a.g.v3i5.1658>
- Trela, V. D. (2022). Preservación de frutas tropicales (Quinoto, Mora y Carambola) aplicando recubrimientos comestibles [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Misiones]. Repositorio Digital UNAM.
- Uscocovich-Álvarez, Á. A., Baquerizo-Figueroa, J. M., Rojas-Uribe, L. S., Santos-Falcón, M. C., Reinoso-Baque, I. M., y Díaz-Campozano, E. G. (2024). Efecto del recubrimiento con quitosano en la reducción microbiológica y conservación del color del banano poscosecha. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 7(13), 227-240. <https://doi.org/10.46296/ig.v7i13.0163>
- Uscocovich-Álvarez, Á. A., Zambrano-Nevarez, E. M., Proaño-Molina, M. Y., Díaz-Campozano, E. G., Bosquez-Mestanza, A. L., y Travez-Proaño, F. F. (2023). Influencia del recubrimiento con quitosano en la calidad física del banano en poscosecha. *YACHASUN: Revista Científica Multidisciplinaria*, 7(13), 40-56. <https://doi.org/10.46296/yc.v7i13.0353>

Cómo citar: Bucaram-Lara, G. del R., Ramírez-Castro, A. E., Cabanilla-Campos, M. G., & Córdoba-Terán, H. E. (2026). Efecto de pectina y almidón en la preservación postcosecha del banano (*musa acuminata*). *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 3(2), 24–34. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v3.n2.2025.24-34>