



*Evaluación colorimétrica y microbiológica de fresas recubiertas con almidón de yuca*

*Colorimetric and microbiological evaluation of strawberries coated with cassava starch*

*Avaliação colorimétrica e microbiológica de morangos revestidos com amido de mandioca*

Gino Roberto Plaza-Vanegas <sup>I</sup>  
[nexartcultura@gmail.com](mailto:nexartcultura@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0003-2629-8773>

Kevin Orlando Bermello-Mendoza <sup>II</sup>  
[kevin.bermello2016@uteq.edu.ec](mailto:kevin.bermello2016@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0003-9488-9460>

Denis Kevin Cárdenas-Briones <sup>III</sup>  
[denis.cardenas2016@uteq.edu.ec](mailto:denis.cardenas2016@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0003-9357-8927>

Julieth Dennysse González-Cevallos <sup>IV</sup>  
[julieth.gonzalez2026@uteq.edu.ec](mailto:julieth.gonzalez2026@uteq.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0009-7537-8941>

**Correspondencia:** [denis.cardenas2016@uteq.edu.ec](mailto:denis.cardenas2016@uteq.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 16 de febrero de 2025 \* **Aceptado:** 27 de marzo de 2025 \* **Publicado:** 30 de abril de 2025

- I. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- III. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- IV. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo principal analizar el efecto de diferentes concentraciones de almidón de yuca (*Manihot esculenta* T.) aplicado como recubrimiento comestible sobre las características colorimétricas y la calidad microbiológica de fresas (*Fragaria × ananassa*) durante distintos periodos de almacenamiento, con el propósito de extender su vida útil. Para ello, se empleó un diseño experimental Ax<sub>B</sub>+3, lo que permitió estructurar nueve tratamientos con tres repeticiones cada uno. Las variables factoriales correspondieron a dos niveles de concentración de almidón (2 % y 2,5 %) y tres tiempos de evaluación (1, 5 y 10 días), incluyendo además muestras testigo para cada uno de los periodos. Las variables de respuesta fueron el color, evaluado mediante los parámetros L\* (luminosidad), a\* (tonalidad rojo-verde) y b\* (tonalidad amarillo-azul), así como la presencia de enterobacterias, expresada en unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL). Los resultados indicaron que el recubrimiento a base de almidón influyó de manera notable en la estabilidad del color de las frutas, ayudando a mantener su apariencia visual característica a lo largo del almacenamiento. En particular, se evidenció una mejor conservación de la luminosidad y de los valores cromáticos a\* y b\*, en especial en los tratamientos con almidón al 2,5 %. Esta misma concentración también mostró una mayor eficacia como barrera frente al crecimiento microbiano, sugiriendo su potencial como alternativa para mejorar la inocuidad del producto. En conclusión, las concentraciones evaluadas del recubrimiento de almidón de yuca tuvieron un efecto significativo sobre las variables de interés, demostrando su utilidad tanto en la preservación del color como en el control de la carga microbiológica. Estos hallazgos respaldan la aplicación de tecnologías de recubrimientos naturales en frutas frescas, contribuyendo a mantener su calidad sensorial y microbiológica durante el almacenamiento y comercialización.

**Palabras clave:** Recubrimiento comestible; almidón; postcosecha; fresa.

## Abstract

The main objective of this study was to analyze the effect of different concentrations of cassava starch (*Manihot esculenta* T.) applied as an edible coating on the colorimetric characteristics and microbiological quality of strawberries (*Fragaria × ananassa*) during different storage periods, with the aim of extending their shelf life. An Ax<sub>B</sub>+3 experimental design was used, which allowed for nine treatments with three replicates each. The factorial variables corresponded to two levels of

starch concentration (2% and 2.5%) and three evaluation times (1, 5, and 10 days), also including control samples for each period. The response variables were color, evaluated using the parameters  $L^*$  (lightness),  $a^*$  (red-green hue), and  $b^*$  (yellow-blue hue), as well as the presence of Enterobacteriaceae, expressed in colony-forming units per milliliter (CFU/mL). The results indicated that the starch-based coating significantly influenced the color stability of the fruits, helping to maintain their characteristic visual appearance throughout storage. In particular, improved preservation of luminosity and  $a^*$  and  $b^*$  color values was evident, especially in treatments with 2.5% starch. This same concentration also demonstrated greater effectiveness as a barrier to microbial growth, suggesting its potential as an alternative for improving product safety. In conclusion, the evaluated concentrations of cassava starch coating had a significant effect on the variables of interest, demonstrating its usefulness in both color preservation and microbiological load control. These findings support the application of natural coating technologies on fresh fruits, helping to maintain their sensory and microbiological quality during storage and marketing.

**Keywords:** Edible coating; starch; postharvest; strawberry.

## Resumo

O principal objetivo desta investigação foi analisar o efeito de diferentes concentrações de amido de mandioca (*Manihot esculenta* T.) aplicado como revestimento comestível nas características colorimétricas e na qualidade microbiológica de morangos (*Fragaria* × ananassa) durante diferentes períodos de armazenamento, com o objetivo de prolongar a sua vida útil. Para tal, foi utilizado o desenho experimental  $A \times B + 3$ , que permitiu estruturar nove tratamentos com três repetições cada. As variáveis factoriais corresponderam a dois níveis de concentração de amido (2% e 2,5%) e três épocas de avaliação (1, 5 e 10 dias), incluindo também amostras de controlo para cada um dos períodos. As variáveis de resposta foram a cor, avaliada pelos parâmetros  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (matiz vermelho-verde) e  $b^*$  (matiz amarelo-azul), bem como a presença de enterobactérias, expressa em unidades formadoras de colónias por mililitro (UFC/mL). Os resultados indicaram que o revestimento à base de amido influenciou significativamente a estabilidade da cor dos frutos, ajudando a manter o seu aspeto visual característico durante todo o armazenamento. Em particular, observou-se uma melhor preservação da luminosidade e dos valores cromáticos  $a^*$  e  $b^*$ , principalmente nos tratamentos com 2,5% de amido. Esta mesma concentração apresentou também maior eficácia como barreira ao crescimento microbiano, sugerindo o seu potencial como

alternativa para mejorar a segurança do produto. Concluindo, as concentrações avaliadas de revestimento de amido de mandioca apresentaram um efeito significativo nas variáveis de interesse, demonstrando a sua utilidade tanto na preservação da cor como no controlo da carga microbiológica. Estas descobertas apoiam a aplicação de tecnologias de revestimento natural em fruta fresca, ajudando a manter a sua qualidade sensorial e microbiológica durante o armazenamento e a comercialização.

**Palavras-chave:** Revestimento comestível; amido; pós-colheita; morango.

## Introducción

La fresa (*Fragaria × ananassa*) es una fruta altamente apreciada en el mercado global debido a su sabor, valor nutricional y propiedades antioxidantes, pero su rápida perecibilidad representa un desafío significativo para su comercialización y consumo (Quarshi et al., 2023). Esto se debe, en gran medida, a su alta actividad metabólica, elevado contenido de agua y fragilidad de la epidermis, factores que la hacen susceptible a la pérdida de calidad y a la contaminación microbiana durante el almacenamiento y distribución (Lv et al., 2022).

Ante esta problemática, en las últimas décadas se ha intensificado el interés en el desarrollo de recubrimientos comestibles como una estrategia sostenible para extender la vida útil poscosecha de frutas frescas (Campozano et al., 2025). Estos recubrimientos actúan como una barrera semipermeable que puede reducir la pérdida de humedad, retardar la senescencia y limitar el desarrollo microbiano, sin comprometer la calidad sensorial del producto (Uscocovich et al., 2023). Entre los biopolímeros utilizados para la formulación de recubrimientos comestibles, el almidón de yuca (*Manihot esculenta*) se destaca por su abundancia, bajo costo, biodegradabilidad y excelente capacidad formadora de películas (Amaraweera et al., 2021). Este polisacárido ha sido utilizado como matriz para recubrimientos que, en algunos casos, pueden ser enriquecidos con compuestos antimicrobianos o antioxidantes naturales, incrementando su funcionalidad (Loaiza, 2023). En particular, se ha demostrado que el almidón de yuca puede contribuir a la preservación del color, firmeza y contenido nutricional de frutas como mangos, papayas y fresas (Castro et al., 2018).

La calidad visual, especialmente el color, es uno de los principales criterios de aceptación por parte del consumidor para escoger frutas como la fresa. La evaluación colorimétrica objetiva mediante el sistema CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) permite monitorear los cambios en la tonalidad de las frutas durante

el almacenamiento, los cuales suelen estar asociados a procesos oxidativos y degradación de pigmentos (Uscocovich et al., 2024). En este contexto, los recubrimientos basados en almidón pueden contribuir a la conservación del color original de las fresas, disminuyendo la velocidad de oxidación de antocianinas, principales responsables de su tonalidad roja característica (Wigati et al., 2024).

Desde el punto de vista microbiológico, la proliferación de enterobacterias en frutas frescas es un indicador clave de contaminación y posible riesgo sanitario, ya que este grupo incluye géneros patógenos como *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella* y *Klebsiella* (Reyes et al., 2023). Diversos estudios han demostrado que los recubrimientos comestibles pueden actuar como una barrera física que limita el acceso de estos microorganismos a la superficie del fruto, e incluso, cuando son enriquecidos con agentes antimicrobianos, pueden inhibir su desarrollo (Castro et al., 2017). Evaluar el comportamiento de enterobacterias en fresas recubiertas con almidón de yuca permite valorar no solo la efectividad del recubrimiento como conservante, sino también su potencial en términos de seguridad alimentaria.

En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia de recubrimientos comestibles a base de almidón de yuca en la conservación del color y la preservación de la carga microbiana de enterobacterias en fresas almacenadas bajo condiciones controladas. Esta investigación busca aportar información relevante para el desarrollo de tecnologías postcosecha sustentable, que contribuyan a mejorar la inocuidad y la calidad de productos hortofrutícolas frescos.

## Metodología

En el desarrollo de esta investigación se implementó un diseño experimental tipo  $A \times B + 3$ , el cual contempló dos niveles de concentración de almidón de yuca (2 % y 2,5 %) y tres tiempos de almacenamiento (1, 5 y 10 días), incluyendo además los tratamientos testigo correspondientes a cada uno de esos días. En total, se evaluaron nueve tratamientos, cada uno con tres repeticiones, lo que resultó en un total de 27 unidades experimentales. Las variables de respuesta seleccionadas fueron los parámetros colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), que permiten describir de manera objetiva la evolución del color de las fresas, y la carga microbiológica expresada a través de la presencia de enterobacterias, indicador clave de la inocuidad del producto.

Como se describe en la Tabla 1, están los factores de estudio que intervienen en el recubrimiento de almidón de yuca en la frutilla.

**Tabla 1.** Factores de estudio

Factor	Descripción
Porcentaje de almidón de yuca (Factor A)	2 %
	2,5 %
Días de almacenamiento (Factor B)	1
	5
	10

En la Tabla 2 se observan la interacción de todos los tratamientos del estudio.

**Tabla 2.** Tratamientos

Tratamiento	Descripción
T01	Testigo 0 % + Día 1
T02	Testigo 0 % + Día 5
T03	Testigo 0 % + Día 10
T1	Porcentaje de almidón de yuca 2.0 % + Día 1
T2	Porcentaje de almidón de yuca 2.0 % + Día 5
T3	Porcentaje de almidón de yuca 2.0 % + Día 10
T4	Porcentaje de almidón de yuca 2.5 % + Día 1
T5	Porcentaje de almidón de yuca 2.5 % + Día 5
T6	Porcentaje de almidón de yuca 2.5 % + Día 10

Para analizar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados, se utilizó la prueba de comparación múltiple de Duncan, con un nivel de significancia del 5 % ( $p < 0,05$ ). Todos los análisis estadísticos fueron procesados mediante el software SPSS, versión 27, lo que garantizó un tratamiento riguroso y confiable de los datos obtenidos durante el experimento.

#### *Preparación del recubrimiento y aplicación.*

El almidón de yuca fue extraído previamente mediante procesos estándar de lavado, decantación y secado. Para la formulación de los recubrimientos, se disolvieron 2 % y 2,5 % de almidón en agua destilada, con calentamiento y una velocidad de agitación de 400 revoluciones por minuto (RPM) hasta formar una solución homogénea. Una vez que la mezcla alcanzó los 90 °C, se redujo

progresivamente la temperatura, manteniendo la agitación hasta alcanzar los 45 °C. En este punto, se adicionó glicerol en una concentración del 0,5 %, permitiendo que la solución reposara durante unos minutos hasta obtener el recubrimiento final.

Las fresas seleccionadas (con características homogéneas de tamaño, madurez y sin daños visibles) fueron sumergidas en las soluciones respectivas durante 1 minuto, permitiendo una cobertura uniforme. Posteriormente, se dejaron secar a temperatura ambiente sobre bandejas.

Una vez recubiertas, las fresas fueron almacenadas en condiciones controladas de refrigeración a  $4 \pm 1$  °C. Las muestras fueron evaluadas en tres momentos clave: al primer día (día 1), en un periodo intermedio (día 5), y en una etapa prolongada (día 10). Para cada uno de estos tiempos, se incluyeron muestras testigo (sin recubrimiento) como grupo de control.

#### *Variables evaluadas.*

##### Colorimetría (L, a, b):

Se utilizó un colorímetro portátil (marca Konica Minolta CR-400) para registrar los valores L\* (luminosidad), a\* (tono rojo-verde) y b\* (tono amarillo-azul) en tres puntos diferentes de la superficie de cada fresa. Estas mediciones se realizaron en cada intervalo de almacenamiento, lo que permitió monitorear posibles alteraciones visuales atribuibles al tratamiento con almidón (Uscovich et al., 2024).

##### Análisis microbiológico de enterobacterias:

Para la cuantificación de este microorganismo, cada muestra fue homogeneizada en peptona tamponada y sembrada en medios específicos para el recuento de colonias, con incubación a 37 °C por 24 horas. Los resultados se expresaron en UFC/mL (Palacios et al., 2024).

## **Resultados**

De acuerdo con la Tabla 3, en las variables color existió significancia ( $p < 0,05$ ) en las fresas recubiertas con diferentes porcentajes de almidón de yuca a excepción de la longitud a. Los resultados no mostraron una variación significativa ( $p > 0,05$ ) en los días de almacenamiento como su interacción.

Referente a la valoración de enterobacterias, cada una de las variables independientes como de su interacción resultaron altamente significativas ( $p < 0,05$ ).

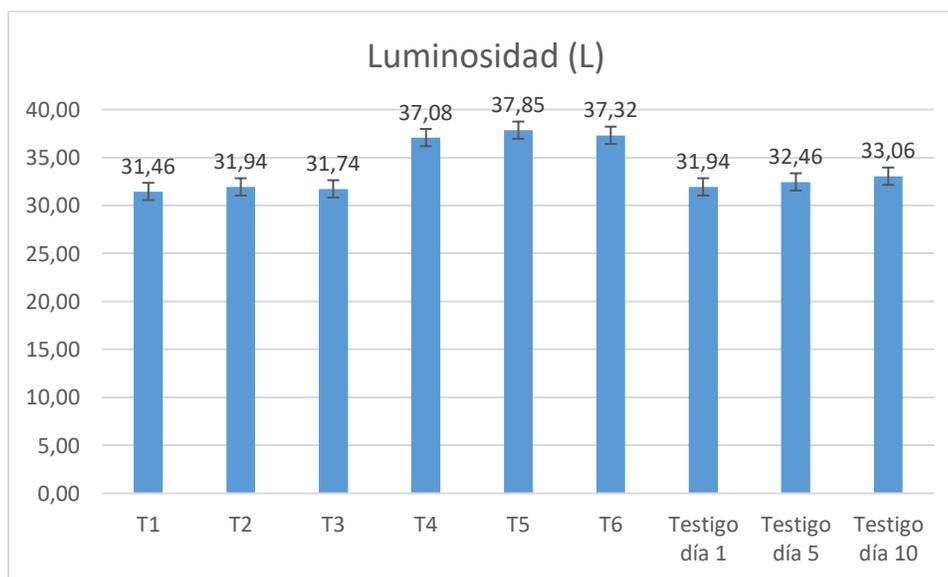
**Tabla 2.** ANOVA de variables medidas

Parámetro	Porcentaje almidón	Días de almacenamiento	de Interacción porcentaje*días de almacenamiento
Color (Luminosidad)	<0,001*	0,818 <sup>NS</sup>	0,992 <sup>NS</sup>
Color (Longitud a*)	0,875 <sup>NS</sup>	0,021*	0,056 <sup>NS</sup>
Color (Longitud b*)	<0,001*	0,705 <sup>NS</sup>	0,993 <sup>NS</sup>
Enterobacterias	<0,001*	<0,001*	<0,001*

\*Significativo, NS no significativo

Como se aprecia en la Figura 1 están detallados los valores según la prueba de Duncan para la variable Color (Luminosidad), al incrementarse la concentración del recubrimiento se elevaron sus valores. Por lo que el porcentaje del 2,5 % ejerce la mayor valoración a lo largo del tiempo.

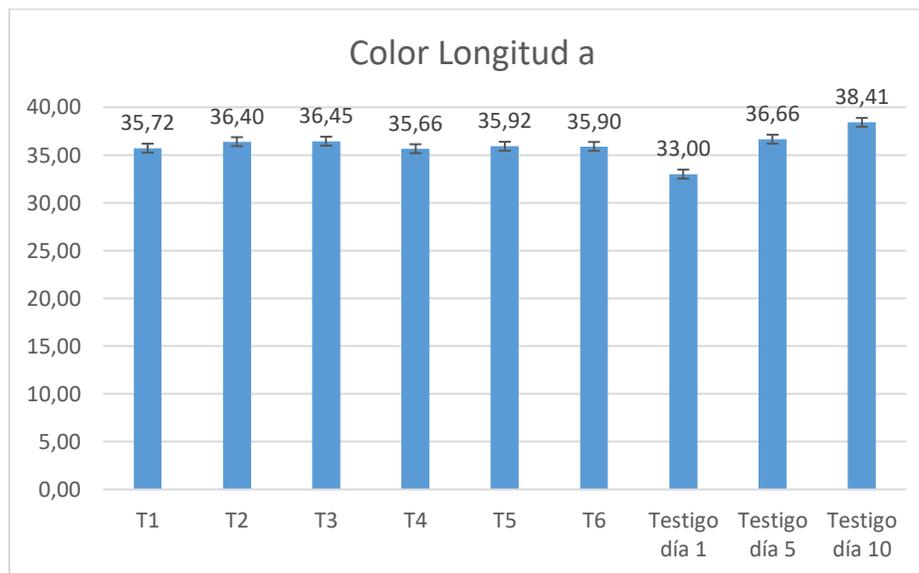
**Figura 1.** Prueba de Duncan para luminosidad



En la Figura 2 se presentan los valores correspondientes al parámetro de color en el eje a\*, el cual representa la tendencia hacia los tonos rojizos según la escala CIELAB. Los resultados evidencian que los tratamientos T1 a T6 conservaron valores consistentes, fluctuando ligeramente entre 35,66 y 36,45, lo que sugiere una estabilidad en la coloración roja de las fresas durante el periodo de evaluación. Esta constancia cromática puede atribuirse a la acción del recubrimiento de almidón

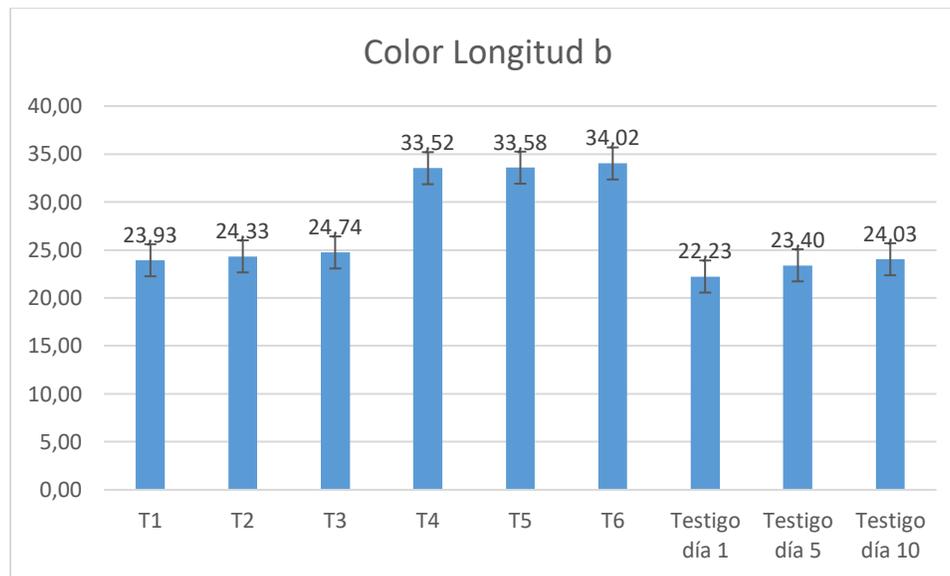
de yuca, que parece ejercer una función protectora sobre los pigmentos naturales de la fruta. En contraste, las muestras testigo (sin recubrimiento) mostraron una variación más notable, con un aumento progresivo en los valores del parámetro  $a^*$ , iniciando en 33,00 el primer día y alcanzando un valor de 38,41 al décimo día de almacenamiento. Esta tendencia sugiere una intensificación del tono rojo a medida que avanzan los días, posiblemente debido a procesos de maduración o estrés oxidativo en ausencia de protección superficial.

**Figura 2.** Prueba de Duncan para longitud  $a^*$



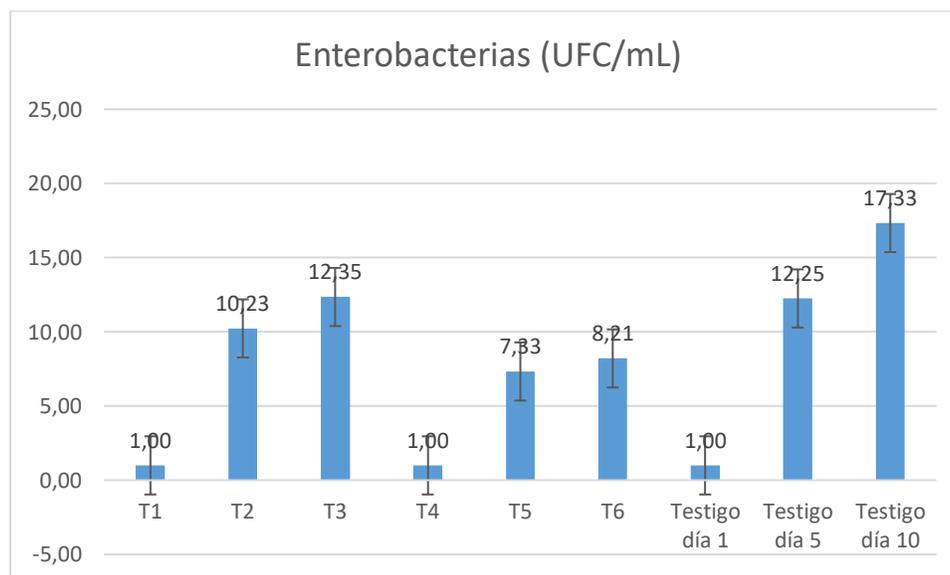
La Figura 3 muestra los resultados del análisis de, longitud de color (b), muestra que los tratamientos T4, T5 y T6 presentan los mayores valores hasta llegar a 34,02, lo que indica que la concentración del 2,5 % mejora esta característica frente a la concentración del 2 % y a los testigos.

**Figura 3. Prueba de Duncan para longitud b\***



En la Figura 4 se observa referente a la variable de enterobacterias que el tratamiento mejor valorado fue el de fresas recubiertas con un 2,5 % de almidón de yuca, seguido de la concentración de 2,0 %. El menos puntuado fueron las fresas sin recubrir.

**Figura 4. Prueba de Duncan para enterobacterias**



## Discusión

El valor inicial de  $L^*$  para ambas muestras fue similar, pero con el paso del tiempo, las fresas sin recubrimiento mostraron una disminución más acentuada, lo que indica oscurecimiento del fruto. Este resultado es consistente con lo reportado por Usocovich et al. (2024), quienes señalan que el oscurecimiento en frutas frescas se asocia con procesos de oxidación en la superficie, los cuales pueden ser retardados mediante recubrimientos comestibles que actúan como barreras al oxígeno. Investigaciones previas han evidenciado que los recubrimientos elaborados a base de almidón y otros biopolímeros contribuyen significativamente a mantener la apariencia visual de las frutas, prolongando su brillo y frescura durante el almacenamiento. En este contexto, García et al. (2019) reportaron que el uso de películas de alginato sobre fresas permitió conservar mayores niveles de luminosidad a lo largo del tiempo, un comportamiento que guarda similitud con los hallazgos del presente estudio. Esta conservación del brillo podría estar relacionada con la capacidad del recubrimiento para formar una barrera semipermeable sobre la superficie del fruto, minimizando la pérdida de humedad y evitando así el deterioro visual.

El componente  $a^*$ , que representa la intensidad del color rojo, también mostró variaciones importantes, en el caso de las fresas recubiertas, se observaron una disminución menos pronunciada de este valor en comparación con las muestras control. Este resultado es relevante ya que el color rojo brillante es un atributo clave de aceptación por parte del consumidor (González et al., 2022). La menor pérdida del componente  $a^*$  sugiere que el almidón de yuca permite mantener mejor la intensidad del color rojo, posiblemente debido a la reducción del contacto con el oxígeno y a la ralentización de reacciones enzimáticas como la oxidación de antocianinas (Piechowiak & Skóra, 2023). Este resultado concuerda con lo reportado en estudios anteriores, donde se ha evidenciado que los recubrimientos elaborados con almidón y otros biopolímeros no modifican de manera significativa el tono rojizo típico de las fresas, pero sí contribuyen a desacelerar los cambios cromáticos que suelen acompañar el proceso de deterioro, López et al. (2012) documentaron que la aplicación de recubrimientos comestibles en fresas permitió conservar su color rojo característico por un periodo más prolongado, lo que representa una ventaja tanto estética como funcional.

En cuanto al valor  $b^*$ , asociado al componente amarillo del color, también se observaron que las fresas recubiertas mantuvieron mejor su tonalidad, con una reducción más leve de los valores  $b^*$ , en comparación con las fresas sin recubrimiento, que presentaron un descenso más rápido. Estos resultados concuerdan con lo señalado por Castillo et al. (2018), quienes indican que los

recubrimientos a base de almidón actúan como una barrera semipermeable que limita el intercambio de gases y reduce la pérdida de pigmentos naturales responsables de la coloración del fruto, atrasando la aparición de tonos amarillentos en la superficie de la fruta. Ramos et al. (2018), encontraron que el uso de recubrimientos de almidón en frutas promovió un ligero cambio hacia tonalidades amarillas a medida que la fruta maduraba, lo cual podría estar ocurriendo en las frutillas, la presencia de estos tonos amarillos podría estar relacionada con la oxidación superficial o la pérdida de antocianinas, que son responsables del color rojo en las fresas.

Desde el punto de vista microbiológico, se evidenció una menor proliferación de enterobacterias en las fresas recubiertas, esta diferencia sugiere una función protectora del almidón de yuca frente a microorganismos contaminantes. Estudios previos han demostrado que los recubrimientos a base de almidón pueden actuar como matrices portadoras de compuestos antimicrobianos naturales o simplemente como barreras físicas que limitan la disponibilidad de agua libre y oxígeno, condiciones esenciales para el crecimiento microbiano (Castro et al., 2018). En el estudio realizado por Šuput (2020) analizó la presencia de enterobacterias en manzanas recubiertas con almidón y las tratadas con deshidratación osmótica, pudiéndose verificar que en las frutas sometidas al recubrimiento se presentaron niveles de enterobacterias inferiores

## Conclusiones

La presente investigación evidenció que el uso de recubrimientos comestibles a base de almidón de yuca (*Manihot esculenta T.*) tuvo un efecto significativo en la conservación de la calidad colorimétrica y microbiológica de fresas (*Fragaria × ananassa*) durante el almacenamiento. Los tratamientos con concentraciones de 2 % y 2,5 % permitieron mantener valores más estables en los parámetros colorimétricos L\*, a\* y b\* en comparación con los testigos, lo que indica una mayor preservación del color natural de la fruta. En particular, el tratamiento con 2,5 % de almidón mostró mejor capacidad para conservar la luminosidad y el tono rojizo característico de las fresas, lo que resalta su eficacia como barrera protectora frente a procesos de oxidación y deshidratación.

En el ámbito microbiológico, los recubrimientos también demostraron ser efectivos, especialmente en evitar el aumento de la carga de enterobacterias a lo largo del periodo de almacenamiento. Los tratamientos con almidón presentaron una disminución significativa en el crecimiento microbiano respecto a los testigos, lo que sugiere un efecto de barrera o de control sobre este grupo de microorganismos.

En conjunto, los resultados obtenidos respaldan el potencial del almidón de yuca como una alternativa sostenible y funcional en la formulación de recubrimientos comestibles para frutas frescas, contribuyendo tanto a la prolongación de la vida útil como a la mejora de la apariencia visual y la inocuidad del producto. Estos hallazgos pueden ser considerados como una base sólida para futuras investigaciones enfocadas en el desarrollo de tecnologías postcosecha amigables con el ambiente y adaptadas a las necesidades del consumidor actual.

## Referencias

1. Amaraweera, S. M., Gunathilake, C., Gunawardene, O. H., Fernando, N. M., Wanninayaka, D. B., Manamperi, A., ... & Manipura, A. (2021). Preparation and characterization of biodegradable cassava starch thin films for potential food packaging applications. *Cellulose*, 28, 10531-10548. <https://doi.org/10.1007/s10570-021-04199-6>
2. Campozano, E. G. D., Moyano, A. L. H., Macías, R. W. M., & Gutiérrez, A. E. B. (2025). Efecto del recubrimiento comestible de almidón de yuca sobre propiedades físicas y sensoriales en fresas. *Polo del Conocimiento*, 10(3), 627-641. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i3.9079>
3. Castillo Silva, D. A., Salazar Anacona, K., Mosquera Sánchez, S. A., & Rengifo Canizales, E. (2018). Efecto de recubrimientos de almidón modificado de yuca, proteína aislada de soya y aceite esencial de orégano aplicados a la papaya. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(1), 71-80. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n1.2018.664>
4. Castro M, Espinoza V, López M, Molina R, García Y, Lavayen E. (2017). Recubrimiento comestible de quitosano, almidón de yuca y aceite esencial de canela para conservar pera (*Pyrus communis* L. cv. "Bosc"). *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 42-53
5. Castro, M, Rivadeneira, C. y Santacruz, S. (2018). Recubrimientos comestibles a base de almidón de yuca, ácido salicílico y aceites esenciales para la conservación de mango cortado. *Revista de la Universidad del Zulia*, 7(18), 55-68.
6. García-Figueroa, A., Ayala-Aponte, A., & Sánchez-Tamayo, M. I. (2019). Efecto de recubrimientos comestibles de Aloe vera y alginato de sodio sobre la calidad poscosecha de fresa. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1320>

7. González-Cuello, R. E., Morón-Alcázar, L. B., & Pérez-Mendoza, J. (2022). Recubrimientos a base de goma gelana de bajo acilo conteniendo  $\alpha$ -pineno y extracto de arándano para la conservación de la calidad postcosecha de fresas. *Información tecnológica*, 33(5), 93-102. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000500093>
8. Loaiza, Y. V. G. (2023). Desarrollo de una película activa basada en almidón modificado y alginato de sodio con aceite esencial de orégano (*lippia graveolens kunth*) aplicada en queso crema. <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/9437/1/fqmac-309125.pdf>
9. López-Mata, M. A., Ruiz-Cruz, S., Navarro-Preciado, C., de Jesús Ornelas-Paz, J., Estrada-Alvarado, M. I., Gassos-Ortega, L. E., & Rodrigo-García, J. (2012). Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de fresas. *Biocencia*, 14(1), 33-43. <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971151005.pdf>
10. Lv, J., Zheng, T., Song, Z., Pervaiz, T., Dong, T., Zhang, Y., ... & Fang, J. (2022). Strawberry proteome responses to controlled hot and cold stress partly mimic post-harvest storage temperature effects on fruit quality. *Frontiers in Nutrition*, 8, 812666. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.812666>
11. Palacios Bravo, E. R., Ortega Ante, D. A., Moreira Macías, R. W., & 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), 740–752. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3951>
12. Piechowiak, T., & Skóra, B. (2023). Edible coating enriched with cinnamon oil reduces the oxidative stress and improves the quality of strawberry fruit stored at room temperature. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(5), 2389-2400. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12463>
13. Quarshi, H. Q., Ahmed, W., Azmant, R., Chendouh-Brahmi, N., Quyyum, A., & Abbas, A. (2023). Post-harvest problems of strawberry and their solutions. In *Recent studies on strawberries*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102963>
14. Ramos-García, M., Romero-Bastida, C., & Bautista-Baños, S. (2018). Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81355612003>

15. REYES, P., MOLINA, D., & TENEA, G. N. (2023). MULTIDRUG-RESISTANT BACTERIA ASSOCIATED TO STRAWBERRIES AND GOOSEBERRIES AT VARIOUS STAGES OF RIPENESS. *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*, 27(2).
16. Šuput, D. (2020). OSMOTIC DEHYDRATION AND STARCH COATING EFFECT ON THE MICROBIOLOGICAL STABILITY OF APPLES. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 24(1). <https://doi.org/10.5937/jpea24-25505>
17. Uscocovich-Álvarez, Á. A., Baquerizo-Figueroa, J. M., Rojas-Uribe, L. S., Santos-Fálconez, M. C., Reinoso-Baque, I. M., & 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*. ISSN: 2737-6249., 7(13), 227-240. <https://doi.org/10.46296/ig.v7i13.0163>
18. Uscocovich-Álvarez, Á. A., Zambrano-Nevarez, E. M., Proaño-Molina, M. Y., Díaz-Campozano, E. G., Bosquez-Mestanza, A. L., & Travez-Proaño, F. F. (2023). INFLUENCIA DEL RECUBRIMIENTO CON QUITOSANO EN LA CALIDAD FÍSICA DEL BANANO EN POSCOSECHA. *REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA ARBITRADA YACHASUN*-ISSN: 2697-3456, 7(13), 40-56. <https://doi.org/10.46296/yc.v7i13.0353>
19. Wigati, L. P., Wardana, A. A., Jothi, J. S., Leonard, S., Van, T. T., Yan, X., ... & Tanaka, F. (2024). Biochemical and color stability preservation of strawberry using edible coatings based on jicama starch/calcium propionate/agarwood bouya essential oil during cold storage. *Journal of Stored Products Research*, 107, 102324. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2024.102324>