

Efecto del recubrimiento comestible a base de almidón de cáscara de papa (*solanum tuberosa*) huasahuasina – Tarma en la prolongación de la vida útil de la zarzamora (*RUBUS ULMIFOLIUS*)

Effect of edible coating based on potato peel starch (solanum tuberosa) huasahuasina - Tarma on prolonging the shelf life of blackberry (RUBUS ULMIFOLIUS)

Paucarchuco Soto Joselin ^a

Quispe Santivañez, Grimaldo Wilfredo ^b

Montalvo Morales, Kenny Ruben ^c

Echevarria Victorio, Jimmy Pablo ^d

Recibido: 15-08-2023

Revisado: 20-09-2023

Publicado: 31-10-2023

^{a, b, c y d} Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma - Perú

RESUMEN

Los recubrimientos comestibles proporcionan un método potencialmente efectivo para conservar productos alimenticios frescos. El objetivo de la investigación fue prolongar la vida útil de la zarzamora (*Rubus ulmifolius*) aplicando una capa comestible en base a almidón de cáscara de papa blanca (*Solanum tuberosa*). Para la formulación de los recubrimientos comestibles se empleó almidón de cáscara de papa como carbohidrato, glicerol como plastificante y cera de abeja como lípido. Para el análisis estadístico de los datos se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se desarrolló 3 tratamientos; resultando 2 tratamientos con la variación del porcentaje de almidón (0.30 y 0.60 %) y 1 muestra control. Las zarzamorras recubiertas fueron almacenadas en refrigeración a 5°C. Se evaluaron las características fisicoquímicas determinando el (°Brix, % de pérdida de peso, pH, humedad y luminosidad) transcurrido los 8 días de almacenamiento. Los resultados mostraron que la aplicación del recubrimiento comestible ayuda a conservar las propiedades fisicoquímicas de la zarzamora. En cuanto a la muestra 1 (M1), 2 (M2) y 3 (M3 control) se obtuvo como °Brix final (7.4, 6.2, 5.8), pH final (2.43, 2.21, 2.45), peso final en g (50.59, 43.7, 53.29), Humedad % (46.5, 44.92, 47.96); Luminosidad (Lux) (7.36, 8.55, 12.97). La formulación óptima estuvo compuesta por 0,60% de almidón de cáscara de papa blanca, 0,30 % de cera de abeja y 1,22 % de glicerol; siendo mejor en todas las respuestas con respecto a la muestra control. Esta formulación conserva las propiedades organolépticas y nutricionales de la zarzamora.

Palabras clave: Recubrimiento comestible; almidón de cáscara de papa; residuos agroindustriales; berries.

ABSTRACT

Edible coatings provide a potentially effective method of preserving fresh food products. The objective of the research was to prolong the useful life of blackberry (*Rubus ulmifolius*) by applying an edible coating based on white potato peel starch (*Solanum tuberosa*). For the formulation of the edible coatings, potato peel starch was used as a carbohydrate, glycerol as a plasticizer, and beeswax as a lipid. For the statistical analysis of the data, the Completely Randomized Design (DCA) was used, where 3 treatments were developed; resulting in 2 treatments with varying starch percentage (0.30 and 0.60%) and 1 control sample. The coated blackberries were stored refrigerated at 5°C. The physicochemical characteristics were evaluated by determining the (°Brix, % weight loss, pH, humidity and luminosity) after 8 days of storage. The results showed that the application of the edible coating helps preserve the physicochemical properties of the blackberry. As for sample 1 (M1), 2 (M2) and 3 (M3 control), final °Brix (7.4, 6.2, 5.8), final pH (2.43, 2.21, 2.45), final weight in g (50.59, 43.7, 53.29), Humidity % (46.5, 44.92, 47.96); Luminosity (Lux) (7.36, 8.55, 12.97). The optimal formulation was composed of 0.60% white potato peel starch, 0.30% beeswax and 1.22% glycerol; being better in all responses compared to the control sample. This formulation preserves the organoleptic and nutritional properties of the blackberry.

Keywords: Edible coating; potato peel starch; agroindustrial waste; berries.

INTRODUCCIÓN

Los recubrimientos comestibles proporcionan un método potencialmente efectivo para conservar productos alimenticios frescos al reducir la pérdida de humedad, regular la tasa de respiración, mejorar la suavidad de la superficie o prevenir el crecimiento microbiano durante su almacenamiento (Wigati et al., 2022). Al mismo tiempo, el almidón de la cáscara de papa ha demostrado ser un atributo económico, no tóxico y ampliamente disponible para la producción de películas y revestimientos (Kowalczyk et al., 2018) 0–100mM.

Como los carbohidratos son relativamente baratos y están ampliamente disponibles, son la opción más viable para producir polímeros comestibles. Asimismo, los polímeros comestibles se preparan principalmente a partir de carbohidratos, proteínas, lípidos o una combinación de estos compuestos (Coimbra, Marona, et al., 2023). Entre estos compuestos, los carbohidratos son los biopolímeros más trabajados debido a su bajo costo y amplia disponibilidad. Por lo tanto, el uso de almidón de la cáscara de papa en la fabricación de películas y revestimientos de superficies es una alternativa sostenible (Soto-Muñoz et al., 2021) 1.0–2.0% w/w.

El almidón es un carbohidrato natural, biodegradable y renovable que se encuentra en los tallos, semillas, frutas, raíces y tubérculos de las plantas (Rahmadi Putri et al., 2023). Es una fuente importante de energía para animales y humanos, así como un almacenamiento de energía a corto plazo para las plantas (Ferreira Saraiva et al., 2016). El almidón se compone de dos polisacáridos, uno de los cuales es la amilosa y el otro es la amilopectina. Ambos son insolubles en agua. Cuando el almidón se somete a cantidades específicas de presiones de cizallamiento, energía térmica y plastificante, sus gránulos pierden irreversiblemente su estructura semi cristalina y se transforman en una matriz continua (Oyom et al., 2022).

Sin embargo, la amilosa es la causa de la excepcional capacidad de formación de películas del almidón, lo que da como resultado películas duraderas, termosellables e isotrópicas (Ballesteros- Martínez et al., 2020). El almidón se utiliza en películas y revestimientos comestibles, ya que tiene la capacidad de formar capas incoloras, insípidas y translúcidas con propiedades similares a las de los polímeros sintéticos (Majeed et al., 2023).

Teniendo ese enfoque, se desarrolló un recubrimiento comestible a partir de almidón de la cáscara de papa blanca con el objetivo de conservar y prolongar la vida útil de las zarzamoras comercializadas en la Provincia de Tarma.

METODOLOGÍA

Materia prima

Las muestras de papa blanca (*Solanum tuberosa*) se recolectaron en la localidad de Huasahuasi ubicada al este de la ciudad de Tarma en Junín - Perú, se extrajeron un total de 5 kg. También se compraron 3 kg de zarzamoras (*Rubus ulmifolius*) en estado pintón, las cuales fueron adquiridas en el mercado Manuel A. Odría.

Obtención del almidón de la cáscara de papa blanca (*Solanum tuberosum*)

La extracción de almidón de la cáscara de papa blanca fue por el método de vía seca. Se lavaron 3 kg de cáscara de papa blanca con agua destilada, luego se realizó el secado solar durante 15 días. Transcurrido ese tiempo, se desarrolló el licuado en una proporción de 1:7 (materia prima: agua destilada) hasta obtener una consistencia densa y homogénea. Las muestras se tamizaron con una tela seda de 125 μm y se dejó sedimentar durante 3 horas hasta que el almidón se encuentre en el fondo del envase; en seguida, se procedió a vaciar el agua y colocar el almidón en un recipiente de acero inoxidable, para luego realizar el secado en estufa de las muestras a 40 °C por un tiempo de 1 h. Finalmente se pesó el almidón obtenido para calcular el rendimiento de extracción.

Proceso de elaboración del recubrimiento comestible

Para la obtención de las formulaciones formadoras de recubrimiento (FFR) se utilizó como matriz soporte el almidón de la cáscara de papa blanca (*Solanum tuberosum*), como componente lipídico la cera de abeja y como plastificante el glicerol. Las soluciones fueron preparadas disolviendo el almidón de cáscara de papa en polvo en agua destilada a 80 °C. Luego fue añadido el glicerol y la solución fue agitada con ayuda de un agitador magnético con calentador, hasta que alcanzó los 100 °C; la cual es una temperatura que asegura la fusión completa de la cera. A dicha temperatura fue añadida la cera de abeja y finalmente el surfactante Tween 80®. Luego se desarrolló el proceso de homogeneización del sistema por agitación durante 30 minutos a 1200 rpm. Finalmente se almacenó el recubrimiento comestible a una temperatura de 7° C hasta su utilización.

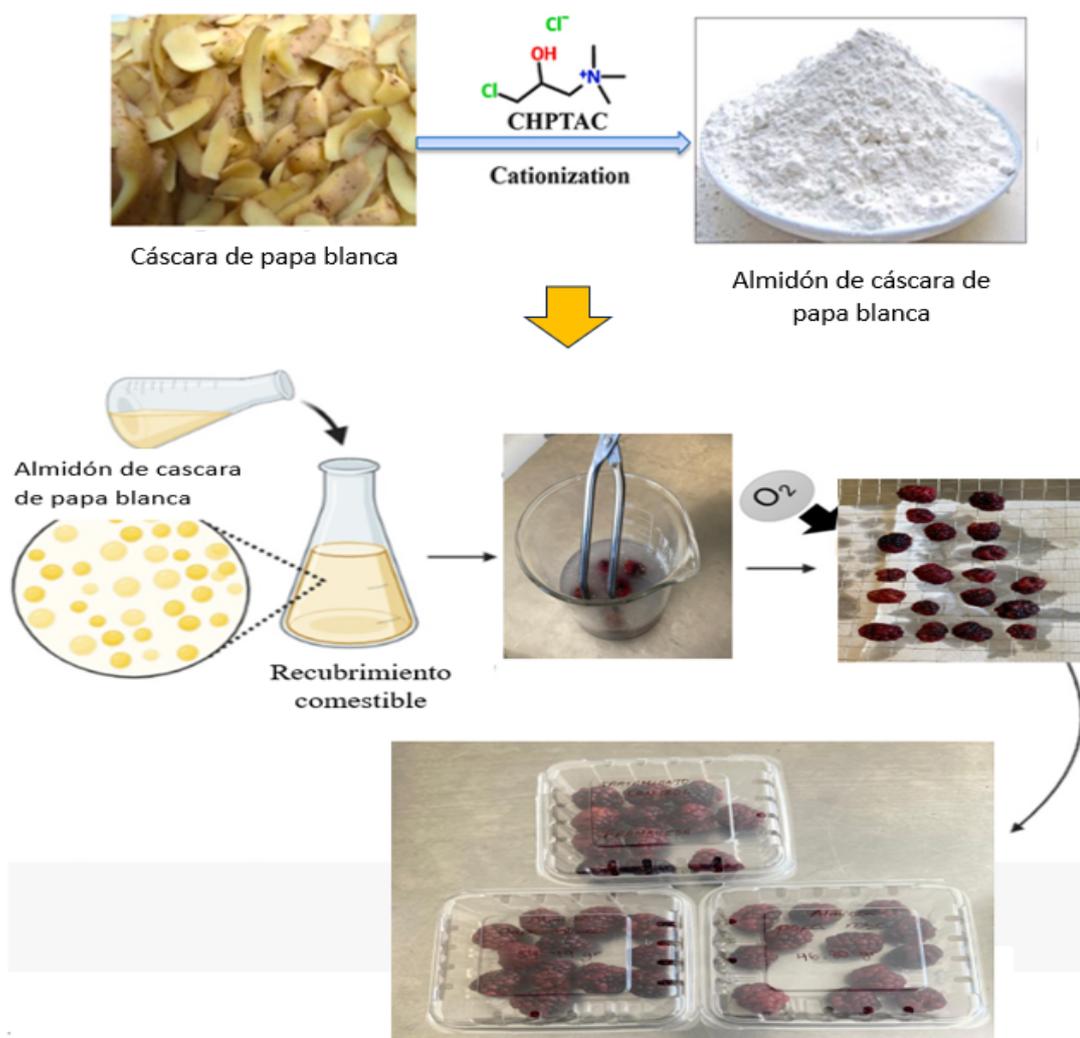
Aplicación del recubrimiento comestible sobre las zarzamoras (*Rubus ulmifolius*)

Para poder aplicar el recubrimiento comestible sobre las zarzamoras, se realizó la clasificación y selección de los berries con buenas características fisicoquímicas, de esta manera se descartan las zarzamoras de tamaño pequeño y las infectadas por microorganismos. Seguidamente se pasa al lavado y desinfección de las zarzamoras con hipoclorito de sodio al 0.05% por cada litro de agua, después son sometidas a secado por 10 minutos. Las zarzamoras desinfectadas y secas son sumergidas en las 2 solu-

ciones del recubrimiento por un tiempo de 2 minutos, luego con ayuda de unas pinzas son colocadas sobre un soporte de rejillas para facilitar el secado por 30 minutos. Una vez secas pasan al envasado en recipientes de plástico ventilados para después colocar las muestras experimentales en refrigeración a una temperatura de 5°C.

Figura 1

Aplicación del recubrimiento comestible por el método de inmersión



Análisis estadístico

La investigación experimental se desarrolló usando un diseño completamente al azar (DCA), debido a que se manipuló una sola variable independiente, el cual fue la concentración (0.30 y 0.60 %) de almidón de cáscara de papa blanca (*Solanum tuberosum*) en el recubrimiento comestible. Teniendo como variable dependiente las características fisicoquímicas: (°Brix, peso, humedad, pH y colorimetría).

Se realizó la comprobación de supuestos de normalidad y homogeneidad, para poder aplicar un análisis de varianza empleando el procedimiento ANOVA. Para la

comparación de promedios se usó la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del almidón de cáscara de papa blanca

Tabla 1

Análisis fisicoquímico del almidón de cáscara de papa blanca (b.s).

Características fisicoquímicas (b.s.)	
Potencial de hidrógeno (pH)	4.22
Humedad	10,21 %
Luminosidad (L*)	17,44
a*	1,75
b*	-1,41

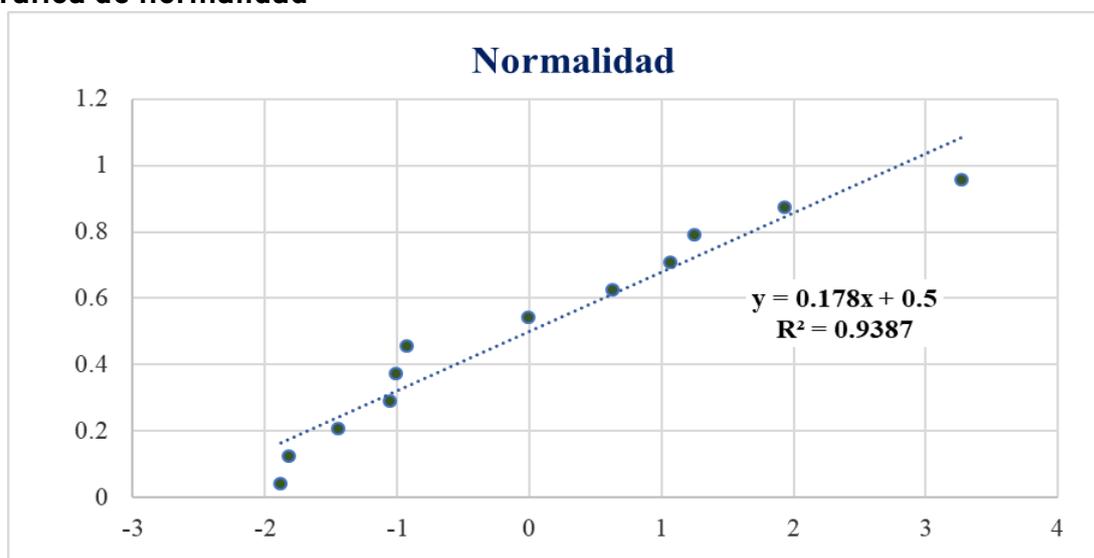
De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 1, los valores de pH 4,22 es similar a la cantidad reportada en la harina de cáscara de papa (*Cipira, PamelayDosa*) con 4,30 (Klang et al., 2019). Asimismo, diferentes variedades de subproducto de papa indican valores similares de potencial de hidrógeno ácido. En relación al contenido bajo en humedad indica una característica favorable, permitiendo menor susceptibilidad al desarrollo microbiano patógeno. El color de la cáscara de papa blanca, con respecto a la luminosidad (*L) expresan el contenido de clorofila, siendo una tonalidad de color blanco, con reducción de color amarillo (b) y a* con valor positivo de color rojo.

Interpretación de los datos fisicoquímicos de los frutos recubiertos

En la figura 2, se puede visualizar que los residuos siguen un patrón normal, debido a que los puntos se encuentran cerca de la línea central.

Figura 2

Gráfica de normalidad

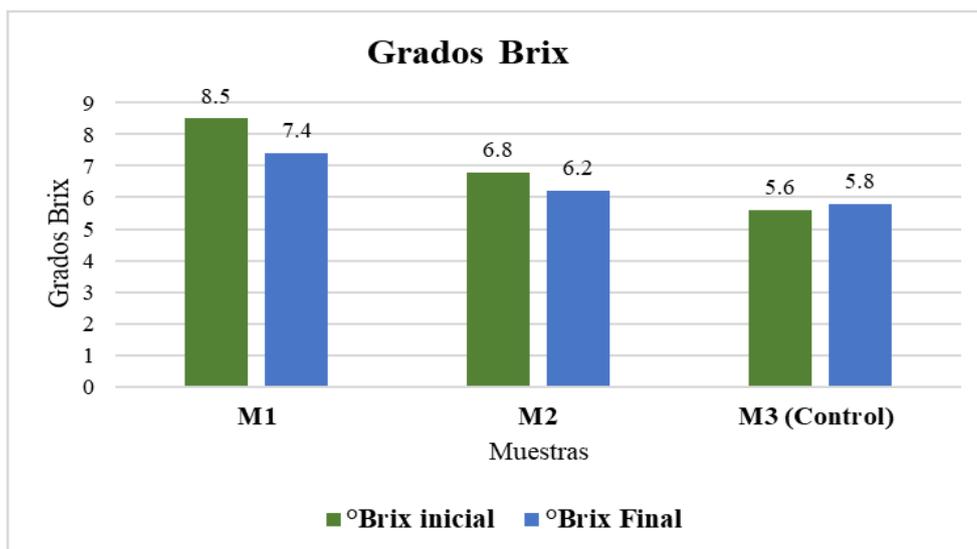


Análisis de °Brix

Las muestras de zarzamora con recubrimiento comestible evidenciaron una reducción de sólidos solubles en la M1 (7,4) y M2 (6,2), mientras que la muestra control incrementó 0,2 a su valor inicial analizado en estado fresco. Analizando estos resultados, se concluye que la M3 (Control) sin recubrimiento comestible es más susceptible a la degradación y las muestras con recubrimiento presentaron efectos de conservación de las propiedades de °Brix durante los 8 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración (5°C).

Figura 3

Contenido de sólidos solubles de la zarzamora con recubrimiento comestible.

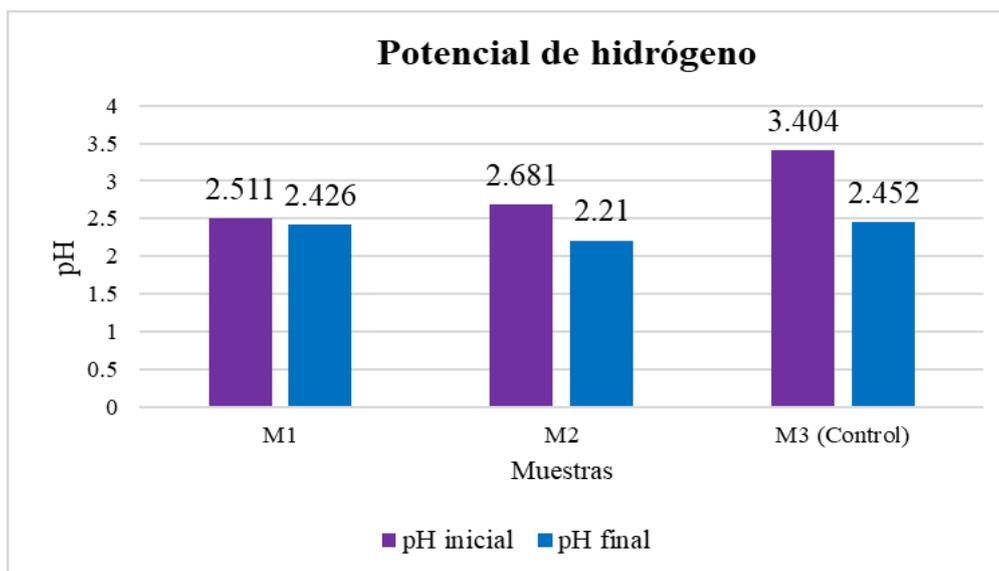


Análisis de Potencial de Hidrógeno (pH)

El análisis de pH en las muestras de frutos con recubrimiento comestible, reportó una disminución en M1 (30% de almidón de papa blanca) y M2 (60% de almidón de papa blanca) con valores de 0,085 y 0,471 respectivamente. Sin embargo, la muestra control (M3) presentó mayor disminución de pH con una diferencial de 0,952 después de 8 días de almacenamiento. Seguido a los resultados mencionados, en las comparaciones de pH por muestra estudiada, indican que la aplicación de recubrimientos comestibles contribuye a la conservación de su contenido con mínima reducción durante 8 días transcurridos en condiciones de refrigeración.

Figura 4

Contenido de pH de las zarzamoras con recubrimiento comestible.

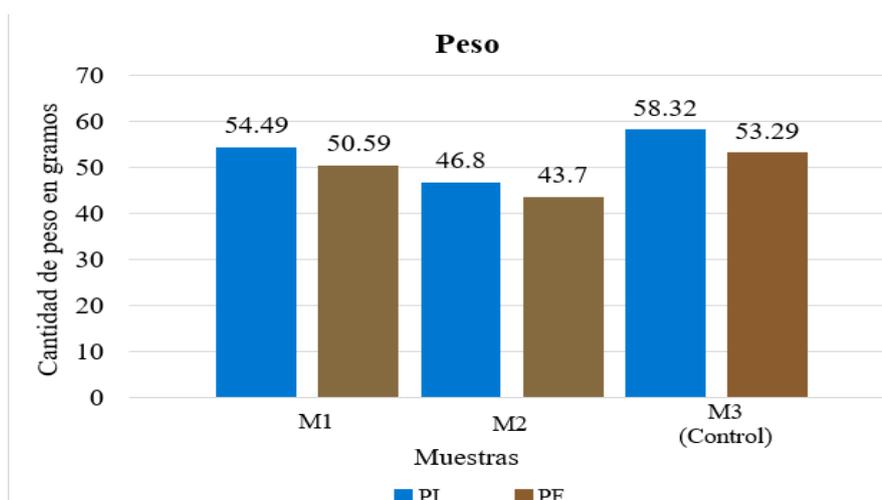


Análisis de pérdida de peso en las muestras

De acuerdo a la figura 4, el peso inicial de las zarzamoras recubiertas es 54,49 g para muestra 1; 48,8g para la muestra 2 y 58,32 g para la muestra control, al cabo de 8 días de almacenamiento se realizó nuevamente el pesado, evidenciando que todas las muestras perdieron peso, donde los pesos finales fueron de 50,59 g para la muestra 1; 43,7 g para la muestra 2 y 53,29 g para la muestra 3. Indicando que la M2 es la concentración óptima para mantener la mínima reducción de peso de las zarzamoras recubiertas con una capa comestible a base de almidón de cáscara de papa blanca.

Figura 5

Peso inicial y peso final de las zarzamoras con recubrimiento comestible.

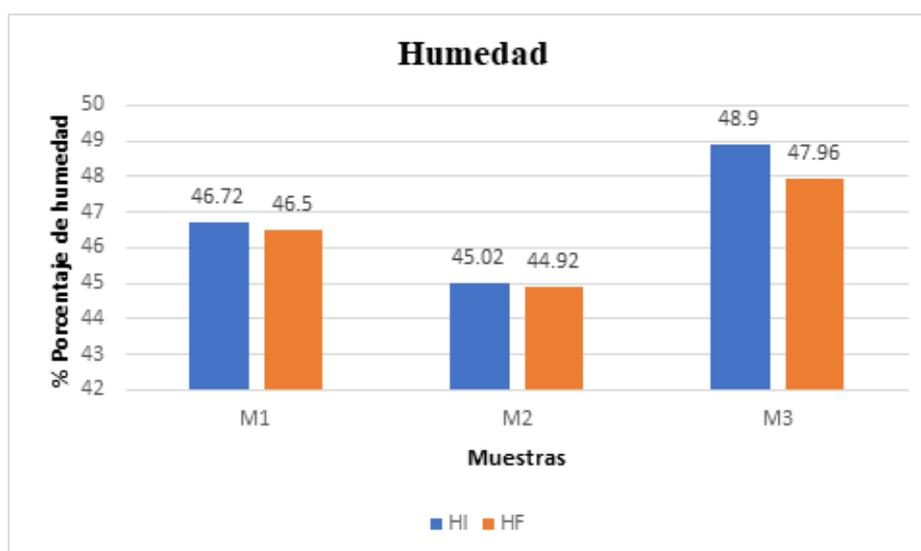


Análisis de humedad

Schulz et al., (2019) however, information about chemical composition and antioxidant potential of the specie *Rubus ulmifolius* are still scarce. In this regard, this study aimed to assess the physicochemical characteristics, total monomeric anthocyanins (TMA, reporta que el contenido de humedad de las zarzamoras es menor de 88,09 % en estado pintón y 88,7 % en estado maduro de la variedad (*Rubus ulmifolius Schott*). El resultado que se obtuvo en los porcentajes de humedad, evidencia pérdida mínima en la muestra 1 con 46,5% donde está formulado al 30% de almidón de papa blanca y en la muestra control sin recubrimiento con 47,96%. Mientras que en la muestra 2 (60% de almidón de papa blanca) muestra una reducción mínima, con una humedad final de 44,92%. Además, en promedio todas las muestras solo descendieron 1.26%, indicando que es favorable para la disminución de crecimiento microbiano por su bajo contenido de humedad.

Figura 6

pH de las zarzamoras con recubrimiento comestible

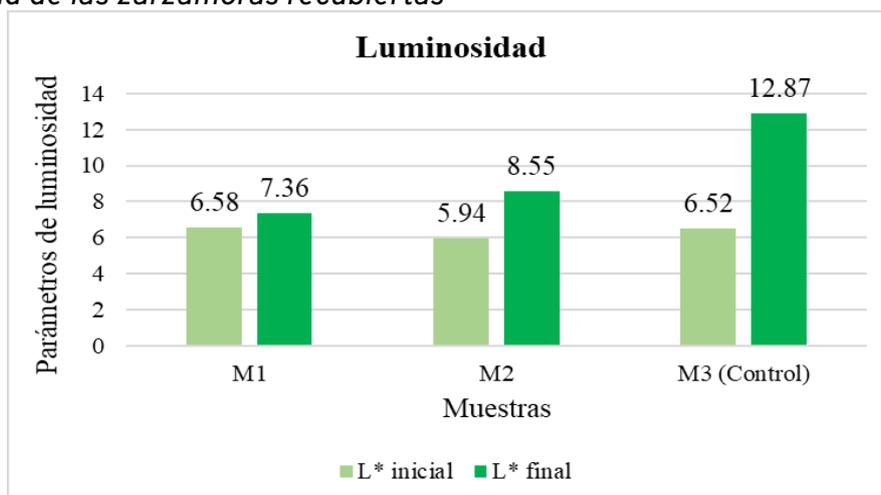


Análisis de Luminosidad

La figura 6 muestra un incremento de la luminosidad en todas las muestras, donde la muestra control (M3) evidencia un 12,87 Lux y las demás muestras con recubrimiento comestible están en 7,36 Lux (M1) y 8,55 Lux (M2), considerando que la luminosidad de la fruta fresca es de 6,52 Lux analizado inicialmente, los datos obtenidos evidencian la conservación y prolongación de la vida útil de las zarzamoras.

Figura 7

Luminosidad de las zarzamoras recubiertas



DISCUSIÓN

El pH del almidón de cáscara de papa blanca fue de 4.22, en comparación con lo reportado por Klang et al., (2019) el cual fue 4.30, se evidencia una similitud. En cuanto a la humedad del almidón el valor obtenido fue de 10.21%, además el análisis de colorimetría brindó los siguientes parámetros (L^* 17,44; a^* 1,75 y b^* -1.41). La investigación desarrollada por (Gupta et al., 2023) menciona que la extracción de polímeros biodegradables como almidón y celulosa presentes en los residuos agrícolas de papa, son una alternativa eficaz para la elaboración de películas comestibles.

Autores como Brain Wilfer et al., (2021), mencionan que el recubrimiento comestible presenta un coloración transparente y es termosellable, lo que favorece la retención de agua, importante para mantener los colores propios del alimento. En cuanto a la pérdida de peso (Oyom et al., 2022) y (Lee et al., 2020) coinciden que las diferencias de peso se dan en los rangos del día 8-12 después de la aplicación del recubrimiento, respecto al pH de los alimentos en el rango de los días 8-9 existe una disminución de acidez leve, lo que provoca retardo en el crecimiento de agentes microbianos en el alimento (Hosseini et al., 2023).

Se realizó la caracterización química de la zarzamora, obteniendo un pH de 2.68, contenido de humedad de 45,02 %, sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) 6,78%, contenido de fructosa 6.90, contenido de sacarosa 6.81, índice de refracción 1,3430 nD y luminosidad (L^*) 6,52 a^* 3,82 y b^* -1,17. El análisis de colorimetría permitió medir el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante como la antocianina que aporta su color llamativo rojo oscuro o púrpura a la zarzamora (Ghoshal & Kaur, 2023).

El autor Choi et al., (2022) menciona la influencia de la fruta en estado maduro sobre el pH y los $^{\circ}$ Brix los cuales fueron 3,60 y 7,6 respectivamente, cabe precisar que

los °Brix de la zarzamora pueden variar dependiendo del tipo de variedad y la zona en que se cultiva el fruto.

Del mismo modo la alteración de los porcentajes de almidón en la formulación de los recubrimientos comestibles, comprueban que la fruta mantiene sus propiedades a pesar de los días de conservación, simbolizando la correcta función del recubrimiento. La aplicación del recubrimiento comestible a diversos alimentos evitará la proliferación de microorganismos patógenos, contribuirá en la extensión de la vida en anaquel del producto sin alterar su propiedades organolépticas, nutricionales y de calidad (Coimbra, Alarico, et al., 2023).

Kupervaser et al., (2023), determina la funcionalidad de recubrimiento comestible elaborado a partir de almidón de papa y aceite esencial de cáscara de naranja, donde la efectividad de la capa comestible fue hasta los 15 días de ser aplicado al fruto, también inhibe el crecimiento fúngico. También se recomienda incluir hierbas aromáticas en el diseño de recubrimiento con almidón y aceites esenciales para una mayor efectividad (Kowalczyk et al., 2018).

CONCLUSIÓN

El recubrimiento comestible a base de almidón de cáscara de papa blanca permitió prolongar la vida útil de las zarzamoras almacenadas a temperatura de refrigeración (5°C) por un periodo de 8 días. Se evidencio que el almidón de cáscara de papa blanca influyó sobre la tasa de respiración y luminosidad, permitiendo conservar las zarzamoras por más tiempo y manteniendo sus características fisicoquímicas, organolépticas y de calidad. La formulación óptima estuvo compuesta por 0,60% de almidón de cáscara de papa blanca, 0,30 % de cera de abeja y 1,22 % de glicerol; siendo mejor en todas las respuestas con respecto a la muestra control.

REFERENCIAS

- Ballesteros-Mártinez, L., Pérez-Cervera, C., & Andrade-Pizarro, R. (2020). Effect of glycerol and sorbitol concentrations on mechanical, optical, and barrier properties of sweet potato starch film. *NFS Journal*, 20, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.06.002>
- Brain Wilfer, P., Giridaran, G., Jeya Jeevahan, J., Britto Joseph, G., Senthil Kumar, G., & Thykattuserry, N. J. (2021). Effect of starch type on the film properties of native starch based edible films. *Materials Today: Proceedings*, 44, 3903-3907. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.1118>
- Choi, I., Shin, D., Lyu, J. S., Lee, J.-S., Song, H., Chung, M.-N., & Han, J. (2022). Physicochemical properties and solubility of sweet potato starch-based edible films. *Food Packaging and Shelf Life*, 33, 100867. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100867>



- Coimbra, P., Alarico, S., Empadinhas, N., Braga, M. E. M., & Gaspar, M. C. (2023). Sustainable starch-based edible films with agrifood residues as potential carriers for the probiotic *Lactobacillus rhamnosus*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 88, 103452. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103452>
- Coimbra, P., Marona, B., Henriques, M. H. F., Campos, L., Gomes, D. M. G. S., Vitorino, C., Sousa, J. J. S., Braga, M. E. M., & Gaspar, M. C. (2023). Edible films based on potato and quince peels with potential for the preservation of cured cheese. *Food Packaging and Shelf Life*, 40, 101176. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101176>
- Ferreira Saraiva, L. E., Naponucena, L. de O. M., da Silva Santos, V., Silva, R. P. D., de Souza, C. O., Evelyn Gomes Lima Souza, I., de Oliveira Mamede, M. E., & Druzian, J. I. (2016). Development and application of edible film of active potato starch to extend mini panettone shelf life. *LWT*, 73, 311-319. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.047>
- Ghoshal, G., & Kaur, M. (2023). Optimization of extraction of starch from sweet potato and its application in making edible film. *Food Chemistry Advances*, 3, 100356. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100356>
- Gupta, V., Thakur, R., Barik, M., & Das, A. B. (2023). Effect of high amylose starch-natural deep eutectic solvent based edible coating on quality parameters of strawberry during storage. *Journal of Agriculture and Food Research*, 11, 100487. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100487>
- Hosseini, P., Hojjatoleslami, M., & Molavi, H. (2023). Investigation of the mixing ratio of quince seed gum, potato starch and gellan gum on the properties of the resulting film by Mixture Design. *International Journal of Biological Macromolecules*, 237, 123869. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123869>
- Klang, J. M., Tene, S. T., Nguemguo Kalamo, L. G., Boungo, G. T., Ndomou Houketchang, S. C., Kohole Foffe, H. A., & Womeni, H. M. (2019). Effect of bleaching and variety on the physico-chemical, functional and rheological properties of three new Irish potatoes (Cipira, Pamela and Dosa) flours grown in the locality of Dschang (West region of Cameroon). *Heliyon*, 5(12), e02982. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02982>
- Kowalczyk, D., Kazimierczak, W., Zięba, E., Mężyńska, M., Basiura-Cembala, M., Lisiecki, S., Karaś, M., & Baraniak, B. (2018). Ascorbic acid- and sodium ascorbate-loaded oxidized potato starch films: Comparative evaluation of physicochemical and antioxidant properties. *Carbohydrate Polymers*, 181, 317-326. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.10.063>

- Kupervaser, M. G., Traffano-Schiffo, M. V., Dellamea, M. L., Flores, S. K., & Sosa, C. A. (2023). Trends in starch-based edible films and coatings enriched with tropical fruits extracts: A review. *Food Hydrocolloids for Health*, 4, 100138. <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2023.100138>
- Lee, E., Song, H., Choi, I., Lee, J.-S., & Han, J. (2020). Effects of mung bean starch/guar gum-based edible emulsion coatings on the staling and safety of rice cakes. *Carbohydrate Polymers*, 247, 116696. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116696>
- Majeed, T., Dar, A. H., Pandey, V. K., Dash, K. K., Srivastava, S., Shams, R., Jeevarathinam, G., Singh, P., Echegaray, N., & Pandiselvam, R. (2023). Role of additives in starch-based edible films and coating: A review with current knowledge. *Progress in Organic Coatings*, 181, 107597. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2023.107597>
- Oyom, W., Xu, H., Liu, Z., Long, H., Li, Y., Zhang, Z., Bi, Y., Tahergorabi, R., & Prusky, D. (2022). Effects of modified sweet potato starch edible coating incorporated with cumin essential oil on storage quality of 'early crisp'. *LWT*, 153, 112475. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112475>
- Rahmadi Putri, T., Adhitasari, A., Paramita, V., Endy Yulianto, M., & Dwi Ariyanto, H. (2023). Effect of different starch on the characteristics of edible film as functional packaging in fresh meat or meat products: A review. *Materials Today: Proceedings*, 87, 192-199. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.396>
- Schulz, M., Seraglio, S. K. T., Della Betta, F., Nehring, P., Valesse, A. C., Daguer, H., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2019). Blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott): Chemical composition, phenolic compounds and antioxidant capacity in two edible stages. *Food Research International*, 122, 627-634. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.034>
- Soto-Muñoz, L., Palou, L., Argente-Sanchis, M., Ramos-López, M. A., & Pérez-Gago, M. B. (2021). Optimization of antifungal edible pregelatinized potato starch-based coating formulations by response surface methodology to extend postharvest life of 'Orri' mandarins. *Scientia Horticulturae*, 288, 110394. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110394>
- Wigati, L. P., Wardana, A. A., Tanaka, F., & Tanaka, F. (2022). Edible film of native jicama starch, agarwood Aetoxylon Bouya essential oil and calcium propionate: Processing, mechanical, thermal properties and structure. *International Journal of Biological Macromolecules*, 209, 597-607. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.04.021>