



## Calidad poscosecha del apio criollo (*Arracacia xanthorrhiza* Bancrof) con un recubrimiento a base de almidón

González-Ortiz, Marie T.; Giménez-Machado, Aracelis J.; Pérez de Camacaro, María E. y García-Gil, Grisaly R.

Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Decanato de Agronomía. Programas de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Agroindustrial. Dpto. Procesos Agroindustriales. Dpto. Ciencias Biológicas. Posgrado de Horticultura Barquisimeto, Venezuela

<https://orcid.org/0000-0002-7765-7110> [marieg@ucla.edu.ve](mailto:marieg@ucla.edu.ve)  
<https://orcid.org/0000-0001-5333-4299> [aracelisgimenez@ucla.edu.ve](mailto:aracelisgimenez@ucla.edu.ve)  
<https://orcid.org/0000-0002-9423-1824> [mariap@ucla.edu.ve](mailto:mariap@ucla.edu.ve)  
<https://orcid.org/0000-0001-9918-5014> [grisalygarcia@ucla.edu.ve](mailto:grisalygarcia@ucla.edu.ve)

ASA/Artículo

doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.8192362>

Recibido: 06-08-2022

Aceptado: 13-05-2023

### RESUMEN

El apio criollo (*Arracacia xanthorrhiza*) es una raíz tuberosa andina de alto valor nutricional. Tiene una corta vida poscosecha lo cual limita su comercialización. El uso de recubrimientos comestibles a base de biopolímeros constituye una alternativa para mantener la calidad de los productos en la poscosecha. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de un recubrimiento a base de almidón al 1 % sobre la calidad poscosecha del apio criollo, durante el almacenamiento refrigerado a  $10\pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $80\pm 2\%$  de humedad relativa durante 14 días. Para lo cual las raíces se lavaron, desinfectaron, y se les aplicó el recubrimiento mediante inmersión. Se empleó un diseño completamente al azar y un arreglo factorial de los tratamientos, considerando los factores: recubrimiento (con dos niveles, con recubrimiento (CR) y sin recubrimiento (SR)); y tiempo (con dos niveles: 7 y 14 días). Se evaluó: el color, expresado como  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , se estimó el croma y el hue $^{\circ}$ ; el porcentaje de pérdida de masa fresca (%PMF); el porcentaje de masa seca (%MS); el contenido de sólidos solubles totales (SST); el pH y la acidez titulable (AT) expresada como porcentaje de ácido málico. El recubrimiento afectó las variables  $L^*$ ,  $a^*$ , hue $^{\circ}$ , el pH y la AT, presentó un efecto positivo sobre el color de las raíces. Muestra un gran potencial de uso, y mantiene aceptables las variables químicas de calidad. Para aumentar su efectividad pudiera ser combinado con otro biopolímero o aditivos.

**Palabras Clave:** *Arracacia xanthorrhiza*, vida útil, almacenamiento, raíces andinas, arracacha.



## Post-harvest quality of white carrot (*Arracacia xanthorrhiza* Bancrof) with a starch coating

### ABSTRACT

The white carrot (*Arracacia xanthorrhiza*) is an Andean tuberous root of high nutritional value. It has a short post-harvest life which limits its commercialization. The use of edible coatings based on biopolymers constitutes an alternative to maintain the quality of postharvest products. The objective of this work was to evaluate the effect of applying a 1% starch coating on postharvest quality during refrigerated storage at  $10\pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $80\pm 2\%$  relative humidity for 14 days. The roots were washed and disinfected; immersion was used as the application method. A completely randomized design and a factorial arrangement of the treatments were used, considering the factors: coating (with two levels, with coating (CR) and without coating (SR)), and time (with two levels: 7 and 14 days). It was evaluated: the color, expressed as  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ , the intensity or Chroma and the tonality or  $\text{Hue}^{\circ}$  were estimated; the percentage of fresh mass loss (%FML); the percentage of dry mass (%DM); the content of total soluble solids (TSS); pH and titratable acidity (TA) expressed as a percentage of malic acid. The coating affected the variables  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $\text{Hue}^{\circ}$ , pH and TA, presented a positive effect on the color of the roots. It shows great potential for use, and keeps quality chemical variables acceptable. To increase its effectiveness could be combined with another biopolymer or additives.

**Keywords:** *Arracacia xanthorrhiza*, shelf life, storage, Andean roots, arracacha.

## INTRODUCCIÓN

**E**l apio criollo (*Arracacia xanthorriza* Bancroft) perteneciente a la familia Apiaceae (Umbelliferae) es una raíz tuberosa de origen andino, apreciada por su alto valor nutricional pues posee almidones de alta digestibilidad (Rocha et al. 2011), constituye una buena fuente de vitamina A, niacina, calcio, hierro y fósforo (Albano et al. 2014), y tiene amplios sus usos culinarios (Pinzón et al. 2020). Posee una alta perecibilidad poscosecha como consecuencia de la pérdida de masa fresca y susceptibilidad al ataque de microorganismos (Vilela et al. 2015). Al igual que otras especies como la zanahoria, el rábano y el nabo, posee una corta vida poscosecha, de unos 2 a 7 días, en condiciones de temperatura y humedad relativa no controladas (Zaccari et al. 2018).

La raíz tuberosa del apio criollo posee una peridermis delgada, de una conformación particular (Roth, 1977), que junto a los procesos fisiológicos de transpiración y respiración son los responsables de la rápida pérdida de masa fresca, lo cual se refleja en el deterioro y

disminución de la calidad poscosecha debido a los cambios en la apariencia, ante la presencia de síntomas de deshidratación y pardeamiento.

Uno de los atributos de calidad poscosecha es el color, pues representa un atractivo para el consumidor (Botrel y Madeira, 2012; Adaskaveg y Blanco-Ulate, 2023), para su medición se han desarrollado muchas escalas, una de las más utilizadas es la basada en los colores sólidos CIELAB, los ejes del color sólido son designados como L\*, a\* y b\* (Voss, 1992). L\*, corresponde al eje vertical y es una medida de la claridad o luminosidad del color, donde cero (0) corresponde a negro y cien (100) a blanco. La coordenada cromática a\*, puede ser un valor positivo o negativo, y define la posición relativa respecto al eje verde azulado-rojo púrpura. La coordenada cromática b\*, puede ser un valor positivo o negativo respecto al eje azul-amarillo (Voss, 1992; Shewfelt, 2002).

El hue° se refiere al nombre del color (rojo, amarillo, naranja, verde, azul, entre otros) y se expresa como una distancia angular. El croma (intensidad) es expresado como la distancia desde el origen (0,0), valores cercanos a este

representan el gris, poca o ninguna cromaticidad; en la medida que se aleja del centro, aumenta la cromaticidad (Konica-Minolta, 2007).

El uso de recubrimientos a base de biopolímeros se ha venido evaluando en diversos productos hortícolas de crecimiento subterráneo, en fresco y mínimamente procesados, como en papa (Emragi et al. 2022), zanahoria (Villafañe, 2017; Keshari et al. 2022), batata (Ojeda et al. 2014), yuca (Gomes et al. 2017) y apio criollo (Soares et al. 2007; Buso et al. 2014).

La naturaleza química de los recubrimientos es variada, se han utilizado para su elaboración polisacáridos como: el almidón, la celulosa, la carboximetilcelulosa, la pectina, el alginato, el xantano, el pululano, la goma arábiga, el quitosano, el carragenano, entre otros (Saberri y Golding, 2018).

El almidón es utilizado para la elaboración de recubrimientos por su fácil disponibilidad, fácil procesamiento, alto rendimiento, alto valor nutricional, bajo costo, es biocompatible, es biodegradable, es comestible y posee

propiedades funcionales (Brain et al. 2021; Bangar et al. 2021).

El apio criollo tiene una gran cantidad de almidón en su constitución, es por ello que evaluar el efecto de la aplicación de un recubrimiento a base de almidón al 1% sobre la calidad poscosecha, permitiría sentar las bases para afinar su utilización como una estrategia para mantener la calidad durante el almacenamiento, donde incluso la misma raíz podría servir como fuente de almidón (Medina et al. 2012; Castanha et al. 2018).

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la aplicación de un recubrimiento a base de almidón al 1 %, sobre la calidad poscosecha de raíces de apio criollo, durante el almacenamiento refrigerado a  $10 \pm 1$  °C y  $80 \pm 2$  % de humedad relativa por un período de 14 días.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Manejo Poscosecha de Productos Hortícolas del Programa de Horticultura de la Universidad

Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), en Cabudare, estado Lara, Venezuela.

**Material vegetal:** Se emplearon raíces de apio criollo con una edad a cosecha de 15 meses, del cultivar Colombiano; fueron adquiridas directamente a un productor de la zona de Boconó, estado Trujillo, Venezuela.

La longitud promedio de las raíces fue de 12,3 cm, y el diámetro de 4,5 cm. Se trasladaron al laboratorio el mismo día de la adquisición y se evaluaron al día siguiente. Se tomaron 14 raíces para realizar la caracterización fisicoquímica inicial.

**Limpieza y desinfección:** Las raíces se lavaron con agua de chorro, a fin de eliminar la tierra adherida, y se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 0,2 % durante 10 minutos, se colocaron sobre papel absorbente, y se dejaron secar al aire aproximadamente durante 3 horas.

**Recubrimiento:** se preparó una solución de almidón al 1 % empleando 10 g.L<sup>-1</sup> de almidón grado analítico, se mantuvo bajo agitación a una temperatura de 70 °C. Luego se añadieron 10

mL.L<sup>-1</sup> de glicerol, según procedimiento de Soares *et al.* (2007).

Las raíces de apio criollo se dividieron en dos grupos: a uno se les aplicó un recubrimiento (CR), para lo cual se sumergieron en la solución de almidón previamente preparada por 1 minuto; el otro grupo de raíces sin recubrimiento (SR) se sumergieron en agua destilada por el mismo tiempo. Ambos grupos se retiraron y dejaron secar al aire a temperatura ambiente de 25 ± 2 °C por 24 horas. Luego se colocaron bajo almacenamiento refrigerado a 10 ± 1 °C y 80 ± 2 % de humedad relativa durante 14 días.

Las variables consideradas para evaluar la calidad de las raíces CR y SR fueron las siguientes:

**Color:** La raíz se colocó en el sensor del colorímetro ColorFlex (HunterLab), tomando en cuenta 3 diferentes puntos de la zona de mayor diámetro, separados aproximadamente por un ángulo de 120° al rotarlo sobre su eje. Se empleó la iluminante de D65, con un ángulo de 10°, un rango espectral de 400 a 700 nm y se realizó la calibración estándar del equipo.

Se obtuvieron los valores de luminosidad ( $L^*$ ), y las coordenadas cromáticas  $a^*$  y  $b^*$ , del espacio de color o CIELAB, a partir de los cuales se estimó el hue° ( $h^\circ$ ) o la tonalidad del color, y el croma (C) o intensidad del color, empleando las fórmulas (Konica-Minolta, 2007):

$$h^\circ = \tan^{-1} b^* / a^* \quad (1)$$

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (2)$$

**Porcentaje de pérdida de masa fresca (%PMF):** Se estimó registrando la masa inicial de las raíces, con una balanza digital, tomando este valor como referencia, se estimó en forma porcentual la diferencia de los valores registrados durante el periodo de almacenamiento, según la fórmula:

$$\%PMF = [(masa\ inicial\ raíz - masa\ final\ raíz) / masa\ final\ pulpa] * 100 \quad (3)$$

**Porcentaje de masa seca (%MS):** Se determinó utilizando 50 g de pulpa de la raíz, la cual se colocó en una bandeja de aluminio, se registró la masa inicial y se llevó a estufa a 72 °C hasta peso constante, por diferencia en el valor inicial, se estimó el porcentaje de masa seca, según la siguiente fórmula (AOAC, 1990).

$$\%MS = [(masa\ final\ pulpa - masa\ bandeja) / masa\ inicial\ pulpa] * 100 \quad (4)$$

**pH:** se determinó según procedimiento de la norma Covenin 1315-79, empleando un equipo Accumet® Research de Fisher Scientific.

**Sólidos solubles totales (SST):** se siguió el procedimiento de la norma Covenin 924-83, se utilizó un equipo Atago® PR-101.

**Acidez titulable (AT):** se tomó como referencia la norma Covenin 1151-77. Los reactivos utilizados fueron de grado analítico.

**Análisis estadístico:** El experimento se condujo bajo un diseño completamente al azar y un arreglo factorial de los tratamientos. Se consideraron 2 factores: recubrimiento (con dos niveles, raíces sin recubrimiento (SR) y raíces con recubrimiento a base de almidón al 1 % (CR)), y tiempo de almacenamiento (con dos niveles, 7 y 14 días). El número total de raíces evaluadas fueron 60, correspondiendo 30 raíces por tratamiento. Se realizaron dos evaluaciones de cada una de las variables, a los 7 y 14 días de almacenamiento, en la que se emplearon 14 raíces por tratamiento, cada raíz representó una

repetición. El efecto de los tratamientos se determinó mediante un análisis de la varianza (ANAVAR), y posteriormente la prueba de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), utilizando el programa Statistix® versión 8.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Color:** El recubrimiento a base de almidón al 1 %, afectó los valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $h^\circ$ , presentado diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $P < 0,01$ ) (Cuadro 1). El aspecto visual de las raíces se favoreció con la aplicación del recubrimiento,  $L^*$  fue mayor para las raíces CR, al igual que el  $h^\circ$ , confiriendo a las raíces un aspecto más luminoso y amarillo. Emragi y Jayanti (2021) obtuvieron resultados parecidos para la luminosidad ( $L^*$ ) en papa, al emplear un recubrimiento a base de almidón y otros aditivos. La coordenada cromática  $a^*$  fue menor en las raíces CR, siendo estas menos rojizas. La coordenada cromática  $b^*$  y el croma no mostraron diferencias en las raíces CR y SR ( $P > 0,05$ ).

El tiempo de almacenamiento (Cuadro 2), afectó las variables  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  el croma y el  $h^\circ$ . La luminosidad de las raíces disminuyó a los 14

días, tornándose las raíces oscuras. La coordenada cromática  $b^*$  también disminuyó, siendo las raíces menos amarillas. La coordenada cromática  $a^*$  aumentó con el tiempo de almacenamiento, confiriendo un aspecto más rojizo a las raíces. El croma disminuyó con el tiempo de almacenamiento, al igual que el  $h^\circ$ , mostrando las raíces un color menos intenso y menos amarillo. Botrel y Madeira (2012) obtuvieron resultados similares para el croma en apio; en papa fue distinto, el croma aumentó con el tiempo de almacenamiento (Emragi y Jayanti, 2021); al igual que en pera (Oyom et al. 2022). Este comportamiento pudiese estar relacionado con la naturaleza de los pigmentos que se encuentran en estos productos y su metabolismo durante el almacenamiento, para el apio criollo los carotenoides son los que le confieren esa tonalidad amarilla, y por tanto la variación que ocurra en estos se verá reflejada en los cambios del color durante el almacenamiento.

**Porcentaje de pérdida de masa fresca (%PMF):** En el Cuadro 3 se muestra la pérdida de masa fresca de las raíces CR y SR, en ambos se obtuvieron valores estadísticamente iguales ( $P > 0,05$ ). El recubrimiento mostró una limitada

acción como barrera al intercambio gaseoso, por tanto posiblemente, con un control insuficiente de los procesos fisiológicos de transpiración y respiración. En cuanto al tiempo de almacenamiento (Cuadro 4), %PMF a los 14 días fue mayor que a los 7 días. Los valores registrados fueron similares a los obtenidos por Botrel y Madeira (2012) en apio criollo almacenado a 4°C a los 20 días de almacenamiento. En frutas como la ciruela (Thakur et al., 2018) y la pera (Oyon et al. 2022) el recubrimiento a base de almidón mostró resultados similares a los obtenidos durante las primeras dos semanas de almacenamiento, luego de este tiempo hubo un cambio y se observó cierto control por parte del recubrimiento sobre la PMF en esos productos. Es posible que la evaluación de las raíces de apio durante 14 días de almacenamiento haya sido insuficiente para realmente conocer su efectividad.

**Masa seca:** Las raíces SR y CR mostraron valores estadísticamente iguales ( $P > 0,05$ ) (Cuadro 3). El tiempo de almacenamiento afectó esta variable ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 4), a los 14 días se registró un aumento de la masa seca de las

raíces. El contenido de masa seca de un producto hortícola se alcanza a nivel de campo, durante su ciclo de cultivo y un adecuado manejo (Anderson et al. 2017; Lu y Hu, 2021), los valores registrados en el apio son reflejo de la condición previa, sin embargo, estuvieron más elevados que los obtenidos por García y Pacheco-Delahaye (2008).

**Acidez titulable (AT):** Hubo diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) para los tratamientos evaluados, considerando el factor recubrimiento y el factor tiempo de almacenamiento. Las raíces SR mostraron un mayor valor de AT en comparación con las raíces CR. En cuanto al tiempo de almacenamiento a los 14 días (Cuadro 4) el valor registrado fue menor al observado a los 7 días, este comportamiento fue similar al obtenido por Thakur et al. (2018) en ciruela, y por Dai et al. (2019) en pera. Es posible que el proceso respiratorio ocasionara la reducción del contenido de ácido málico.

**Sólidos solubles totales (SST):** La aplicación de recubrimiento se mostró sin efecto sobre el contenido de SST, siendo estadísticamente iguales los valores registrados ( $P > 0,05$ ) en las



raíces CR y SR (Cuadro 3), respecto al tiempo de almacenamiento (Cuadro 4) hubo diferencias en el registro a los 7 y 14 días ( $P < 0,05$ ) coincidiendo con los resultados obtenidos por Saha et al. (2014) en papa, y por Thakur et al. (2018) en ciruela. Los SST al inicio del experimento estuvieron en 6,1 °Brix, se presentó una tendencia al aumento, posiblemente debido a la formación de azúcares solubles a partir del almidón, promovido por la baja temperatura de almacenamiento (Emragi y Jayanti, 2021), a fin de tener disponible el sustrato necesario para el proceso respiratorio.

**pH:** El valor del pH al inicio del almacenamiento fue de 6,55. Hubo un efecto de interacción entre los factores analizados ( $P < 0,01$ ) se presentan en el Cuadro 5 los resultados. La aplicación de recubrimiento en las raíces de apio afectó el valor del pH registrado a los 7 días de almacenamiento. A los 14 días las raíces CR y SR mostraron valores de pH estadísticamente iguales ( $P > 0,05$ ). La

tendencia al aumento del pH durante el almacenamiento coincidió con lo presentado por Saha et al. (2014) en papa. Posiblemente la disminución del contenido de ácidos orgánicos empleados durante el proceso respiratorio afectó el pH, expresándose como un aumento en su valor. Considerando a su vez que esa tendencia al aumento favorece los procesos de descomposición enzimática del almidón a través de la acción de las enzimas amilolíticas (Pires et al. 2002). Una vez analizadas las variables evaluadas, se tiene que el recubrimiento a base de almidón al 1% mostró una limitada acción para el control de la pérdida de masa fresca en las raíces de apio criollo, lo cual es fundamental en la valoración de la calidad poscosecha. Sin embargo, sería conveniente seguir investigando para llegar a un punto óptimo de utilización, ya que se podría reforzar su acción con otro biopolímero o aditivo (Singh *et al.* 2022), y así aprovechar el efecto positivo que tiene sobre el color, haciendo el producto más atractivo al consumidor.

**Cuadro 1. Coordenadas cromáticas, L\*, croma y hue° en raíces de apio (*Arracacia xanthorrhiza*) sin recubrimiento (SR) y con recubrimiento (CR) a base de almidón al 1 % bajo almacenamiento refrigerado de 10±1 °C y 80±2 % de humedad relativa (n=28).**

| Raíces                         | L*                        | a*             | b*           | Croma         | Hue°         |
|--------------------------------|---------------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|
| SR                             | 50,98±6,27 b <sup>†</sup> | 9,79±1,62<br>a | 30,62±3,03 a | 32,17±3,11 a  | 72,25±2,60 b |
| CR                             | 54,25±4,81 a              | 8,75±1,35 b    | 30,96±2,69 a | 32,20± 2,73 a | 74,19±2,28 a |
| <b>Valores de P</b>            |                           |                |              |               |              |
| Recubrimiento (R)              | **                        | **             | ns           | ns            | **           |
| Tiempo de Almacenamiento (T)   | ***                       | *              | *            | *             | ***          |
| RxT                            | ns                        | ns             | ns           | ns            | ns           |
| Coefficiente de Variación (CV) | 7,91                      | 13,65          | 8,77         | 8,68          | 2,48         |

<sup>†</sup> Los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey (P ≤ 0,05)

**Cuadro 2. Coordenadas cromáticas, L\*, croma y hue° en raíces de apio (*Arracacia xanthorrhiza*) considerando el tiempo de almacenamiento a 10±1 °C y 80±2 % de humedad relativa (n=28).**

| Tiempo de Almacenamiento (Días) | L*                        | a*          | b*           | Croma         | Hue°         |
|---------------------------------|---------------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 7                               | 55,38±4,58 a <sup>†</sup> | 8,88±1,51 b | 31,72±2,00 a | 32,96±2,14 a  | 74,40±2,25 a |
| 14                              | 49,85±5,57 b              | 9,66±1,56 a | 29,85±3,27 b | 31,41± 3,36 b | 72,04±2,43 b |

<sup>†</sup> Los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey (P ≤ 0,05)

**Cuadro 3. Variables de calidad en raíces de apio (*Arracacia xanthorrhiza*) con recubrimiento (CR) a base de almidón al 1 % y sin recubrimiento (SR) bajo almacenamiento a  $10 \pm 1$  °C y  $80 \pm 2$  % de humedad relativa (n=28).**

| Raíces                         | Pérdida de masa fresca (%) <sup>†</sup> | Masa seca (%) | Acidez (ácido málico.100g <sup>-1</sup> de masa fresca) <sup>††</sup> | Sólidos solubles totales (°Brix) |
|--------------------------------|---|---------------|---|----------------------------------|
| SR                             | 18,21±10,49 a <sup>†††</sup>            | 29,13±2,81 a  | 0,07±0,02 a   | 9,99±0,90 a                      |
| CR                             | 16,22±9,21 a                            | 30,34±2,28 a  | 0,06±0,01 b   | 9,70±0,86 a                      |
| <b>Valores de P</b>            |   |               |   |                                  |
| Recubrimiento (R)              | ns                                      | ns            | *   | ns                               |
| Tiempo de Almacenamiento (T)   | ***                                     | *             | *   | **                               |
| RxT                            | ns                                      | ns            | ns  | ns                               |
| Coefficiente de Variación (CV) | 19,00                                   | 8,00          | 21,99   | 8,03                             |

<sup>†</sup> Datos transformados de  $Y = (x)^{1/2}$

<sup>††</sup> Datos transformados de  $Y = (x + 1)^{1/2}$

<sup>†††</sup> Los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

**Cuadro 4. Variables de calidad en raíces de apio (*Arracacia xanthorrhiza*) considerando el tiempo de almacenamiento a  $10 \pm 1$  °C y  $80 \pm 2$  % de humedad relativa (n=28).**

| Tiempo de Almacenamiento (Días) | Pérdida de masa fresca (%) <sup>†</sup> | Masa seca (%) | Acidez (ácido málico.100g <sup>-1</sup> de masa fresca) <sup>††</sup> | Sólidos solubles totales (°Brix) |
|---------------------------------|---|---------------|---|----------------------------------|
| 7                               | 10,60±6,28 b <sup>†††</sup>             | 28,93±2,66 b  | 0,07±0,02 a   | 9,45±2,14 b                      |
| 14                              | 23,83±8,18 a                            | 30,53±2,33 a  | 0,06±0,01 b   | 10,24± 3,36 a                    |

<sup>†</sup> Datos transformados de  $Y = (x)^{1/2}$

<sup>††</sup> Datos transformados de  $Y = (x + 1)^{1/2}$

<sup>†††</sup> Los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

**Cuadro 5. Valores promedio del pH en raíces de apio (*Arracacia xanthorrhiza*) considerando la interacción de los factores recubrimiento y tiempo de almacenamiento  $10\pm 1$  °C y  $80\pm 2$  % de humedad relativa (n=28)**

| pH                              |                          |             |
|---------------------------------|--------------------------|-------------|
| Tiempo de almacenamiento (días) |                          |             |
| Raíces                          | 7                        | 14          |
| SR                              | 6,48±0,13 b <sup>†</sup> | 6,73±0,09 a |
| CR                              | 6,74±0,51 a              | 6,76±0,09 a |

<sup>†</sup>Los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

## CONCLUSIONES

La aplicación del recubrimiento a base de almidón al 1% aumentó el hue° y la luminosidad ( $L^*$ ) de las raíces de apio criollo bajo almacenamiento refrigerado a  $10\pm 2$  °C, sin alterar el croma, por lo que puede ser utilizado como una estrategia para mantener la apariencia visual de las raíces durante el almacenamiento y comercialización, teniendo en cuenta que altera levemente el pH y la acidez titulable, esto le confiere ventajas para su uso.

## AGRADECIMIENTO

Los autores manifiestan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (CDCHT-UCLA) por el suministro de los fondos necesarios para la realización de esta

investigación, mediante el proyecto N° 1079-AG-2017.

## REFERENCIAS

- Adaskaveg, J. y Blanco-Ulate, B. 2023. Targeting ripening regulators to develop fruit with high quality and extended shelf life. *Current Opinion in Biotechnology* 79: 102872.
- Albano, K., Franco, C., y Telis, V. (2014). Rheological behavior of Peruvian carrot starch gels as affected by temperature and concentration. *Food Hydrocolloids* 40: 30-43.
- Anderson, N., Subedi, P. y Walsh, K. 2017. *Manipulation of mango fruit dry matter content to improve eating quality*. *Scientia Horticulturae* 226: 316-321.
- AOAC (1990). *Official Methods of Analysis* 15th edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Bangar, S., Purewal, S., Trif, M., Maqsood, S., Kumar, M., Manjunatha, V. y Rusu, A. 2021. *Functionality and applicability of*

- starch-based films: an eco-friendly approach*. Foods 10: 2181.
- Botrel N. y Madeira N. 2012. *Diferentes condições de embalagem para comercialização de mandioquinha-salsa*. Horticultura Brasileira 30: S7574-S7580.
- Brain, P., Giridaran, G., Jeya, J., Britto, G., Senthil, G. y Thykattuserry, N. (2021). *Effect of starch type on the film properties of native starch based edible films*. Materials Today Proceedings 44: 3903-3907.
- Buso, E., Clemente, E., Freitas, K., Heredia, N., y Santos, J. (2014). *Comportamento pós-colheita de mandioquinha-salsa revestida com quitosana*. Revista Ciência Agronômica 45(4): 850-855.
- Castanha, N., Villar, J., daMatta, M., Boralli, C. y Duarte, P. 2018. *Structure and properties of starches from Arracacha (Arracacia xanthorrhiza) roots*. International journal of biological macromolecules 117: 1029-1038.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (1977). Norma 1151-77. *Alimentos. Determinación de Acidez Titulable*. Caracas – Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (1979). Norma 1315-79. *Alimentos. Determinación del pH (Acidez iónica)*. Caracas – Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (1983). Norma 924-83. *Frutas y productos derivados. Determinación de sólidos solubles por refractometría*. Caracas – Venezuela.
- Dai, L., Zhang, J. y Cheng, F. 2019. *Cross-linked starch-based edible coating reinforced by starch nanocrystals and its preservation effect on graded Huangguan pears*. Food Chemistry 311:125891.
- Emragi, E. y Jayanty, S. (2021). *Skin color retention in red potatoes during long-term storage with edible coatings*. Foods 10:1531.
- Emragi, E., Kalita, D. y Sayanti, S. (2022). *Effect of edible coating on physical and chemical properties of potato tubers under different storage conditions*. LWT Food Science and Technology 153: 112580.
- García, A. y E. Pacheco-Delahaye. 2008. *Caracterización poscosecha del apio criollo cultivado en el municipio Tovar, estado Mérida-Venezuela*. Agronomía Tropical 58(4). 409-416.
- Gomes, D., Torres, M., Ferreira, D., Ferreira-Silva, S., y Do Nascimento, A. (2017). *Application of antioxidants and edible starch coating to reduce browning of minimally-processed cassava*. Rev. Caatinga 30(2): 503-512.
- Keshari, D., Tripathi, A., Agarwal, A., Rai, S., Srivastava, S. y Kumar, P. (2022). *Effect of  $\alpha$ -dl tocopherol acetate (antioxidant) enriched edible coating on the physicochemical, functional properties and shelf life of minimally processed carrots (Daucus carota subsp. sativus)*. Future Foods 5: 100116.
- Konica-Minolta. 2007. *Precise color communication*. [En línea]. Disponible: [https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color\\_communication.pdf](https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf) [Consulta: 27 de Septiembre 2022].
- Lu, C. y Xu. H. 2021. *Summer fruitlet thinning enhanced quality attributes of Ambrosia™ apple at harvest and after 4 months of cold air storage*. Can. J. Plant Sci. 101: 1041–1050.

- Medina, O., Pardo, O., y Ortiz, C. (2012). *Modified arracacha starch films characterization and its potential utilization as food packaging*. *Vitae* 19(2): 186-196.
- Ojeda, G., Sgroppo, S. y Zaritzky, N. (2014). *Application of edible coatings in minimally processed sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.) to prevent enzymatic browning*. *International journal of food science & technology* 49(3): 876-883.
- Oyom, W., Xu, L., Liu, Z., Long, H., Li, Y., Zhang, Z., Bi, Y., Tahergorabi, R. y Prusky, D. (2022). *Effects of modified sweet potato starch edible coating incorporated with cumin essential oil on storage quality of 'early crisp'*. *LWT Food science and technology* 153: 112475.
- Pinzón, M., Sánchez, L. y Villa, C. (2020). *Chemical, structural, and thermal characterization of starches from four yellow Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) roots produce in Colombia*. *Heliyon* 6(8): e04763.
- Pires, T., Veiga, E. y Finardi-Filho, F. 2002. *Enzimas amilolíticas de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft.)*. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 22(3): 278-284.
- Rocha, T., Cunha V., Jane J. y Franco C. (2011). *Structural characterization of peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza*) starch and the effect of annealing on its semicrystalline structure*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(8): 4208-4216.
- Roth, I. (1977). *Arracacia xanthorrhiza: el tubérculo comestible del apio criollo y su estructura interna*. *Acta botánica venezolana* 12(1-4): 147-170.
- Saberri, B. y Golding, J. (2018). *Postharvest application of biopolymer-based edible coatings to improve the quality of fresh horticultural produce*. In: *Polymers food application*. T. J. Gutiérrez (ed.). Springer International Publishing AG. Capítulo 9. pp. 211-250.
- Saha, A., Rajinder K. Gupta y Tyagi, Y. 2014. *Effects of edible coatings on the shelf life and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers during storage*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 6(12): 802-809.
- Shewfelt, L. 2002. *Color*. In: *Postharvest physiology and pathology of vegetables* (ed.) Jerry A. Bartz y Jeffrey K. Brech. Marcel Dekker Inc. New York, United State of America. Second Edition. pp 313.
- Singh, G., Bangar, S., Yang, T., Trif, M., Kumar, V. y Kumar, D. 2022. *Effect on the properties of edible starch-based films by the incorporation of additives: a review*. *Polymers* 14: 1987.
- Soares, N., Lopes, F., Alves, E., da Silva, W., Silva, S., Vieira, D. y Filomeno, E. 2007. *Avaliação de revestimento contendo extrato de mostarda e da sanitização na conservação de batata-baroa*. *Ceres* 54(314): 383-388.
- Statistix, 2003. *Analytical Software*. Version 8.0.
- Thakur, R., Pristijono, P., Golding, J., Stathopoulos, C., Scarlett, C., Bowyer, M., Singh, S. y Vuong, Q. Gutiérrez, G., y Velásquez, V. (2018). *Development and application of rice starch based edible coating to improve the postharvest storage potential and quality*

---

*of plum fruit (Prunus salicina. Scientia Horticulturae 237: 59-66.*

Vilela, H., Pereira, P., Dazio, K., Vilas, A., Roda, J., y Evangelista, R. (2015). *Antioxidant enzyme activity and fresh-cut arracacha quality*. Food science and technology Ciência e agrotecnologia 39 (3): 276-282.

Villafañe, F. (2017). *Edible coating for carrots*. Food reviews international 33 (1): 84-103.

Voss, D. 1992. *Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society colour chart*. HortScience 27(12): 1256-1260.

Zaccari, F., Cabrera, M. y Saadoun, A. (2018). *Storage of roots and tubers*. In: Encyclopedia of Food Security and Sustainability. Elsevier. pp 457-463.