



## Comportamiento del fruto de uchuva *Physalis peruviana* L., bajo diferentes temperaturas de almacenamiento

Postharvest behavior of cape gooseberry *Physalis peruviana* L. fruit under different storage temperatures

Elberth Hernando Pinzón<sup>1</sup>; Andrea Johana Reyes<sup>2</sup>; Javier Giovanni Álvarez-Herrera<sup>3</sup>;  
María Fernanda Leguizamo<sup>4</sup>; José Gregorio Joya<sup>4</sup>

<sup>1</sup> M.Sc. Investigador, Grupo de Investigaciones Agrícolas (GIA). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. elberth02@gmail.com.

<sup>2</sup> I.A. Investigador, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. Colombia.

<sup>3</sup> Ph.D. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. Colombia.

<sup>4</sup> Ingeniero Agrónomo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. Colombia.

**Citar:** PINZON, E.; REYES, A.; ALVAREZ, J.; LEGUIZAMO, M.; JOYA, J. 2015. Comportamiento del fruto de uchuva *Physalis peruviana* L., bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. Rev. Cienc. Agr. 32(2):26 - 35.

Fecha de recepción: Mayo 12 de 2015

Fecha de aceptación: Octubre 19 de 2015

### RESUMEN

El fruto de la uchuva *Physalis peruviana* L. es muy apetecido en los mercados internacionales, por sus características nutraceuticas; sin embargo, por ser un fruto climatérico, los procesos de maduración se dan de forma acelerada disminuyendo considerablemente su vida poscosecha. Teniendo en cuenta lo anterior se han desarrollado diferentes técnicas que permiten desacelerar los procesos normales de maduración, entre las que se encuentran, la modificación de atmósferas o el almacenamiento a diferentes temperaturas, siendo éste último, muy utilizado por la facilidad de manejo y bajo costo. Por lo anterior, se evaluó el comportamiento del fruto de uchuva ecotipo Colombia sometido a diferentes temperaturas de almacenamiento, a los que se les evaluó la pérdida de masa fresca, índice de color, firmeza, sólidos solubles totales y acidez total. Se presentaron diferencias significativas para todas las variables evaluadas entre los tratamientos bajo refrigeración y el testigo. La temperatura de almacenamiento, influyó sobre todas las características físicas y químicas evaluadas de manera satisfactoria, ya que luego de 18 días después de almacenamiento los frutos refrigerados conservaron su calidad, siendo favorable para su comercialización; sin embargo, se espera en estudios futuros realizar pruebas de vida en anaquel que permitan descartar fisiopatías que afecten la presentación del producto así como su consumo.

**Palabras clave:** Maduración, poscosecha, climatérico, fruto tropical, refrigeración.

## ABSTRACT

Cape gooseberry *Physalis peruviana* L. fruit is very preferred in international markets for its nutraceutical properties; however, since it is a climacteric fruit, ripening processes occur in an accelerated rate that reduces considerably their postharvest life. Therefore, we have developed different techniques to delay the ripening processes. These included atmospheric modification or storage at different temperatures; the latter is widely used due to its ease handling and low cost. Thus, the behavior of cape goose berry fruit, ecotype 'Colombia', was evaluated under different storage temperatures, through assessment of fresh mass loss, color index, firmness, total soluble solids, and total acidity. Significant differences were observed, for all variables, between treatments under refrigeration and the control. Storage temperature satisfactorily influenced all physical and chemical characteristics assessed. After 18 days of storage, the refrigerated fruits retain their quality and were, thus, favorable for marketing. However, we hope in future studies assess shelf life which will let us the dismissal of physiopathologies that affect the product's presentation and consumption.

**Keys words:** Maturity, postharvest, climacteric, tropical fruit, cooling.

## INTRODUCCIÓN

La pérdida de calidad en los productos hortícolas desde su cosecha hasta la comercialización es uno de los principales limitantes (Kader, 2002). Se estima que en Colombia, éstas pérdidas pueden alcanzar en poscosecha hasta el 30% de la producción (CCI, 2006). El cultivo de uchuva, es una alternativa de producción para la economía de muchos países dentro de los cuales se encuentra Colombia, debido a que presenta buenas perspectivas e interés en los mercados internacionales (Fischer *et al.*, 2014), fruto de uchuva se clasifica como climatérico (Ávila *et al.*, 2006), razón por la cual los procesos de maduración se llevan a cabo de forma acelerada en condiciones naturales, dando paso al estado de senescencia de los tejidos, lo que conlleva la reducción de la calidad y la vida útil de los frutos (Paliyath *et al.*, 2008).

Dentro de los principales factores responsables del deterioro de los frutos están los de tipo fisiológico, teniendo su origen en el propio fruto (Agustí,

2010). Los frutos son órganos que presentan alta actividad metabólica, debido a los cambios físicos y químicos que sufren durante su desarrollo y maduración; en algunos de estos se presenta aumento en la tasa respiratoria acompañada de incremento en la producción de etileno (Balaguera *et al.*, 2014). El proceso de maduración, puede traer consigo pérdida de turgencia, alta transpiración, cambios en la coloración y disminución de la firmeza, ocasionando baja en la calidad del fruto (Agustí, 2010).

La inhibición del proceso respiratorio influye directamente en el sostenimiento de la calidad de frutas y hortalizas, y puede realizarse por medio del manejo de atmósferas controladas o modificadas (Amarante y Banks, 2001) o mediante el control de la temperatura y la humedad relativa de almacenamiento (Coutinho *et al.*, 2003). El almacenamiento a bajas temperaturas es el método de conservación más utilizado para productos en fresco (Ochoa y Guerrero, 2012), este ayuda a mantener una adecuada apariencia, reducir la respiración y reacciones enzimáticas, así como,

disminuir el ablandamiento y crecimiento microbiano (Artés *et al.*, 2002). En la mayoría de los casos, el límite de esta técnica lo constituye la sensibilidad del fruto a la temperatura de almacenamiento (Agustí, 2010). En frutos tropicales se ha observado que el almacenamiento a bajas temperaturas ( $< 6^{\circ}\text{C}$ ) puede generar fisiopatías denominadas "Chilling injury" daños por frío (Russián y Manzano, 2003). La uchuva sin cáliz, resiste sin deterioro de calidad, el tratamiento cuarentenario en frío (T-107-b) durante 16 días a temperaturas menores a  $1,67^{\circ}\text{C}$  (Alvarado *et al.*, 2004). En Colombia, generalmente, la temperatura de almacenamiento utilizada por los comercializadores y exportadores es de  $12^{\circ}\text{C}$  (Novoa *et al.*, 2006).

Lo anterior indica, que la búsqueda de alternativas que ayuden en el aumento de la vida poscosecha del fruto, disminuyendo las pérdidas tanto de características físicas como químicas son de vital importancia para mantener competitividad y preferencia de consumo del fruto. El objetivo de ésta investigación fue evaluar temperaturas de almacenamiento sobre el efecto de diferentes frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.).

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** Los frutos fueron cosechados en un cultivo comercial tipo exportación ubicado en el municipio de Ventaquemada (Boyacá) y trasladados al laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja, donde se seleccionaron 270 frutos que se encontraban en estado de madurez cinco, según la Norma Técnica Colombiana (NTC 4580). Estos provenían de plantas de *P. peruviana* Ecotipo Colombia.

Para el montaje del ensayo a los frutos se les retiró el cáliz y se desinfectaron en una solución

de hipoclorito de sodio al 2% y luego fueron lavados con agua destilada, dejándolos secar al ambiente. Luego se separaron de acuerdo a los diferentes tratamientos, siendo almacenados en recipientes de icopor, sin utilizar empaque. Se realizó muestreo de las diferentes variables cada tres días, para un total de seis muestreos. Para el almacenamiento de los frutos, se utilizaron dos neveras de 2 y  $4^{\circ}\text{C}$ . Las variables evaluadas se muestran en la Tabla 1.

Se utilizó un diseño Completamente Aleatorizado con tres tratamientos, los cuales fueron T1: almacenamiento a temperatura ambiente ( $20^{\circ}\text{C}$ ), T2: almacenamiento a  $2^{\circ}\text{C}$  y T3: almacenamiento a  $4^{\circ}\text{C}$ , cada uno con tres repeticiones; esto correspondió a 15 unidades experimentales (UE). Cada UE estuvo compuesta por 30 frutos para un total de 270 frutos.

Los datos obtenidos fueron sometidos a pruebas de normalidad y homocedasticidad mediante las pruebas de Shapiro-Will y Levene, respectivamente. Comprobados los supuestos se realizó Análisis de Varianza (ANDEVA). Las variables que mostraron diferencias estadísticas fueron sometidas a Pruebas de Comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), los análisis se realizaron con el programa estadístico SAS v.9.2e (SAS Institute Inc., Cary, NC).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Pérdida de masa fresca.** La variable presentó diferencias estadísticas ( $P \leq 0,05$ ); el tratamiento T1 (temperatura ambiente ( $20^{\circ}\text{C}$ )) mostró diferencias significativas en relación a los tratamientos T2 (almacenamiento  $2^{\circ}\text{C}$ ) y T3 (almacenamiento  $4^{\circ}\text{C}$ ). El T1 presentó un comportamiento lineal con una pérdida de masa de  $29,86 \pm 0,49\%$ , luego de 15 días de almacenamiento. Los tratamientos

**Tabla 1.** Variables evaluadas durante el estudio del comportamiento de diferentes temperaturas de almacenamiento, sobre el comportamiento poscosecha del fruto de uchuva *Physalis peruviana* L. Ecotipo Colombia.

Tratamiento	Equipo y método utilizado
Pérdida de masa fresca (%)	Balanza electrónica Acculab VIC 612 de 0,01g de precisión, empleando la ecuación: % PP = $(P_i - P_f) / P_i * 100$ , en donde: $P_i$ : peso inicial de un fruto; $P_f$ : peso obtenido por fecha de muestreo.
Índice de Color	Colorímetro digital marca Minolta CR310 (Minolta Co., Tokyo), empleando la ecuación: $IC = (1000 \times a^*) / (L^* \times b^*)$ , en donde: $a^*$ : cromaticidad de verde a rojo; $b^*$ : cromaticidad de azul a amarillo; $L^*$ : luminosidad.
Firmeza (N)	Penetrómetro digital PCE-PTR200 (PCE Ibérica S, Albacete, España) con aproximación 0,05 N.
SST (°Brix)	Refractómetro digital Hanna HI 96803 (Hanna Instrument, Woonsocket, RI) de rango 0% a 85% con precisión de 0,1 °Brix.
ATT (% A. Cítrico)	Titulación con NaOH 0,1 N. (AOAC, 2000), empleando la ecuación: %Acidez = $(A * B * C) * 100 / D$ , en donde: A: ml de NaOH utilizados; B: peso equivalente del ácido dominante; C: normalidad del NaOH; D: peso de la muestra a analizar.

T2 y T3 presentaron una pérdida de masa fresca de  $3,19 \pm 0,41\%$  y  $4,16 \pm 0,79\%$ , respectivamente, luego de 18 días de almacenamiento (Figura 1). Burg (2004) indica que cuando las pérdidas superan el 10% del peso fresco desaparece la frescura de los productos vegetales. El almacenamiento a 2 y 4°C favoreció la vida poscosecha ya que se está dentro del rango aceptable en cuanto a la pérdida de masa para productos hortofrutícolas según lo indicado anteriormente. Es de destacar que debido al rápido deterioro que tuvieron los frutos almacenados a temperatura ambiente (20°C) estos solo fueron muestreados cinco veces (15 días de almacenamiento), mientras que los frutos almacenados bajo refrigeración fueron muestreados seis veces (18 días después de almacenamiento), esto en todas la variables medidas.

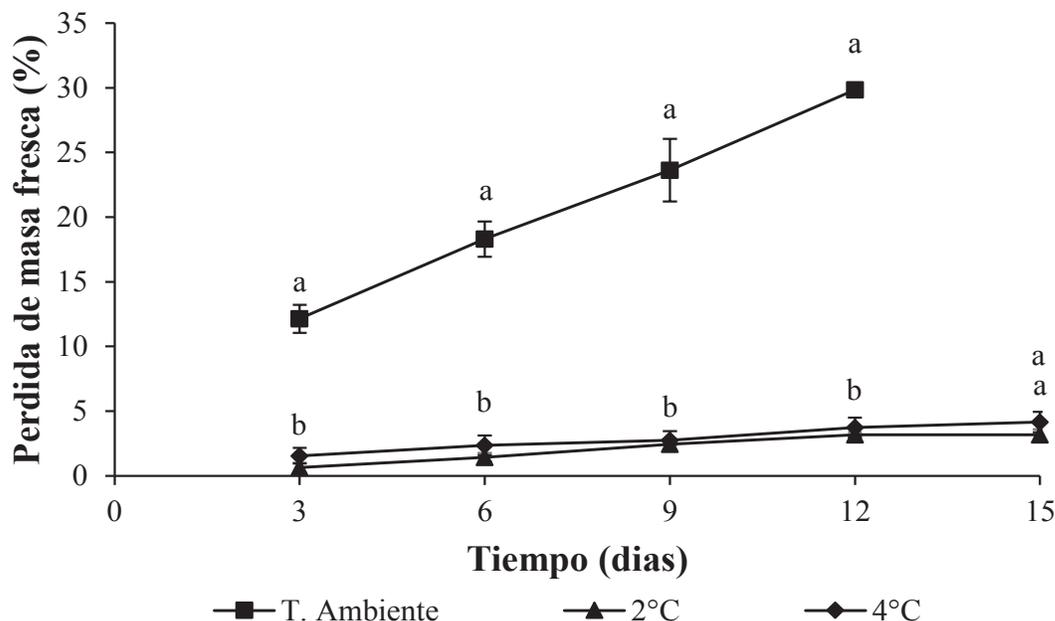
Debido a que unas de las principales causas de pérdida de masa fresca en los productos agrícolas en poscosecha, son la transpiración y la respiración

(Kader, 2002), es probable que la menor pérdida de masa en los frutos almacenados a 2 y 4°C, se pudo deber a la disminución de la transpiración por efecto del confinamiento en el refrigerador, haciendo menor el intercambio gaseoso entre la atmósfera externa (ambiente) y la atmósfera interna del fruto, modificando el gradiente de humedad, la temperatura y la humedad relativa (Alvarez *et al.*, 2015). La disminución en la temperatura, genera una baja en la actividad respiratoria, la cual se relaciona directamente con el aumento de la degradación de los polisacáridos de la pared celular, permitiendo la salida de agua de una manera acelerada (Ramírez *et al.*, 2005) reflejándose en una menor pérdida de masa fresca en los tratamientos con refrigeración.

Otra de las condiciones que afectaron de manera significativa los frutos que no fueron almacenados, fue la ausencia de cáliz, el cual ha sido mencionado como una barrera natural a la

pérdida de agua, ya que protege no solamente contra daños físicos, sino también contra los cambios bruscos de temperatura y humedad relativa durante el manejo postcosecha, que afectan de forma directa al fruto (Galvis *et al.*, 2005). Se ha indicado por algunos autores que

el uso de diferentes técnicas postcosecha, entre las que se encuentra la refrigeración, presentan alta eficiencia en cuanto a la disminución de las pérdidas de masa fresca en frutos de uchuva (Balaguera *et al.*, 2014; García *et al.*, 2014).

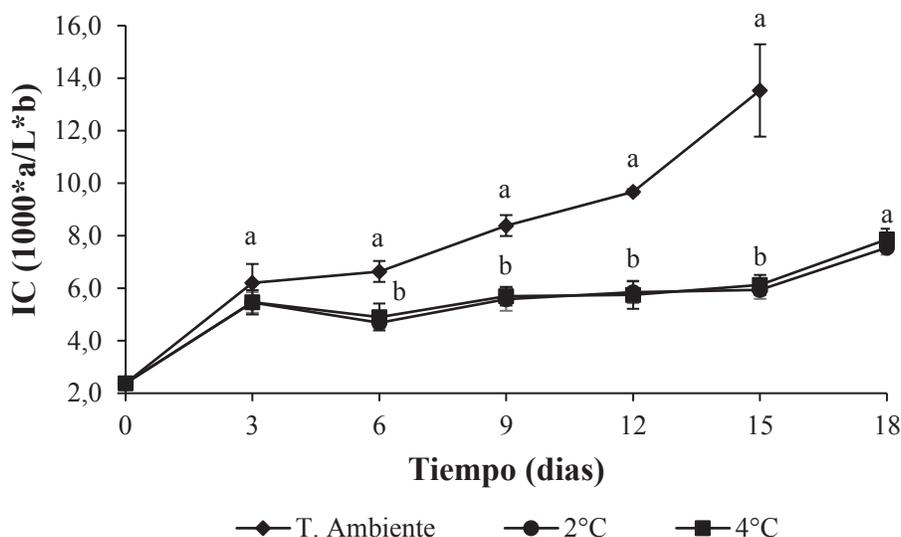


**Figura 1.** Pérdida de masa fresca en frutos de uchuva *Physalis peruviana* L. Ecotipo Colombia, sometidos a diferentes temperaturas de almacenamiento. Medias con letras distintas en cada punto de muestreo presentan diferencias significativas (Tukey;  $p < 0,05$ ). Barras verticales corresponden al error estándar ( $n=3$ ).

**Índice de color.** Se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $P \leq 0,05$ ) a partir del tercer muestreo. Los frutos almacenados tanto a 2°C como a 4°C mostraron valores máximos de  $7,86 \pm 0,26$  y  $7,54 \pm 0,40$ , respectivamente, a los 18 días de almacenamiento (Figura 2). Estos valores están cercanos a los reportados por Balaguera *et al.* (2014) quienes indican que frutos en estado seis, presentan un índice de color de 4,17 que corresponde a frutos de color amarillo, con alta luminosidad. Por su parte, el tratamiento testigo (20°C), tuvo un valor máximo de  $13,53 \pm 1,76$ , que corresponde a frutos de color amarillo naranja,

sobre maduros y con baja luminosidad, esto luego de 15 días de almacenamiento.

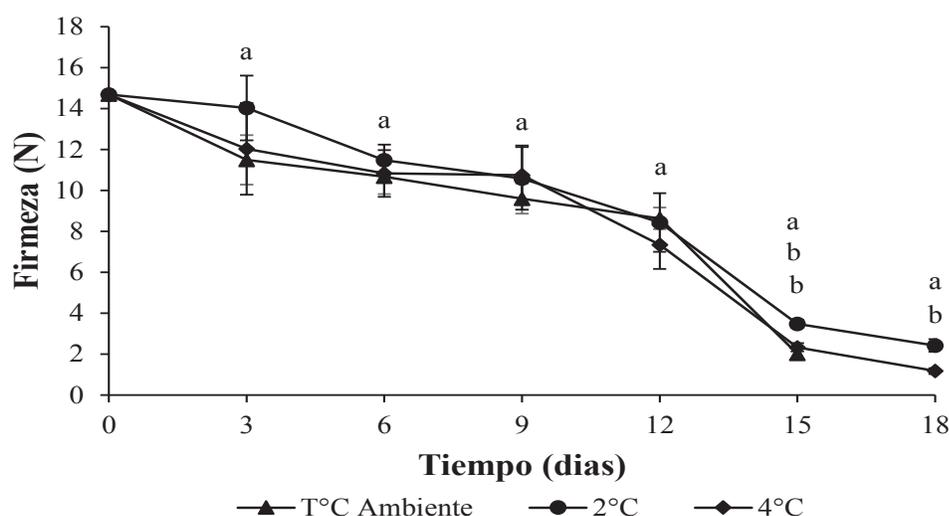
El cambio de color en las frutas, se debe en gran parte a la degradación de clorofilas (Valpuesta *et al.*, 1996) y desenmascaramiento o síntesis de pigmentos como carotenoides principalmente  $\beta$ -carotenos (Fischer *et al.*, 2011). Sin embargo, esta característica también está ligada al contenido de agua del fruto y la presencia de ceras naturales, las cuales se van perdiendo con el proceso de maduración (Balaguera *et al.*, 2014), que para el caso de los frutos almacenados a 2 y 4°C fue más lento.



**Figura 2.** Índice de color de frutos de uchuva *Physalis peruviana* L. Ecotipo 'Colombia', sometidos a diferentes temperaturas de almacenamiento. Medias con letras distintas en cada punto de muestreo son diferentes (Tukey;  $p \leq 0,05$ ). Barras verticales corresponden al error estándar.

**Firmeza.** Los frutos de uchuva almacenados a 2 y 4°C, mostraron diferencias significativas en cuanto a la firmeza con valores de  $3,48 \pm 0,18$  y  $2,33 \pm 0,18$  N, respectivamente, frente al testigo (20°C) que presentó un valor de  $2,01 \pm 0,27$  N, esto a los 15 días de almacenamiento. A los 18 días de almacenamiento, se presentaron diferencias entre los tratamientos T2 y T3, siendo el tratamiento de 2°C el que mostró la menor pérdida de firmeza durante

todo el estudio con un valor de  $2,48 \pm 0,30$  N (Figura 3). Propiedades físicas como el color y la firmeza en los productos hortofrutícolas, constituyen aspectos importantes de calidad, especialmente en frutas tan delicadas y de corta vida en anaquel como las tropicales (Ciro *et al.*, 2007). Esto indica que la refrigeración es una herramienta útil en la conservación de estas características, en frutos de uchuva ecotipo Colombia.



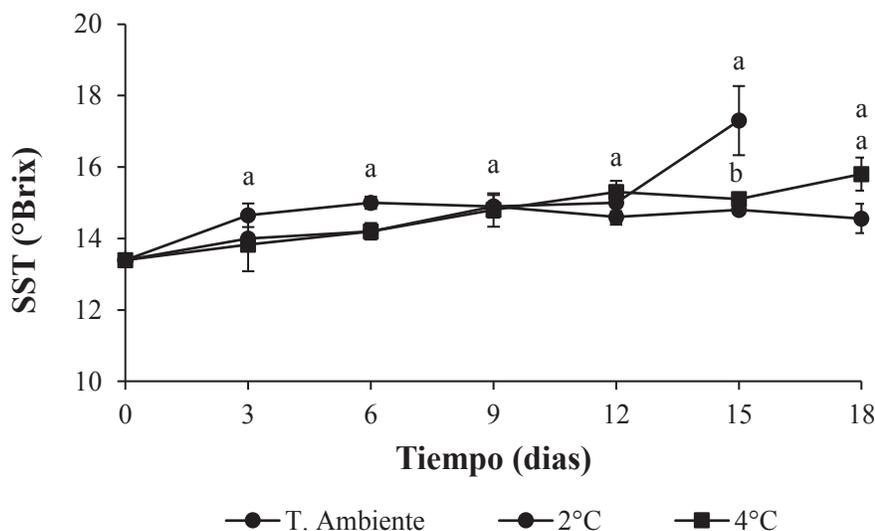
**Figura 3.** Firmeza del fruto de uchuva *Physalis peruviana* L. Ecotipo 'Colombia', sometidos a diferentes temperaturas de almacenamiento. Medias con letras distintas en cada punto de muestreo presentan diferencias significativas (Tukey;  $p \leq 0,05$ ). Barras verticales corresponden al error estándar.

Una de las principales causas de pérdida de firmeza en frutos, es la actividad de enzimas que hidrolizan polisacáridos estructurales y de reserva (Kays, 2004), siendo la temperatura un factor determinante en la actividad de enzimas como la poligalacturonasa (PG) y petinmetilesterasa (PME), que actúan en la degradación de la lámina media y de la pared celular, lo que constituye el principal proceso responsable de la pérdida de firmeza en los frutos (Morais *et al.*, 2008). Además, la PG junto con otras enzimas participa en los cambios que le confieren características sensoriales de color, aroma, sabor y textura a los frutos (Menéndez *et al.*, 2006).

**Sólidos solubles totales.** Los sólidos solubles totales, exhibieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P \leq 0,05$ ) a los 15 días de almacenamiento. El tratamiento testigo ( $20^{\circ}\text{C}$ ), mostró un valor máximo de  $17,3 \pm 0,96$  °Brix, mientras que los tratamientos de  $2^{\circ}\text{C}$  y  $4^{\circ}\text{C}$ , presentaron valores máximos de  $14,5 \pm 0,40$  °Brix y  $15,8 \pm 0,46$  °Brix, respectivamente (Figura 4), entre estos últimos no se presentaron diferencias estadísticas durante todo el ensayo. Gutiérrez *et al.* (2008)

indican que los frutos de uchuva, pueden alcanzar una concentración entre 10 y 17 °Brix después de la cosecha, lo cual es contrario a lo mostrado por los frutos de uchuva en esta investigación. El aumento de los sólidos solubles totales depende en gran medida del proceso de degradación de polisacáridos a disacáridos o monosacáridos mediante hidrólisis de la pared celular (Menéndez *et al.*, 2006). Estos procesos son dependientes de la actividad enzimática y ésta a su vez, es dependiente de la temperatura.

Según Novoa *et al.* (2006) los frutos de uchuva almacenados a  $12^{\circ}\text{C}$  presentaron aumento en el contenido de sacarosa durante los primeros seis días de almacenamiento, después, éstos mostraron un descenso constante hasta el día 24 y un ligero incremento al final del almacenamiento. Por su parte, Ramírez *et al.* (2005) en frutos de feijoa, encontraron que frutos almacenados a 6 y  $12^{\circ}\text{C}$ , presentaron valores bajos de sólidos solubles, frente a frutos almacenados a temperatura ambiente, lo cual es consecuencia de la condición de baja temperatura, debido a que bajo ésta condición, el ritmo respiratorio del fruto



**Figura 4.** Sólidos solubles totales de frutos de uchuva *Physalis peruviana* L. Ecotipo 'Colombia', sometidos a diferentes temperaturas de almacenamiento. Medias con letras distintas en cada punto de muestreo presentan diferencias significativas (Tukey;  $p \leq 0,05$ ). Barras verticales corresponden al error estándar.

se reduce. Balaguera *et al.* (2014), mencionan que la presencia de cáliz también influye sobre el aumento de los azúcares, ya que éste puede durante los primeros días de almacenamiento, retraslocar sacarosa hacia el fruto.

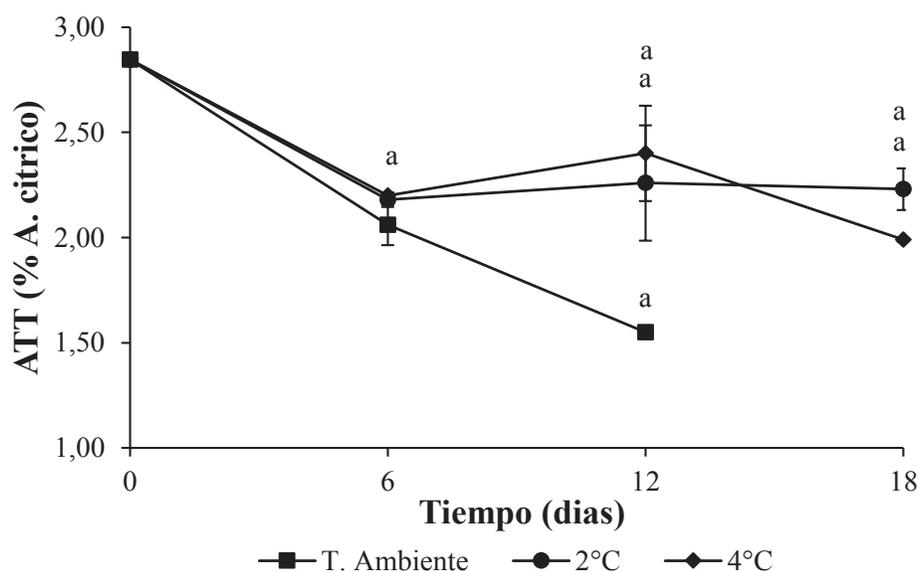
**Acidez total.** No se presentaron diferencias estadísticas. Los frutos almacenados a bajas temperaturas presentan valores de  $2,23 \pm 0,09\%$  y  $1,9 \pm 0,01\%$ . El tratamiento almacenado a temperatura ambiente presentó un valor de  $1,5 \pm 0,02\%$  (Figura 5).

Novoa *et al.* (2006) muestran que los principales ácidos orgánicos en el fruto de uchuva en orden descendente son el cítrico, málico ascórbico, tartárico y oxálico. Siendo el ácido cítrico predominante en el fruto de uchuva, ya que este puede ser hasta 5,3 veces más alto que el ácido málico y 7,9 veces mayor que el ácido oxálico (Fischer *et al.*, 1997). La acidez total titulable (ATT), como medida general de la presencia de ácidos en el fruto, presenta un comporta-

miento típico de disminución durante la maduración del fruto de uchuva (Balaguera *et al.*, 2014), lo anterior indica que el proceso normal de maduración fue afectado pero no de forma drástica por el almacenamiento bajo temperaturas de 2 y 4°C.

## CONCLUSIONES

La temperatura de almacenamiento influyó de manera notable sobre la conservación del fruto de uchuva, ya que luego de 18 días después de almacenamiento bajo refrigeración este conserva sus características, siendo favorable para su comercialización. La temperatura de refrigeración con la cual se alcanzó mayor duración sin afectar notablemente las características físicas y químicas del fruto fue de 2°C; sin embargo, se espera en estudios futuros realizar pruebas de vida en anaquel después de refrigeración (shelf life) que permitan descartar fisiopatías que afecten la presentación del producto cuando esté en manos del consumidor final.



**Figura 5.** Acidez total de frutos de uchuva *Physalis peruviana* L. Ecotipo 'Colombia', sometidos a diferentes temperaturas de almacenamiento. Medias con letras en cada punto de muestreo presenta diferencias significativas (Tukey;  $p \leq 0,05$ ). Barras verticales corresponden al error estándar.

## AGRADECIMIENTOS

Al programa de formación de Jóvenes Investigadores y Semilleros COLCIENCIAS, convocatoria Jóvenes Investigadores y Semilleros de Investigación COLCIENCIAS-2013 Virginia Gutiérrez Pineda y a la Dirección de Investigaciones (DIN) de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), por la beca de investigación otorgada. Al Grupo de Investigaciones Agrícolas por facilitar la realización del proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUSTÍ, M. 2010. Fruticultura. Segunda edición. Mundi-Prensa. Madrid. 507 p.
- ARTÉS, F., GÓMEZ, P.A. y ARTÉS-HERNÁNDEZ, F. 2002. Alteraciones físicas, fisiológicas y microbianas de frutas y hortalizas procesadas en fresco. *Alimentaria*, 335:69 - 74.
- ALVARADO, P.A., BERDUGO, C.A. y G. FISCHER. 2004. Efecto de un tratamiento a 1,5 °C y dos humedades relativas sobre las características físico-químicas de frutos de uchuva *Physalis peruviana* L. durante el posterior transporte y almacenamiento. *Agron. Colomb.* 22(2):147 - 159.
- ALVAREZ-HERRERA, J. ROZO, X. y REYES, A. 2015. Comportamiento pos cosecha de frutos de ciruela (*Prunus Salicina* Lindl.) en cuatro estados de madurez tratados con etileno. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas.* 9(1), 46 - 59. Doi: 10.17584/rcch.2015v9i1.3745.
- AMARANTE, C. y BANKS, N. H. 2001. Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables. *Horticultural Reviews.* 26:161 - 238.
- OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (AOAC).2000. 14a edición. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Washington D.C., EUA.
- AVILA, J., MORENO, P., FISCHER, G. y MIRANDA, D. 2006. Influencia de la madurez del fruto y del secado del cáliz en uchuva (*Physalis peruviana* L.), almacenada a 18°C. *Acta Agron.* 55(4):29 - 38.
- BALAGUERA-LÓPEZ, H.E., RAMÍREZ, L.V. y HERRERA, A. 2014. Fisiología y bioquímica del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) durante la maduración y postcosecha. pp. 113-131. En: Carvalho, C.P. y D.A. Moreno (eds.). *Physalis peruviana: fruta andina para el mundo.* Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-CYTED; Limencop. 231 p.
- BURG, S.P. 2004. Postharvest physiology and hypobaric storage of fresh produce. Wallingford, U.K.: CABI Publishing. 654 p.
- CIRO, H., BUITRAGO, O. y PÉREZ, S. 2007. Estudio preliminar de la resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para fruta de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía.* 60(1):3785 - 3796.
- COUTINHO, E. F., MALGARIM, M. B., DE SOUZA, E. L., y TREPTOE, R. O. 2003, Qualidade pós-colheita da pêra (*Pyrus communis* L.) cultivar carrick, submetida a diferentes condições de armazenamento. *Revista Brasileira de Fruticultura.* 25(3):417 - 420.
- CORPORACIÓN COLOMBIANA INTERNACIONAL (CCI). 2006. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Plan Hortícola Nacional-PHN (2006-2010). En: [http://www.cci.org.co/publicaciones/1\\_PHNfinal.pdf](http://www.cci.org.co/publicaciones/1_PHNfinal.pdf). 511 p.; consulta: marzo, 2015.
- FISCHER, G. HERRERA, A. y ALMANZA, P.J. 2011. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) In: YAHIA , E.M. (Ed.). *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Acai to citrus.* Cambridge: Woodhead Publishing. 2:374 - 396.
- FISCHER, G., ALMANZA-MERCHÁN P. y MIRANDA, D. 2014. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura.* 36(1), 1-15. Doi:10.1590/0100-2945-441/13.
- FISCHER, G. y LÜDDERS, P. 1997. Developmental changes of carbohydrates in cape gooseberry (*physalis peruviana* L.) fruits in relation to the calyx and the leaves, *Agronomía Colombiana.* 14:95 - 107.
- GALVIS, J. A., FISCHER, G. y GORDILLO, O. 2005. Cosecha y postcosecha de la uchuva. En: Fischer G., D. Miranda, W. Piedrahita y J. Romero (eds.). *Avances en cultivo, postcosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.) en Colombia,* Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.165 - 190 p.

- GARCÍA, M.C., PEÑA, A.C. y BRITO, B. 2014. Desarrollo tecnológico para el fortalecimiento del manejo postcosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). pp. 80-112. En: Carvalho, C.P. y D.A. Moreno (eds.). *Physalis peruviana*: fruta andina para el mundo. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo- CYTED, Limencop SL, Alicante, España. 231 p.
- GUTIÉRREZ, M. S., TRINCHERO, G.D., CERRI, A.M., VILELLA, F. y SOZZI, G.O. 2008. Different responses of goldenberry fruit treated at four maturity stages with the ethylene antagonist 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology* . 48, 199 - 205. Doi:10.1016/j.postharvbio.2007.10.003
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). 1999. Frutas frescas. Uchuva. Especificaciones. Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá.
- MENÉNDEZ, O., LOZANO, S.E., ARENAS, M., BERMÚDEZ, K., MARTÍNEZ, A. y JIMÉNEZ, A. 2006. Cambios en la actividad de  $\alpha$ -amilasa, pectinmetilesterasa y poligalacturonasa durante la maduración del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. flavicarpa Degener). *Interciencia*. 31(10):728 - 733.
- MORAIS, P.L.D., MIRANDA, M.R.A., LIMA, L.C.O., ALVES, J.D., ALVES, R.E. y SILVA, J.D. 2008. Cell wall biochemistry of sapodilla (*Manilkara zapota*) submitted to 1-methylcyclopropene, *Brazilian Journal of Plant Physiology*.20(2):85 - 94.
- NOVOA, R.H., BOJACÁ, M., GALVIS, J.A. y FISCHER, G. 2006. La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento postcosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana* L.). *Agronomía Colombia*. 24 (1):77 - 86.
- KADER, A. A. 2002. *Postharvest technology of horticultural crops*. 3rd ed. Division of Agriculture and Natural Resources, ANR Publications, University of California, Oakland, CA.
- KAYS, S. 2004. *Postharvest biology*. (Kays, S. ed.). Exon Press, Athens, GA.
- OCHOA, E. C. y GUERRERO, A. J. 2012. Efecto del almacenamiento a diferentes temperaturas sobre la calidad de tuna roja (*Opuntia ficus indica* (L.) Miller). *Información Tecnológica*. 23 (1), 117-128. Doi: 10.4067/S0718-07642012000100013.
- PALIYATH, G., MURR, D.P., HANDA, A.K. y LURIE, S. 2008. *Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers*, Wiley-Blackwell Publishing. New Delhi, India. 1 edition, 496 p.
- PARRA-CORONADO, A., HERNÁNDEZ, J. E. y CAMACHO-TAMAYO, J. 2008. Estudio fisiológico postcosecha y evaluación de la calidad de la ciruela variedad Horvin (*Prunus domestica* L.) bajo tres condiciones de almacenamiento refrigerado. *Revista Ingeniería e Investigación*. 28(1):99 - 104.
- RAMÍREZ, J. M., GALVIS, J. A. y FISCHER, G. 2005. Maduración postcosecha de la feijoa (*Acca sellowiana* Berg) tratada con  $\text{CaCl}_2$  en tres temperaturas de almacenamiento. *Agronomía Colombiana*. 23(1):117 - 127.
- RUSSIAN, L. T. y MANZANO, M. J. 2003. Influencia de la temperatura sobre la calidad del fruto del mango 'pico de loro' durante el almacenamiento. *Agronomía Tropical*. 53(1):59 - 72.
- VALPUESTA, V., QUESADA, M.A. y REID, M.S. 1996. Senescencia y abscisión. pp. 479-492. En: Azcón-Bieto, J. y M. Talón (eds.). *Fisiología y bioquímica vegetal*. Interamericana McGraw-Hill. Bogotá.