

Cambios Durante La Maduración Del Fruto De Uchuva En Condiciones Agroecológicas De Ventaquemada, Boyacá, Colombia

Changes during cape gooseberry fruit maturation in agroecological conditions of Ventaquemada,
Boyacá, Colombia

Helber Enrique Balaguera-López¹
Claudia Andrea Martínez Cárdenas²
Anibal Herrera Arévalo³

Resumen

Con el objetivo de realizar el estudio de los diferentes cambios durante la maduración del fruto de uchuva bajo las condiciones agroecológicas del municipio de Ventaquemada, Boyacá, Colombia, se cosecharon frutos de uchuva ecotipo "Colombia" en un cultivo comercial en el municipio de Ventaquemada, Boyacá. Al día siguiente de haber sido cosechados los frutos, se les retiró cuidadosamente el cáliz para luego ser separados en seis estados de desarrollo (E1-E6) con base en el color de la epidermis. Los resultados indicaron que la masa fresca de los frutos aumentó desde el estado E1 hasta E4 y luego se estabilizó, en E6 el peso de los frutos fue de 5,61 g. Durante la maduración del fruto de uchuva hubo un aumento significativo de los carotenoides totales, lo cual coincidió con el incremento del índice de color. La relación de madurez y los sólidos solubles totales incrementaron en función de la maduración. El fruto de uchuva presentó una continua disminución de la firmeza y de la acidez total titulable desde E2 hasta E5. Asimismo, la tasa respiratoria fue alta en los primeros estados de desarrollo y luego disminuyó hasta E4, después aumentó levemente en E5.

¹ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tunja, Colombia.

² Universidad Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas y Pecuarias y del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. Campus Universitario

³ Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. Bogotá. Colombia.

* Autor para correspondencia: e-mail. helber.balaguera@uptc.edu.co

PALABRAS CLAVE: desarrollo del fruto, ecotipo “Colombia”, *Physalis peruviana* L., superfruto.

Abstract:

With the objective of perform the study of the various changes during ripening of the cape gooseberry fruit in agro-ecological conditions of the municipality of Ventaquemada, Boyacá, Colombia, cape gooseberry fruits of “Colombia” ecotype were harvested in a commercial crop in the municipality of Ventaquemada, Boyacá. The day after the fruits have been harvested, it was carefully removed the calyx before being separated into six stages (E1-E6) based on the skin color. The results indicated that the fresh weight increased from E1 to E4 and then stabilized, in the E6 fruit weight was 5.61 g. During the cape gooseberry fruit maturation there was a significant increase in total carotenoids, which coincided with increased color index. Maturity ratio and total soluble solids increased as a function of maturation. The cape gooseberry fruit presented a continuous decrease in firmness and total titratable acidity from E2 to E5. Also, the respiratory rate was high in the early stages and then decreased to E4, then the respiration rate increased slightly in E5.

Keywords: development fruit, “Colombia ecotype”, *Physalis peruviana* L., superfruit.

INTRODUCCIÓN

La uchuva (*Physalis peruviana* L.), es una solanácea, familia a la que también pertenece el tomate tipo cereza (*Solanum lycopersicum* L. var. cerasiforme) (Herrera et al., 2015) y el lulo (*Solanum quitoense* Lam.) (Cardona et al., 2016). Se ha convertido en una alternativa de producción para muchos países, principalmente porque presenta buenas perspectivas e interés en los mercados internacionales, situación que se debe a las propiedades nutricionales y medicinales del fruto (Gastelum, 2012). Dichas propiedades le han permitido a la uchuva ser incluida en la lista de los “Superfrutos” (Superfruit, 2011; Fischer et al., 2011). Colombia ha sido considerado como el mayor productor de uchuva a nivel mundial (Novoa et al., 2006). El ecotipo colombiano ha sobresalido en el mercado mundial, se comercializa en mercados nacionales y también se ha exportado a Norte América y Europa (Fischer et al., 2011; García et al., 2008), su

gran aceptación se debe a su dulce sabor, aroma y color brillante característico (Galvis et al., 2005). Por lo cual, en Colombia es una especie que se investiga tanto en temas de precosecha (Criollo et al., 2014) como en poscosecha (Balaguera-López et al., 2014) y que requiere más estudios a todo nivel incluyendo también integración externa en el desempeño logístico de cadenas frutícolas por ejemplo (Orjuela-Castro et al., 2016).

Durante la maduración, los frutos deben presentar una serie de cambios físicos, fisiológicos y bioquímicos que garantizan su consumo y la dispersión de las semillas. El fruto de uchuva en el proceso de maduración cambia de color verde a naranja debido a la degradación de clorofilas y acumulación de carotenoides, principalmente β -caroteno (Trincheró et al., 1999; Gutiérrez et al., 2008; Fischer y Martínez, 1999). A medida que el proceso de maduración avanza, el fruto de uchuva disminuye los contenidos de almidón y aumenta la concentración de azúcares solubles, en especial sacarosa, mientras que disminuye la concentración de ácidos orgánicos y la firmeza (Fischer et al., 2000; Novoa et al., 2006), además se presenta un aumento de la actividad antioxidante (Valdenegro et al., 2012), esta actividad también es importante en otras especies como el cacao (Sotelo et al., 2015). Se ha encontrado además que la emisión de compuestos volátiles (principalmente hidroxiésteres), muchos de los cuales son responsables del aroma del fruto incrementan durante el proceso de maduración de la uchuva (Gutiérrez et al., 2010; Duque et al., 2005). Desde el punto de vista fisiológico, la uchuva es considerada como un fruto climatérico que presenta un aumento en su tasa respiratoria y en la producción de etileno (Trincheró et al., 1999; Majumder y Mazumdar, 2002; Gutiérrez et al., 2008). Al respecto, Lanhero et al. (2007) mencionan que uno de los limitantes que se presentan en el período de poscosecha de la uchuva, que no se ha estudiado suficientemente, son los diferentes cambios relacionados con el proceso de maduración. Lo cual puede contribuir a mejorar el manejo durante las diferentes operaciones de poscosecha, con el fin de mantener la calidad y prolongar la vida útil del fruto (Galvis et al., 2005).

A pesar de que se han realizado estudios relacionados con la maduración de los frutos de uchuva ecotipo Colombia en diferentes zonas del país y del mundo (Fischer y Martínez, 1999;

Mazorra et al., 2006; Fischer y Lüdders, 1997; Trincherro et al., 1999), aún se desconocen los cambios durante el proceso de maduración de frutos de uchuva bajo las condiciones de las zonas productoras del departamento de Boyacá, siendo este departamento el mayor productor de uchuva del país (Agronet, 2014). Por tanto, el objetivo de esta investigación fue realizar el estudio de los diferentes cambios que ocurren durante la maduración del fruto de uchuva en condiciones agroecológicas del municipio de Ventaquemada, Boyacá, Colombia.

Materiales y métodos

Se cosecharon frutos de uchuva ecotipo Colombia en un cultivo comercial en el municipio de Ventaquemada, Boyacá, ubicado a 2.630 msnm con temperatura ambiental de 12 °C. Los análisis se realizaron en el laboratorio de Poscosecha de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Al día siguiente de haber sido cosechados los frutos, se les retiró cuidadosamente el cáliz para luego ser separados en seis estados de desarrollo propuestos por Balaguera-López et al. (2014) con base en el color de la epidermis.

En cada estado de desarrollo se midieron las siguientes variables: color de la epidermis: mediante colorímetro digital Konica Minolta, utilizando el sistema CIELab L*, a* y b* y expresando el color como índice de color ($IC = (1000 \times a^*) / (L^* \times b^*)$). Peso fresco (g): se realizó medición en balanza de precisión con aproximación de 0,001 g. Firmeza del fruto (N): mediante la utilización de un penetrómetro digital PCE-PTR 200 con aproximación 0,05 N. Sólidos solubles totales (SST): a través de mediciones de grados Brix con un refractómetro digital marca Hanna de rango 0 a 85% con precisión 0,1 °Brix. Acidez titulable (ATT): se realizó de acuerdo a la metodología de la AOAC (AOAC, 1995), mediante titulación ácido base (NaOH 0,1N).

Para la extracción y cuantificación de carotenoides, se pesó aproximadamente 1g de pulpa, se agregaron 5 mL de acetona, se agitó en vórtex durante 1 min y luego se centrifugó durante 10 min a 4000 rpm. Después se vertió el sobrenadante en un balón de 25 mL, al pellet nuevamente se le agregó acetona, repitiendo el anterior paso 3 veces, hasta que el pellet quedara incoloro.

El sobrenadante obtenido se llevó a volumen de 25mL con acetona, se determinó la absorbancia en espectrofotómetro a 450 nm. La cuantificación se realizó mediante curva de calibración con diferentes concentraciones de β -caroteno. El total de carotenoides se expresó como μg de β -caroteno/g PF (peso fresco). La tasa respiratoria se determinó de la siguiente manera: aproximadamente 100 g de frutos fueron puestos a temperatura ambiente en una cámara hermética de 0,25 L, en la cámara fue ubicado un sensor infrarrojo de CO_2 , el cual se conectó a una Labquest (equipo de captura de datos). Cada 4 segundos y durante 5 minutos se registraron los valores de CO_2 , con estos valores se calculó la pendiente, que correspondió a la tasa respiratoria, se tuvo en cuenta el peso de los frutos y el volumen de la cámara para convertir los datos a $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

El ensayo se realizó empleando un diseño completamente al azar, las variables físicas tuvieron 10 repeticiones y las demás cuatro repeticiones. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple de promedios de Tukey ($P \leq 0,05$), mediante el software SAS V9.2.

Resultados y Discusión

El IC aumentó durante el desarrollo del fruto de uchuva ($P \leq 0,01$). En el estado E1, donde el fruto es completamente verde, el IC fue de -9,15, mientras que frutos en E5 presentaron una coloración totalmente naranja con un IC de 2,75 y en E6 de 4,22 (Tabla 1). El cambio en el color se debe probablemente a la disminución de clorofilas y al incremento de carotenoides (Trincheró et al., 1999), siendo el β -caroteno el que se encuentra en mayor concentración (Fischer y Martínez, 1999). Asimismo, se observó que los carotenoides totales incrementaron continuamente durante la maduración del fruto ($P \leq 0,01$), con concentraciones superiores a 200 μg de β -caroteno por g de peso fresco en el E6 (Tabla 1) que corresponde con la plena madurez de consumo, estos valores son superiores a los reportados por Fischer y Martínez (1999) para frutos cosechados en Ubaté Cundinamarca.

Tabla 1. Índice de color (IC), Carotenoides totales, Masa fresca y Firmeza de frutos de uchuva en 6 estados de desarrollo. Promedios seguidos de letras distintas en la misma columna presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). De acuerdo con el Anava ** diferencias al 1%, * diferencias al 5%.

Estado de Madurez	IC (1000 $\times a^*/L^* \times b^*$)	Carotenoides totales (μg de β -caroteno /g PF)	Masa fresca (g)	Firmeza (N)
E1	-9,15 a	88,15 c	0,98 d	23,42 ab
E2	-7,50 b	102,18 c	2,48 c	27,17 a
E3	-5,61 c	119,12 c	3,48 bc	21,22 b
E4	-2,79 d	165,25 b	4,19 b	18,45 b
E5	2,75 e	175,57 b	5,92 a	12,67 c
E6	4,22 f	229,15 a	5,61 a	10,44 c
Significancia	**	**	**	**

El peso fresco de los frutos incrementó notablemente del estado E1 al E5 ($P \leq 0,01$) pasando de 0,984g a 5,922g, pero en E6 se observa una leve disminución (Tabla 1). Estos valores concuerdan con los reportados por Mazorra et al. (2003). Por su parte, la firmeza del fruto aumentó de E1 a E2, lo cual coincide con lo reportado por Barraza-Álvarez et al. (2015) y posteriormente disminuyó hasta E6 ($P \leq 0,01$), en este último estado de desarrollo la firmeza fue de 10,44N (Tabla 2). La pérdida de firmeza durante la maduración en uchuva al parecer se debe a la acción de enzimas hidrolíticas encargadas de degradar la pared celular (Trincheró et al., 1999; Majumder y Mazumdar, 2002), y que por lo menos, hasta el E6 hacen que el fruto adquiera una consistencia adecuada para su consumo. En este sentido, durante el proceso de maduración de la uchuva se ha reportado que la enzima pectinmetilesterasa (PME) y la α - y la β -galactosidasa muestran alta actividad, sin embargo, solo PME y α -galactosidasa incrementan con la madurez del fruto (Trincheró et al, 1999). Las enzimas α -arabinofuranosidasa (PG) y β -glucosidasa mostraron baja actividad, mientras que la actividad de la poligalacturonasa y la α -glucosidasa fueron apenas perceptibles (Trincheró et al, 1999). Por lo tanto, estos autores concluyen que las glicosidasas son responsables de la solubilización de la pared celular del fruto de uchuva.

Tabla 2. A. Intensidad Respiratoria, Sólidos solubles totales (SST), Acidez total titulable (ATT) y Relación de madurez (RM) de frutos de uchuva en 6 estados de desarrollo. Promedios seguidos de letras distintas en la misma columna presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). De acuerdo con el Anava ** diferencias al 1%, * diferencias al 5%.

Estado de Madurez	IR ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	SST ($^{\circ}\text{Brix}$)	ATT (%)	RM (SST/ATT)
E1	101,54 a	6,55 c	1,68 c	3,90 b
E2	34,69 b	7,13 bc	2,64 a	2,70 c
E3	22,04 c	7,90 bc	2,64 a	3,00 c
E4	22,10 c	9,55 b	2,44 b	3,91 b
E5	26,29 bc	13,18 a	2,29 b	5,77 a
E6	31,39 bc	13,45 a	2,12 b	6,51 a
Significancia	**	*	**	**

La tasa respiratoria presentó diferencias significativas entre los diferentes estados de desarrollo ($P \leq 0,01$), fue alta en E1 ($101,53 \text{ mg de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) (Tabla 2), es decir que los frutos están en la primera fase de desarrollo y requieren altos contenidos de ATP para los procesos de división celular activa. Posteriormente la respiración disminuyó notablemente y presentó el valor más bajo en E3, al respecto, Castañeda y Paredes (2003) mencionan que el fruto de uchuva alcanza la madurez fisiológica cuando la tasa respiratoria alcanza el mínimo valor. Finalmente, la tasa respiratoria incrementó continuamente hasta E6, lo cual podría ser indicativo de que se está alcanzando el pico climatérico (Castañeda y Paredes, 2003; Valdenegro et al., 2012).

Los sólidos solubles totales incrementaron en función del estado de madurez ($P \leq 0,05$), comportamiento característico del ecotipo Colombia (Fischer y Martínez, 1999), en E1 estuvieron en $6,55 ^{\circ}\text{Brix}$ y en E5 en $13,18 ^{\circ}\text{Brix}$, este valor estuvo muy cercano al de frutos de E6 (Tabla 2). Los SST obtenidos están acordes con la literatura ya que según varios autores estos pueden alcanzar una concentración entre 10 y $17 ^{\circ}\text{Brix}$ para estados avanzados de maduración (Amézquita, 2009; Novoa et al., 2006; Fischer y Martínez, 1999). El incremento de los SST de los frutos de uchuva está

relacionado a la hidrólisis del almidón en la pulpa (Kays, 2004) y de los polisacáridos de la pared celular que dan origen a azúcares solubles (Africano et al., 2016; Parra-Coronado, 2014). No obstante, aunque presenta valores representativos, son inferiores a los reportados por Fischer y Martínez (1999) para uchuva y por Arias-Cruz et al. (2016) para frutos de rambután (*Nephelium lappaceum*) que alcanzan los 20,8^o Brix. Esto indica que los SST dependen de la especie, la variedad pero también de condiciones ambientales

La acidez total titulable disminuyó desde E2 hasta E6 pasando de 2,64% a 2,11% ($P \leq 0,01$). Esta disminución se debe a que los ácidos orgánicos pueden ser utilizados como sustratos respiratorios y/o convertidos en azúcares (Kays, 2004), la disminución de la ATT durante la maduración también fue reportada en uchuva por Fischer y Martínez (1999). La RM de madurez incrementó notablemente desde E2 a E6 ($P \leq 0,01$), en este último punto se obtuvo un valor de 6,51 (Tabla 2) el aumento de la RM demuestra claramente la evolución de la madurez a medida que se aumentó el estado de desarrollo. Los datos de SST, ATT y RM son inferiores a los reportados por Fischer y Martínez (1999) y la norma Icontec (1999), indicando que la calidad interna y la maduración de los frutos de uchuva tiene gran variación y puede verse influenciado por factores agroclimáticos y de manejo, incluso dentro de una misma zona productora, fincas pueden presentar condiciones climáticas distintas que afectan la fisiología de las plantas, tal como se reporta por Fernández et al. (2014) en el caso de granadilla. En concordancia, Hernández et al. (2014) para lima tahiti encontraron que las diferencias climáticas deben tener influencia sobre la calidad de la fruta. Esto justifica el hecho de seguir realizando estudios de crecimiento y desarrollo de las diferentes especies de interés económico en condiciones agroclimáticas específicas.

Conclusiones

En condiciones agroecológicas del Municipio de Ventaquemada, Boyacá, el proceso de maduración del fruto de uchuva se caracterizó porque el índice de color aumentó de -9,15 a 4,22, lo cual coincidió con el incremento de los carotenoides totales. La masa fresca aumentó desde E1 hasta E4 y luego se estabilizó. El fruto de uchuva presentó una continua disminución de la firmeza y de la acidez total titulable desde E2 hasta E5. La relación de madurez y los sólidos solubles totales

incrementaron en función de la maduración, mientras que la tasa respiratoria fue alta en los primeros estados y luego disminuyó hasta E4, después aumentó levemente.

Referencias bibliográficas

Africano, K., P. Almanza-Merchan y H.E. Balaguera-López. (2016). Fisiología y bioquímica de la maduración del fruto de durazno [*Prunus persica* (L.) Batsch]. Una Revisión. Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas 9(1) 161-172.

Agronet (2014). Producción nacional por producto, Uchuva. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/www/html3b/ReportesAjax/VerReporte.aspx>. Consulta: 13 de noviembre de 2014.

Arias-Cruz, M., H. Velásquez-Ramírez, D. Mateus-Cagua, H. Chaparro-Zambrano y J. Orduz-Rodríguez. (2016). El rambután (*Nephelium lappaceum*), frutal asiático con potencial para Colombia: avances de la investigación en el piedemonte del Meta. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 10(2), 262-2

Barraza-Álvarez, F. (2015). Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 9(1), 60-71

Botia R. Irene, Cardona A. Gabriel. (2015). Valor Nutricional del Pan de Sal Tipo Rollo Elaborado con Bienestarina Mas[®]. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125, 13 (2), pp: 136 – 144.

Cardona, W., L. G. Bautista-Montealegre, N. Flórez-Velasco y G. Fischer. (2016). Desarrollo de la biomasa y raíz en plantas de lulo (*Solanum quitoense* var. septentrionale) en respuesta al sombrío y anegamiento. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 10(1), 53-65.

- Castañeda, G., y Paredes, R. (2003). Estudio del proceso respiratorio, principales ácidos orgánicos, azúcares y algunos cambios fisicoquímicos en el desarrollo del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 92 p.
- Criollo, H., T.C. Lagos, G. Fischer, L. Mora y L. Zamudio. (2014). Comportamiento de tres genotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo diferentes sistemas de poda. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 8(1), 34-43
- Duque, C., Mayorga, H., H. Knapp, y Winterhalter, P. (2005). Estudios sobre el delicado aroma de uchuva (*Physalis peruviana*) y algunos de sus precursores de tipo glicosídico. En: Duque, C., Morales, A. L., Eds. El aroma frutal de Colombia. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. pp. 43-73.
- Fernández, G., M. L.M. Melgarejo y N.A. Rodríguez. (2014). Algunos aspectos de la fotosíntesis y potenciales hídricos de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en estado reproductivo en el Huila, Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 8(2), 206-216.
- Fischer, G., Ebert, G., y Lüdders, P. (2000). Provitamin A carotenoids, organic acids and ascorbic acid content of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) ecotypes grown at two tropical altitudes. Acta Horticulturae, 531, 263-267.
- Fischer, G., Herrera, A., y Almanza, P. (2011). Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) En: Yahia, E.M. (ed.). Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Acai to citrus. Woodhead Publishing, Cambridge.
- 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.

- Fischer, G., y Martínez, O. (1999). Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. *Agronomía Colombiana*, 16(1-3): 35-37.
- Galvis, J., Fischer, G., y Gordillo, O. (2005). Cosecha y poscosecha de la uchuva. pp. 165-190. En: Fischer G., Miranda, D., Piedrahita, W. y Romero, J. (ed.). *Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.) en Colombia*, Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- García B. Yulieth P., Caballero P. Luz A., Maldonado O. Yohanna. (2016). Evaluación del color en el tostado de Haba (*Vicia faba*). *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN 1692-7125, 14 (2), pp: 53 -66.
- García, H., Peña, A. y García, C. (2008). *Manual de práctica de cosecha y acondicionamiento de la uchuva con fines de exportación*, Corpoica, Bogotá.
- Gastelum, D. 2012. *Demanda nutrimental y manejo agronómico de Physalis peruvianum L.* Tesis de Maestría. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Texcoco. 74p.
- Gutiérrez, M., Trincherro, D., Cerri, M., Vilella, F. y Sozzi, 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.
- Hernández, D.R., D. Mateus y J.O. Orduz-Rodríguez. (2014). Características climáticas y balance hídrico de la lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en cinco localidades productoras de Colombia *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 8(2), 217-229.
- Herrera, H, A. Hurtado-Salazar y N. Ceballos-Aguirre. (2015). Estudio técnico y económico del tomate tipo cereza elite (*Solanum lycopersicum* L. var. cerasiforme) bajo condiciones semicontroladas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 9(2), 290-300.

- Icontec. (1999). Frutas frescas. Uchuva. Especificaciones. Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Bogotá.
- Kays, S. (2004). Postharvest biology. Exon Press. Athens, Georgia.
- Lanchero, O., Velandia, G., Fischer, G., Varela, N., y García, H. (2007). Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en poscosecha bajo condiciones de atmosfera modificada activa. Rev. Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria 8(1), 61-68.
- Majumder, K., y Mazumdar, B. (2002). Changes of pectic substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in relation to the enzyme activity and evolution of ethylene. Scientia Horticulturae 96, 91–101.
- Mazorra, F., Quintana, A., Miranda D., Fischer, G., y Chaves, B. (2003). 'Análisis sobre el desarrollo y la madurez fisiológica del fruto de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la zona de Sumapaz (Cundinamarca), Agronomía Colombiana, 21 (3), 175-189.
- Novoa, R., Bojacá, M., Galvis, A. y Fischer, G. (2006). La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12°C (*Physalis peruviana* L.). Agronomía Colombiana 24(1), 77-86.
- Orjuela-Castro, J., A. L. Caicedo-Otavo. A.F. Ruiz-Moreno y W. Adarme-Jaimes. (2016). Efecto de los mecanismos de integración externa en el desempeño logístico de cadenas frutícolas. Un enfoque bajo dinámica de sistemas. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 10(2), 311-322.
- Pua R. Amparo L., Barreto G. R., Ariza, C. S. (2015). Extracción y caracterización de la pectina obtenida a partir de la cáscara de limón Tahití (*Citrus x latifolia*) en dos estados de maduración. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125, 13 (2), pp: 180 - 194.
- Quintana F. Lucas F. Gómez, Salomón García Alberto, Martínez Nubia. (2015). Perfil sensorial del

clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN51. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN: 1692-7125, 13 (1), pp. 60 -65.

Superfruit. (2011). Uchuva - the superfruit. En: <http://www.uchuvasuperfruit.com>; consulta: 13 de agosto de 2011.

Trincherro, G., Sozzi, G., Cerri, A.M., Vilella, F., y Frascina, A. (1999). Ripening-related changes in ethylene production, respiration rate and cell-wall enzyme activity in goldenberry (*Physalis peruviana* L.), a solanaceous species. *Postharvest Biology and Technology* 16, 139–145.

Valdenegro, M., Fuentes, L. Herrera, R., y Moya-León, M.A. (2012). Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and in response to 1-methylcyclopropene treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 67, 110-117.

Parra-Coronado, P. 2014. Maduración y comportamiento poscosecha de la guayaba (*Psidium guajava* L.). Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 8(2), 314-327.

Sotelo, L., A. Alvis y G. Arrázola. (2015). Evaluación de epicatequina, teobromina y cafeína en cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), determinación de su capacidad antioxidante, *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 9(1), 124-134.

Villamizar, R y Parra, M. L. M. (2015). Uso de Nanopartículas de plata en el control de microorganismos patógenos presentes en alimentos. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125, 13 (1), Pp: 54 – 59.