

Caracterización productiva, fisicoquímica y del rajado del fruto de dos cultivares de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en el municipio de Úmbita Boyacá

Productive, physicochemical and fruit cracking characterization of two cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) cultivars in the municipality of Úmbita Boyacá

Iván Darío Buitrago Bautista¹
Carlos Humberto Rubio¹
Helber Enrique Balaguera López¹

¹ Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja, Colombia). Autor correspondencia: helber.balaguera@uptc.edu.co

Resumen

La uchuva (*Physalis peruviana* L.) es una especie frutícola originaria de la región andina que está experimentando una considerable expansión, es la fruta exótica más importante para Colombia y constituye un renglón muy importante en cuanto a exportaciones. En el país se estima que entre el 10 y el 15% de la producción de uchuva presenta de rajado del fruto. En este trabajo se realizó la caracterización productiva, fisicoquímica y del rajado del fruto de dos cultivares de uchuva cultivados a campo abierto en el municipio de Úmbita en el departamento de Boyacá. Durante 11 semanas de cosecha consecutivas se evaluaron variables de producción como número de frutos, kilogramos producidos y porcentaje de rajado para cada variedad. Se determinaron variables de calidad como índice de color, firmeza, sólidos solubles totales, acidez total titulable, respiración y relación de madurez. No se presentaron diferencias entre los dos cultivares para las variables de calidad evaluadas, excepto para el índice de color. El ecotipo Colombia presentó una mayor productividad que el ecotipo Úmbita, sin embargo este último solo produjo frutos de calidad I según la norma NTC 4580 mientras que el primero produjo frutos de calidades I y II. El ecotipo Colombia presentó un porcentaje de rajado del 29,23%, mientras que el ecotipo Úmbita solo presentó un 7,99% de frutos rajados. Se puede concluir entonces que el ecotipo Úmbita pese a tener menor rendimiento, produce frutos de tamaño

grande con menor porcentaje de rajado y tiene las mismas características de calidad del ecotipo Colombia.

Palabras clave: ecotipo, producción, calidad, rajado.

Abstract

Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) is a fruit species native to the Andean region that is undergoing considerable expansion, is the most important exotic fruit for Colombia and constitutes a very important line in terms of exports. In the country it is estimated that between 10 and 15% of cape gooseberry production present fruit cracking. In this paper the productive, physicochemical and fruit cracking characterization of two gooseberry cultivars grown in the open field in the municipality of Úmbita in the department of Boyacá was carried out. During 11 consecutive harvest weeks, production variables such as number of fruits, kilograms produced and percentage of cracking for each variety were evaluated. Quality variables were determined such as color index, firmness, total soluble solids, total titratable acidity, respiration and maturity ratio. There were no differences between the two cultivars for the quality variables evaluated, except for the color index. The Colombia ecotype presented a higher productivity than the Úmbita ecotype, however the latter only produced fruits of quality I according to NTC 4580 while the former produced fruits of qualities I and II. The Colombia ecotype had a cracked percentage of 29.23%, while the Úmbita ecotype only presented 7.99% of cracked fruits. It can be concluded then that the Úmbita ecotype despite having a lower yield, produces large-sized fruits with a lower percentage of cracking and has the same quality characteristics of the Colombia ecotype.

Keywords: Colombia ecotype, Umbita ecotype, production, quality, cracked.

INTRODUCCIÓN

En Colombia la uchuva (*Physalis peruviana*) se destaca como un producto de exportación, actualmente ocupa el segundo lugar después del banano y dentro de las frutas exóticas se encuentra en el primer lugar de exportaciones con un 53% (Torres, 2012). Perteneciente a la familia de las Solanáceas, familia a la que además pertenece el tomate tipo cereza (*Solanum lycopersicum* L. var. cerasiforme) (Herrera et al., 2015) y también el lulo (*Solanum quitoense* Lam.) (Cardona et al., 2016). La uchuva pertenece al género *physalis*, cuenta con más de ochenta variedades (algunas aún se encuentran en estado silvestre) caracterizadas porque sus frutos están encerrados dentro de un cáliz o capacho (Mendoza et al., 2012). Hacia mediados de la década de los ochenta en Colombia la uchuva empezó a ser un cultivo comercial y comenzó a tener acogida en los mercados internacionales, donde hoy se comercializa en fresco y procesada (Mendoza et al., 2012). Actualmente ante el ICA aparecen registradas en Boyacá 195 hectáreas y en Cundinamarca 167 ha de uchuva sembradas sobre los 2.200 msnm por pequeños productores en parcelas de entre una y cinco hectáreas en 196 municipios (Ministerio de Agricultura, 2016). Además, en Colombia la uchuva es una especie frutal se investiga tanto en temas de precosecha (Criollo et al., 2014) y poscosecha (Balaguera-López et al., 2014) pero que requiere más estudios en todo el sistema de producción, incluyendo también integración externa en el desempeño logístico de cadenas frutícolas, entre otros (Orjuela-Castro et al., 2016).

La uchuva es la fruta exótica más importante para Colombia y constituye un renglón de exportaciones muy importante por lo cual para su comercialización requiere de parámetros de calidad excepcionales. A mediados de 2015 se logró la exportación de la uchuva a los Estados Unidos sin tratamiento cuarentenario, esto permite que un alto número de productores y exportadores incursionen en este mercado con frutos en mejores condiciones de calidad (Ministerio de Agricultura, 2016). Un factor que ocasiona pérdidas importantes en la producción y comercialización es el rajado del fruto, ya que por ser una baya jugosa con una epidermis muy delgada, tiene predisposición a este problema (Fischer, 2005). Por la complejidad de las causas

para el control del rajado no se han desarrollado estrategias eficaces para su manejo, la cosecha de frutos antes de mostrar los síntomas del rajado y la selección de variedades y ecotipos que son resistentes a este desorden se muestran como las mejores opciones, sin embargo, la predisposición de las diferentes variedades al rajado es grande, los genotipos y ecotipos de la uchuva hasta ahora no se han estudiado suficientemente porque la mayoría presentan susceptibilidad a este desorden fisiológico, por lo tanto se desconocen las diferencias entre cultivares susceptibles y resistentes, diferencias que den indicios y puedan ser el punto de partida para dar posibles soluciones a este problema.

En el departamento de Boyacá desde 1990 se han venido sembrado tres ecotipos de *Physalis*, conocidos como Colombia, Sudáfrica y Kenia la diferencia de estos se presenta en el tamaño y color del fruto, forma del cáliz y porte de la planta existiendo ecotipos y cultivares que presentan menos predisposición al rajado (Almanza y Fischer, 2012). El ecotipo Colombia es el más ampliamente cultivado en el país por tener una mejor coloración y mayor contenido de azúcares lo que lo hace más apetecible, pero presenta mayor susceptibilidad al rajado (Miranda, 2005), ésta es una desventaja importante que requiere de esfuerzos en la búsqueda de alternativas de productividad en donde se pueda mantener la calidad de la fruta y a la vez reducir el porcentaje de frutos rajados, el estudio de nuevos cultivares es parte fundamental en el cumplimiento de este objetivo. Corpoica en noviembre de 2016 lanza las variedades de uchuvas Corpoica Andina y Corpoica Dorada las cuales actualmente están en periodo de prueba comercial (Corpoica, 2016). De otra parte, Criollo et al. (2014) evaluaron 3 genotipos de uchuva y encontraron que los genotipos Sylvania y Kenia superaron el Regional Nariño en peso fresco (7,22 y 5,99 g/fruto), diámetro (32,18 y 22,12 mm/fruto) y rendimiento (3,67 y 2,92 kg/planta, respectivamente). No obstante, en otras especies como el rambután (*Nephelium lappaceum*), el cultivo moderno y tecnificado hace con clones seleccionados por rendimiento (Arias-Cruz et al., 2016).

Una adecuada conservación, documentación y evaluación de las colecciones de germoplasma y de nuevos materiales, pueden contribuir al desarrollo de estrategias para el mantenimiento de las especies, al permitir la identificación de accesiones prometedoras para futuros programas de selección y mejoramiento genético (Bonilla, 2008).

El objetivo de este estudio fue evaluar un nuevo material que presenta baja presencia de rajado y compararlo con el ecotipo Colombia que es el más ampliamente cultivado en el país. Se buscó que a partir de la caracterización fisiológica y de variables de producción y de calidad en el momento de la cosecha, establecer diferencias entre los dos materiales de uchuva evaluados, y con esto obtener una alternativa para disminuir la presencia del rajado del fruto.

MATERIALES Y METODOS

El experimento en la fase de campo se realizó en el municipio de Úmbita Boyacá, el cual se encuentra ubicado a 2480 msnm, presenta una temperatura promedio de 15°C, humedad relativa promedio de 75% y precipitación media anual de 1054 mm. Las mediciones se realizaron en el laboratorio de fisiología vegetal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos correspondientes a dos cultivares de uchuva, se tomó como tratamiento 1 el material que se introdujo recientemente al departamento de Boyacá, el tratamiento 2 correspondió a el ecotipo Colombia. Cada cultivar tuvo cuatro repeticiones, cada una de las 8 unidades experimentales estuvo compuesta por 7 plantas.

Se seleccionaron plantas de un cultivo comercial en etapa reproductiva, el cual se venía manejando de acuerdo a las recomendaciones técnicas hechas para la zona. Las plantas de los dos cultivares se encontraban sembradas en la vereda nueve pilas, finca Buena Vista, con distancias de siembra de 1,8 m entre plantas y 2.0 m entre surcos, con sistema de tutorado en V

alto. A partir de la primera cosecha, se realizó una recolección semanal durante 11 semanas, los frutos fueron contados y pesados en la finca para determinar la producción y el porcentaje de rajado de la siguiente manera:

Productividad (kg/planta): se realizó registro de frutos producidos por plantas para cada tratamiento en la cosecha, así mismo, se determinó la masa promedio de frutos por cada tratamiento con una balanza de precisión 0,01 g. Producción por calidades comerciales: Se determinó el número de frutos por planta de cada una de las calidades comerciales y el total según norma Icontec NTC 4580 (9) y se calcularon los porcentajes de cada calidad, los frutos se clasificaron en tres tamaños (> 22 mm, grandes; de 18 a 22 mm, medianos; <18 mm, pequeños). Esta determinación se realizó por medio de una plantilla con los tamaños definidos. Frutos rajados (%): Se calculó el porcentaje de todos los frutos que presentaron los síntomas del rajado durante la cosecha por cada calidad comercial.

Al primer y tercer mes de iniciar la cosecha se seleccionaron 10 frutos por planta para realizar mediciones fisicoquímicas en laboratorio. El índice de color ($IC = (1000 \times a^*) / (L^* \times b^*)$) se calculó a partir de parámetros del sistema CIELab L^* , a^* y b^* , se realizaron tres lecturas en el diámetro ecuatorial de cada fruto con colorímetro digital. Se midió la firmeza de frutos mediante la utilización de un penetrómetro digital PCE-PTR200. Para los sólidos solubles totales (SST) se tomaron 5 ml de jugo de fruta de uchuva por cada tratamiento y se determinaron en un refractómetro digital HANNA HI 96803. La acidez total titulable (ATT) se determinó mediante titulación ácido base. Se determinó mediante la relación de madurez entre los SST y la ATT.

Se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, posteriormente la prueba de t-Student, con el fin de determinar diferencias significativas entre cultivares para cada una de las variables de respuesta medidas, en el caso de no cumplimiento de la normalidad se realizó el test de Mann-Whitney. Se realizaron pruebas de correlación lineal con el fin de relacionar las variables medidas entre sí. Para el análisis de los datos se utilizó el programa SPSS v. 19.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PRODUCCIÓN

Se presentaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre cultivares en la producción total. El ecotipo Colombia generó mayor producción con $2382,28 \pm 17,3$ g/planta (Figura 1) y 265,64 frutos/planta (Figura 2). En relación a las calidades comerciales, el ecotipo Úmbita produjo frutos únicamente de la calidad I (Mediana de 213,86 frutos/planta), mientras que el ecotipo Colombia generó frutos de las calidades I (Mediana de 216,29 frutos/planta) y II (Mediana de 49,36 frutos/planta), equivalentes al 81,42% y 18,58% respectivamente (Figura 3).

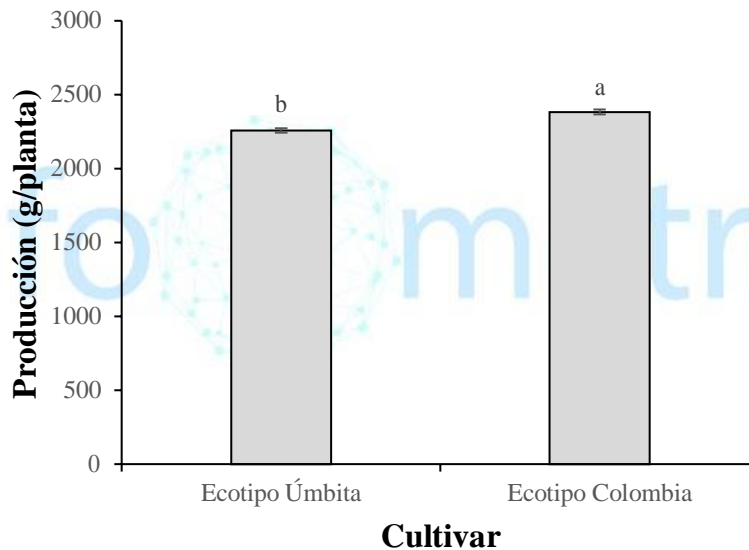


Figura 1. Producción total en dos cultivares de uchuva (*Physalis peruviana* L.), sembrados en Úmbita (Boyacá). Promedios seguidos con letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con el test t-student. Las barras verticales en cada promedio indican el error estándar ($n=7$).

Masa promedio de frutos. La producción de masa fresca está directamente relacionada con el número de frutos producido por cada cultivar, el ecotipo Colombia que produjo mayor cantidad de frutos y presentó mayor producción de gr/planta. Sin embargo el ecotipo Úmbita aunque produjo menor cantidad de g/planta, solo presenta frutos de tamaño grande ($>$ de 22 mm).

El peso fresco del fruto en el ecotipo Colombia es menor (8,96 g) y se diferencia de los frutos del ecotipo Úmbita (10,55 g), similar a lo encontrado por Fischer et al. (2007) y Peña et al. (2010) quienes compararon el ecotipo Colombia con los ecotipos Kenia y Sudáfrica, encontrando que los ecotipos africanos producen mayor masa fresca (Ecotipo Colombia 4,13 gr., ecotipos africanos 6,4 gr), (10 y 11), sin embargo, los valores reportados son inferiores a los observados en esta investigación y diferentes a los reportados por, Herrera (2000) de 4,2 g, Cooman et al. (2005) de 4 g y Álvarez (2014) de 3,55 g quienes realizaron estudios sobre el ecotipo Colombia (12,13 y 14). La diferencia tan amplia puede deberse a la cantidad de cosechas analizadas, es decir, el tiempo transcurrido entre la primera y última medición, Álvarez (2014) menciona que hacia el final del ciclo de cultivo se presenta una reducción de casi un 60% en la masa fresca de los frutos ya que para las últimas cuatro cosechas apenas se alcanzan 2,26 g, por fruto (Álvarez, 2014). Fischer et al. (2007), afirman que las cosechas de uchuva tienen picos bimensuales en la producción, los cuales conforme avanza el tiempo de cosecha son menos pronunciados, hasta que al final la cosecha es mínima. Sin embargo factores como el clima, el suelo y la nutrición influyen en la productividad de las plantas.

Número de frutos por planta. Se presentaron diferencias significativas para esta variable (figura 2). La producción de frutos por planta en el ecotipo Colombia fue de 265,64 frutos por planta, mientras que el ecotipo Úmbita produjo un 19,5% menos frutos aunque todos de tamaño grande.

Los valores encontrados para la variable producción de frutos por planta, son similares a los reportados por Herrera et al. (2011) cuyas producciones encontradas fueron de 265 para el ecotipo Colombia (Herrera et al., 2016). Fischer et al. (2007) y Peña et al. (2010) afirman que el ecotipo Colombia produce una mayor cantidad de frutos por planta comparado con los ecotipos Kenia y Sudáfrica siendo probable que el ecotipo Úmbita provenga de uno de estos.

Producción por calidades comerciales. La producción de frutos de tamaño grande (>22 mm) no presentó diferencias significativas entre los dos cultivares (figura 3A), mientras que en la producción de tamaño mediano (frutos entre 18mm y 22 mm) si se observan diferencias estadísticamente significativas ya que el ecotipo Úmbita solo produjo frutos de calidad I.

Se observan diferencias significativas en el porcentaje de frutos producidos por calidad comercial. La producción del ecotipo Colombia para la calidad I fue del 81,42% y para la calidad II un 18,58%, mientras que para el ecotipo Úmbita la productividad fue del 100% para la calidad I, datos diferentes a los reportados por Álvarez (2014) quien durante 8 cosechas realizadas cada 15 días encontró que el porcentaje de frutos grandes obtenido para todas las cosechas fue de 9,17% y el porcentaje de frutos de tamaño mediano recolectados fue del 31,44% en el ecotipo Colombia.

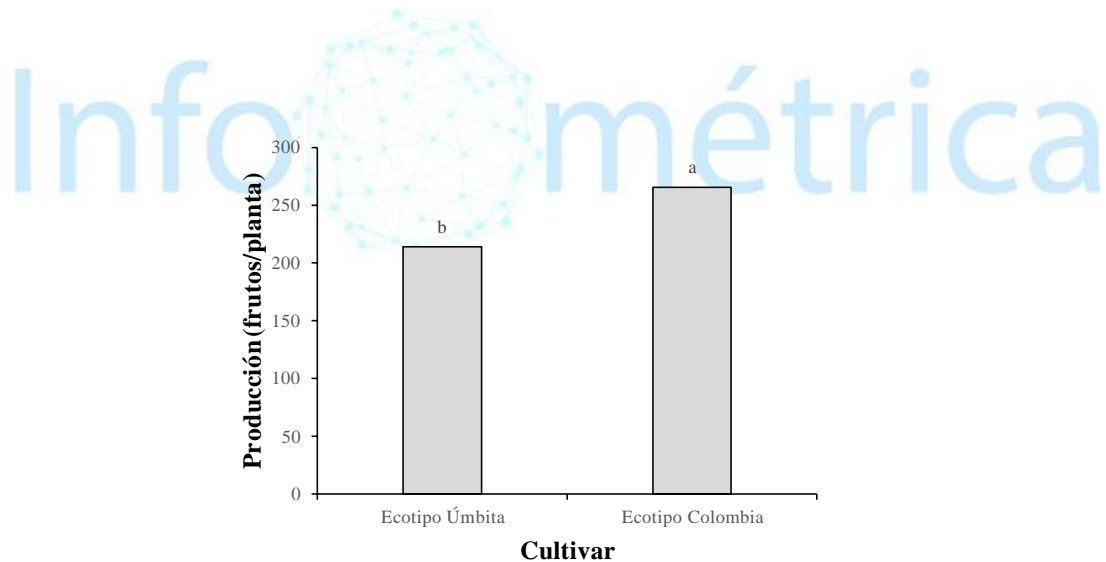


Figura 2. Número total de frutos producidos en dos cultivares de uchuva (*Physalis peruviana* L.), sembrados en Úmbita (Boyacá). Medianas seguidas con letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con el test de Mann-Whitney.

Se puede afirmar entonces que la mayor cantidad de frutos obtenida estuvo clasificada en la categoría de frutos grandes (> de 22 mm) que en el cultivar Úmbita corresponde al 100% de la

cosecha, seguida por los medianos, y no se presentó producción de frutos pequeños (< 18mm) en los dos cultivares.

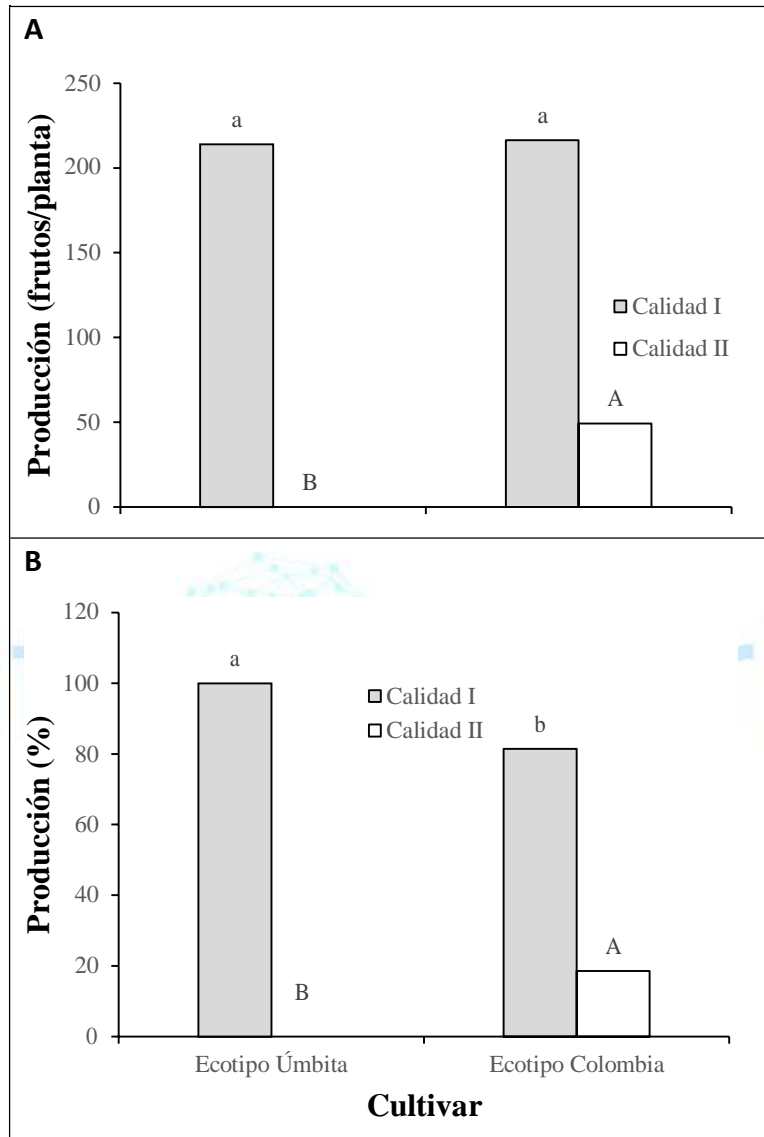


Figura 3. Número (A) y porcentaje con relación al número (B) de frutos producidos por calidades comerciales en dos cultivares de uchuva (*Physalis peruviana* L.), sembrados en Úmbita (Boyacá). Medianas seguidas con letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con el test de Mann-Whitney.

CALIDAD DEL FRUTO

Rajado total de frutos: El número de frutos rajados presentó diferencias estadísticas entre cultivares ($P < 0,05$). En la calidad I, el número de frutos rajados fue superior en el ecotipo Colombia con 56,3 frutos/planta, equivalente al 21,24% de la producción total, mientras que el ecotipo Úmbita solo presentó 7,91% de frutos rajados. En la calidad II, el ecotipo Colombia generó un 7,99% de frutos rajados, es decir, que en total este ecotipo tuvo un 29,23% de rajado, el ecotipo Úmbita no produjo frutos de la calidad II (Figura 4).

La tendencia encontrada es que el porcentaje de rajado en frutos de uchuva es más alto a medida que los frutos son más grandes, datos similares a los reportados por Guerrero *et al.* (2007), Amezcuita *et al* (2008) y Álvarez (2014), sin embargo los datos analizados son inferiores a los reportados por estos autores.

Dentro de las variables asociadas y más evaluadas hacia el rajado del fruto se encuentran el potencial hídrico, la carga de frutos por planta y la nutrición. Al observar la diferencia de rajado entre cultivares, se puede afirmar que este no sólo se puede atribuir a factores nutricionales e hídricos; también podría deberse a un factor genético como ocurre en tomate, especie en la que se midió la heredabilidad de la susceptibilidad al rajado para luego seleccionar variedades resistentes.

López (2016) en estudios realizados en tomate, afirma que la susceptibilidad al agrietado del fruto se debe tanto a causas genéticas y que cultivares con diferente susceptibilidad al agrietado muestran diferencias en cuanto a la interacción con las condiciones climáticas, por tanto la variable cultivar debe tenerse en cuenta cuando se intenta profundizar en el fenómeno del rajado.

Diversos estudios sobre frutos de tomate revelan que existen diferencias morfológicas entre variedades que se podrían correlacionar con la mayor o menor susceptibilidad al agrietado. Los cultivares más resistentes suelen mostrar un grosor del epicarpo significativamente superior al de los cultivares susceptibles.

Pascual et al. (1998) evaluaron la respuesta productiva del tomate frente a diferentes tratamientos de riego y a las respectivas humedades del suelo, así como la posible incidencia de las mismas en la aparición del rajado de los frutos, concluyendo que existe una gran influencia de la susceptibilidad varietal en la aparición del rajado y observaron que en algunos casos, hubo mayor efecto de los cultivares sobre el rajado, que de las dosis de riego.

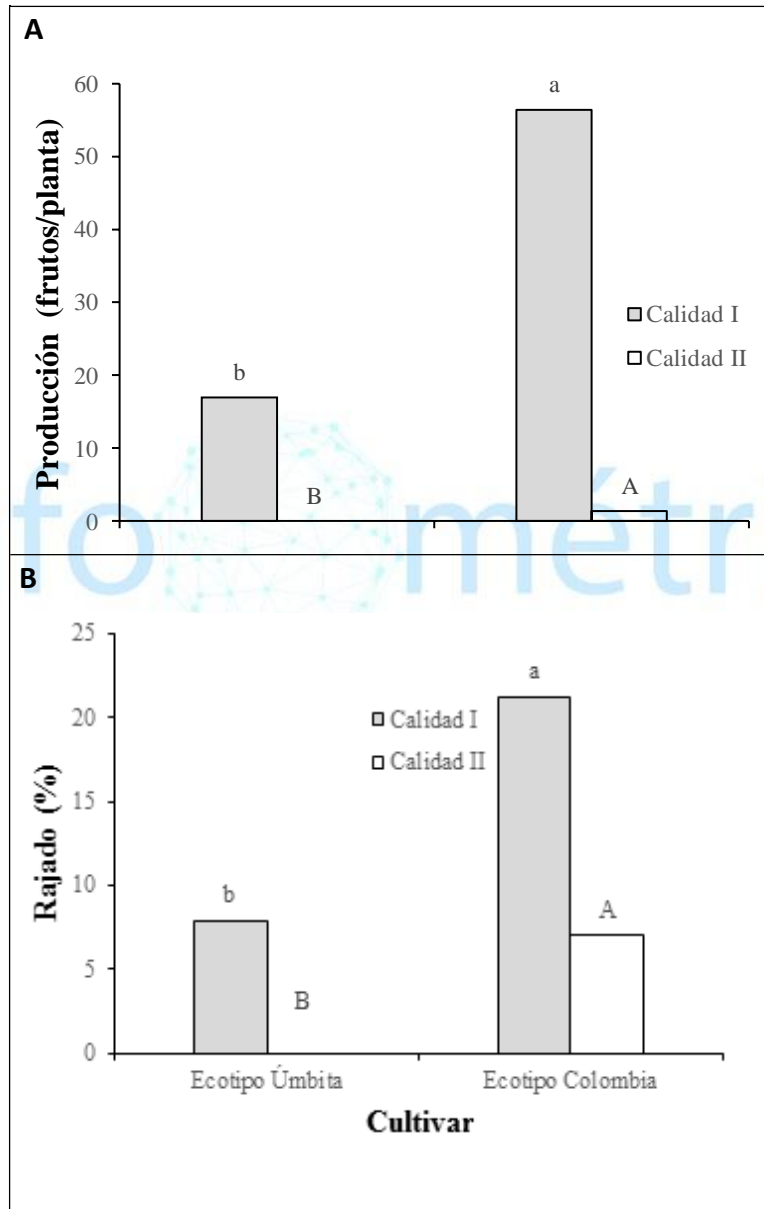


Figura 4. Número (A) y porcentaje con relación al número (B) de frutos rajados producidos por calidades comerciales en dos cultivares de uchuva (*Physalis peruviana* L.), sembrados en Úmbita

(Boyacá). Medianas seguidas con letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con el test de Mann-Whitney.

Tasa respiratoria: No se presentaron diferencias significativas para esta variable (figura 5A). La respiración es el principal proceso de deterioro de los frutos y está relacionada con la pérdida de firmeza pudiendo generar mayor índice de rajado, también pueden presentar una disminución en los SST, debido posiblemente a que gran parte de los azúcares se utilizan para el proceso de respiración (20). En relación al agrietado de los frutos, Aloni et al. (1999) observaron diferencias en las tasas de respiración entre los cultivares susceptibles y resistentes al agrietado del fruto en distintas variedades de pimiento.

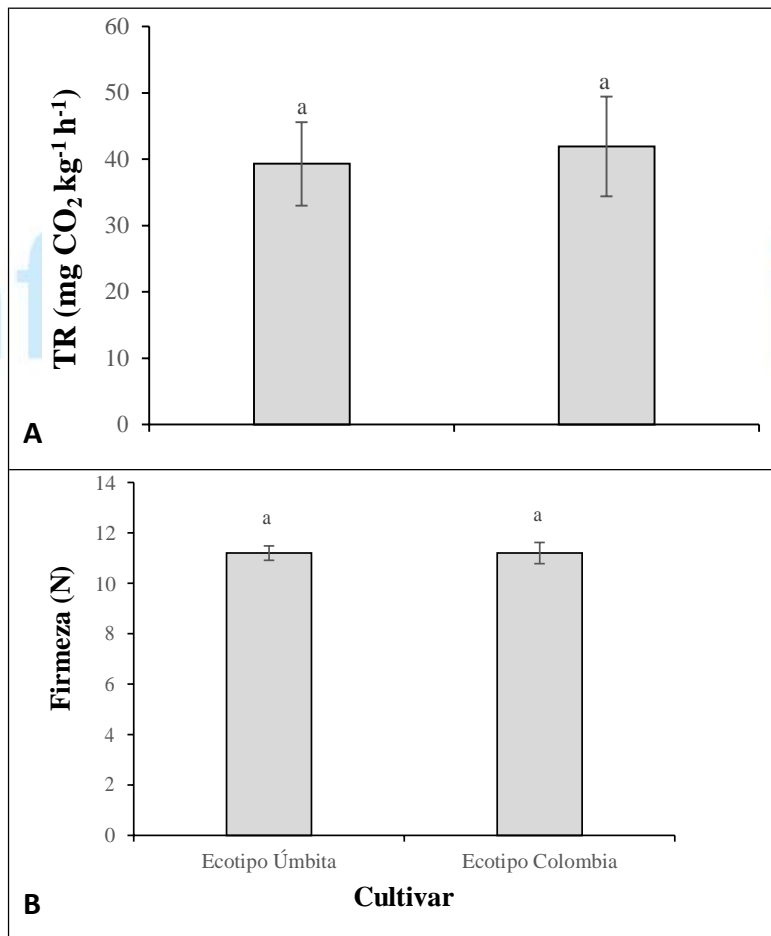


Figura 5. Tasa respiratoria (A) y firmeza (B) de frutos en dos cultivares de uchuva (*Physalis peruviana* L.), sembrados en Úmbita (Boyacá). Promedios seguidos con letras diferentes indican

diferencias significativas de acuerdo con el test t-student. Las barras verticales en cada promedio corresponden al error estándar (n=4).

Firmeza: Los dos cultivares presentaron estadísticamente los mismos valores para esta variable (Figura 5B). En este caso el componente genético no fue diferencial en la respuesta, hay otros factores que también pueden afectar la firmeza, como por ejemplo el factor nutricional, tal como lo reporta Barraza et al. (2015) para frutos de *Cucumis sativus* L.

Márquez et al. (2009) evaluaron 10 accesiones de uchuva provenientes del Banco de Germoplasma de Colombia, encontrando que la firmeza de los frutos en el momento de la cosecha no presentó diferencias estadísticamente significativa entre genotipos, lo que según ellos indica que posiblemente existe una actividad enzimática similar sobre los polímeros de la pared celular de los frutos. Al respecto Africano et al. (2016) mencionan que la firmeza tiende a disminuir con la maduración.

Sólidos solubles totales (SST): No se encontraron diferencias significativas entre los dos cultivares para los SST (figura 6A) con un promedio de 13,77 °Brix, datos similares a los reportados por Brito et al. (2014) de 13,8 °Brix.

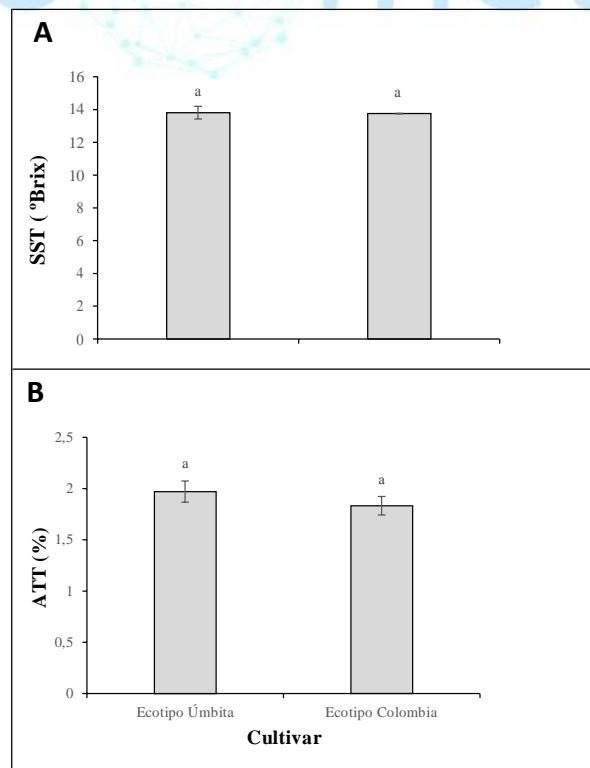


Figura 6. Sólidos solubles totales (A) y Acidez total titulable (B) de frutos en dos cultivares de uchuva (*Physalis peruviana* L.), sembrados en Úmbita (Boyacá). Promedios seguidos con letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con el test t-student. Las barras verticales en cada promedio corresponden al error estándar (n=4).

Los sólidos solubles totales son un indicador de la cantidad de azúcares que presenta la fruta, así, a mayor cantidad de azúcares, mayor grado de madurez de la fruta (García et al., 2014). Al no presentarse diferencias entre los dos cultivares se deduce que estos tienen la misma cantidad de azúcares lo que hace que tenga la misma percepción de sabor para el consumidor. El alto valor presentado de los SST es el resultado de su genética y del proceso de maduración, es así que se derivan de la hidrólisis del almidón y de los polisacáridos de la pared celular que dan origen a azúcares solubles (Africano et al., 2016; Parra-Coronado, 2014). Los SST pueden variar también por el clima, 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. Al respecto, para lima tahiti encontraron que las diferencias climáticas deben tener influencia sobre la calidad de la fruta (Hernández et al. 2014). Lo anterior indica que además de realizar estudios de comparación de materiales genéticos, es importante evaluar las diferentes especies de interés económico en condiciones agroclimáticas específicas y su efecto sobre la producción y calidad del fruto.

Acidez total titulable (ATT). En la figura 6B se puede apreciar que no se presentaron diferencias para esta variable. La ATT, como medida general de la presencia de ácidos en el fruto presenta un valor típico en frutos de uchuva. Este fruto se caracteriza por presentar alta ATT que puede oscilar entre 1,5% y 4 % (Lopez, 2016; Aloni et al., 1999; Novoa et al., 2006). En la medida en que la fruta madura la acidez va disminuyendo, valores cercanos 1,5 %, como los encontrados, le dan el sabor particular a la uchuva, apetecido por los consumidores (García et al., 2014). Este parámetro también incluye al ácido ascórbico, sustancia antioxidante característica de la uchuva. En concordancia, en la maduración de este fruto 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). Al no encontrar diferencias en las características organolépticas como el aroma, la firmeza y el balance entre azúcares y acidez hacen que el ecotipo Úmbita sea llamativo para el consumidor

Relación de madurez. No se evidenciaron diferencias entre los dos ecotipos evaluados (figura 7).

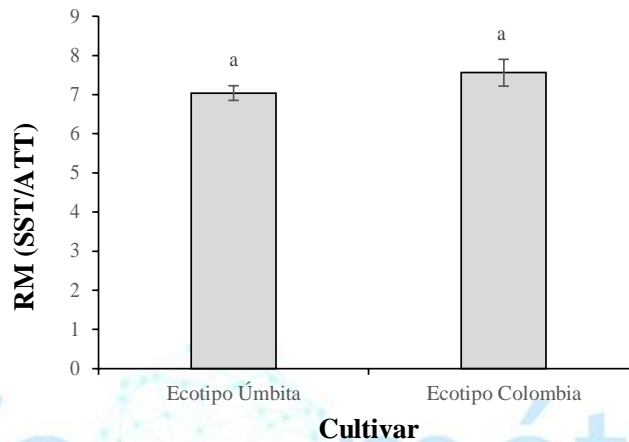


Figura 7. Relación de madurez de frutos en dos cultivares de uchuva (*Physalis peruviana* L.), sembrados en Úmbita (Boyacá). Promedios seguidos con letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con el test t-student. Las barras verticales en cada promedio corresponden al error estándar (n=4).

La proporción entre azúcar y ácido provee a muchas frutas su sabor característico, además de ser un indicador de la madurez comercial y organoléptica (Angón et al., 2006). La recolección de frutos en campo se realizó a partir de la observación del cáliz, de acuerdo con estos resultados se puede deducir que el momento óptimo de cosecha para la el ecotipo Úmbita, es el mismo que para el ecotipo Colombia, sin que se vean afectadas las características de firmeza y sabor de los frutos, ya que la cosecha de las frutas en el estado de madurez apropiado es un factor de primera importancia debido a que de él depende la duración en almacenamiento del fruto

Índice de color. Se mostraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para esta variable (Figura 8), el ecotipo Colombia presentó un valor promedio de 8,58, mientras que el ecotipo Úmbita mostró un valor de 9,39. La coloración de los frutos depende de la composición de los pigmentos

presentes en los tejidos, en frutos de uchuva se ha reportado la presencia de clorofilas y carotenoides como pigmentos principales (Balaguera et al., 2014).

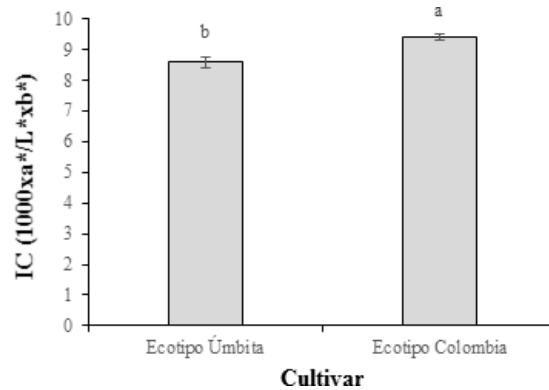


Figura 8, Índice de Color ($IC=100xa*/L.*xb*$) de frutos en dos cultivares de uchuva (*Physalis peruviana* L.), sembrados en Úmbita (Boyacá). Promedios seguidos con letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con el test t-student. Las barras verticales en cada promedio corresponden al error estándar (n=4).

El contenido de carotenoides en el fruto de uchuva varía ampliamente y depende de varios factores como el estado de madurez, condiciones climáticas, el ecotipo, presencia de fisiopatías, prácticas de poscosecha, entre otros (Castro et al., 2008; Álvarez et al., 2012).

CONCLUSIONES

El ecotipo Colombia produce mayor cantidad de frutos por planta y un mayor rendimiento en gramos producidos comparado con el ecotipo Úmbita, sin embargo este último tiene un mayor peso promedio individual por fruto. El ecotipo Úmbita solo produjo frutos con diámetro mayor a 22 mm clasificados como categoría I en 11 semanas de cosecha, esta homogeneidad en la producción hacen que las labores de recolección y clasificación se desarrollen con mayor rapidez.

El ecotipo Úmbita presentó un menor porcentaje de rajado, lo cual puede atribuirse a factores genéticos tal y como ocurre en el tomate donde se evidenció que tiene gran influencia la susceptibilidad varietal. La susceptibilidad al rajado representa entre un 10% y el 45% de las

pérdidas en productividad del cultivo de uchuva, este cultivar ofrece una alternativa para reducir este problema.

Las características de firmeza, acidez total titulable, sólidos solubles totales y relación de madurez son similares para los dos cultivares, lo cual hace que el ecotipo Úmbita sea apetecido en el mercado ya sea para consumo en fresco o procesado.

Por tamaño, características organolépticas y menor porcentaje de rajado, los frutos del ecotipo Úmbita reúnen los parámetros establecidos con fines de exportación convirtiéndolo en una alternativa en la producción. Debido a las características favorables encontradas en el ecotipo Úmbita, lo convierten en un cultivar de importancia económica, por tanto es recomendable realizar investigación donde se profundice sobre este.

BIBLIOGRAFÍA

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.

Almanza, P., Fischer, G. (2012). Fisiología del cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.)

Aloni B., Karni L., Moreshet S., Yao C. y Stanghellini, C. (1999). Cuticular cracking in bell pepper fruit: II. Effects of fruit water relations and fruit expansion. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 74(1), 1-5.

Álvarez, J., Fischer, G., Restrepo, L y Quicazán, M. (2014). El contenido de carotenoides totales y ácido ascórbico en frutos sanos y rajados de uchuva (*Physalis peruviana* L.), Acta Horticulturae, 1016, 77-81.

Álvarez. (2014). Efecto del riego y la nutrición con calcio en la producción, rajado y calidad poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en invernadero. Tesis de doctorado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia.

Amezquita, N., Balaguera, H y Álvarez, J. (2008). Efecto de la aplicación precosecha de giberelinas y calcio en la producción, calidad y rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 2(2), 133-144.

Angón, P., Santos, N y Hernández, C. (2006). Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. Universidad Tecnológica de la Mixteca, Revista Temas de Ciencia y Tecnología, 10 (30), 3- 8

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.

Balaguera, H., Ramírez, L. 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.

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

Bonilla ML., Espinosa K., Posso AM., Vásquez HD., Muñoz JE. (2008). Caracterización molecular de 43 accesiones de uchuva de seis departamentos de Colombia. Revista Acta Agronómica, 57, 109-115.

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.

Brito, B., Villacrés, E., Espín, S y Vaillant, F. 2014. Alternativas competitivas de transformación para la valorización de la producción de *physalis peruviana* L. para los países andinos. En: Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahíta y J. Romero (eds.). Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. pp 133-159.

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.

Castro, A., Rodríguez, L. y Vargas, E. (2008). Secado de uchuva (*Physalis peruviana* L.) por aire caliente con pretratamiento de osmodeshidratación. Vitae, 15 (2), 226-231.

Cooman, A., Torres, C., Fischer, G. (2005). Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta. II. Efecto de la oferta de calcio, boro y cobre. Agronomía Colombiana, 23(1), 74-82.

Corpoica, (2016). Corpoica Andina y Dorada, las primeras dos variedades de uchuva del país, disponible en <http://www.corpoica.org.co/noticias/generales/lanzamiento-uchuva/>. (Acceso el 22/07/2017.)

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.

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., Lüdders P. (2007). Production, seeds and carbohydrate contents of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits grown at two contrasting Colombian altitudes. Journal of Applied Botany and Food Quality, 81(1), 29- 35.

Fischer G., Martínez O. (1999). Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. Agronomía Colombiana, 16 (1-3), 35-39.

Fischer, G. (2005). El problema del rajado del fruto de uchuva y su posible control.

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, M., Peña, A y Brito, B. (2014). Desarrollo tecnológico para el fortalecimiento del manejo poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). En: Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahíta y J. Romero (eds.). Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. pp 80-11.

Guerrero, D., M. Velandia, G. Fischer y H. Montenegro. (2007). Los ácidos carboxílicos de extractos vegetales y la humedad del suelo influyen en la producción y el rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 1(1), 9-19.

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, A. (2000). Manejo poscosecha. pp. 109-127. En: Flórez, V.J.; G. Fischer y A.D. Sora (eds.). Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 175 p.

Herrera, A., Ortiz, J., Fischer G., Chacón, M. (2011). Behavior in production and quality of 54 cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) materials from North-eastern Colombia. Agronomía Colombiana, Bogotá, 29, (2), 189-196.

Herrera, H, A. Hurtado-Salazar y N. Ceballos-Aguirre. (2015). Estudio técnico y económico del tomate tipo cereza élite (*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, Bogotá.

Lopez, G. (2016). Biomecánica de la epidermis y la cutícula del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y su relación con el agrietado. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología Molecular y Bioquímica. Málaga España.

Márquez, C., Trillos, O., Cartagena, J., Cotes, J. (2009). Evaluación físico-química y sensorial de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Vitae. 16 (1), 42-48.

Mendoza, J., Rodríguez, A., Millán, P. (2012). Caracterización físico química de la uchuva

(*Physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca.

Ministerio de Agricultura. (2016). Informe rendición de cuentas 2015 – 2016. pp 114-115.

Miranda, D. (2005). Criterios para el establecimiento, los sistemas de cultivo, el tutorado y la poda de la uchuva. En: Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahíta y J. Romero (eds.). Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. pp. 29-53.

Novoa, RH., Bojacá, M., Galvis J.A y Fischer, G. (2006). La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.), almacenada a 12 °C *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.

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.

Pascual A. Bardisi S. Lopez J. Alagarda J. V. Maroto. (1998). Influencia del riego y del potencial matricial en el rendimiento y en el rajado del tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). *Revista Investigación agraria. Producción y protección vegetal*, 13(1-2), 5-19

Peña, J.F., J. D. Ayala, G. Fischer, B. Chaves, J.F. Cárdenas-Hernández y P.J. Almanza. (2010).

Relaciones semilla fruto en tres ecotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Rev. Colomb. Cienc. Hortíc. 4(1), 43-54.

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.

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.

Torres, A. (2012). El mercado de la uchuva en Colombia y sus proyecciones para la penetración y comercialización en el mercado de los Estados Unidos. pp. 11-12.

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.