

UCHUVA

Physalis peruviana L.:

FRUTA ANDINA PARA EL MUNDO

PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO – CYTED
RED TEMÁTICA 112RT0460 “CORNUCOPIA”





Physalis peruviana L.: FRUTA ANDINA PARA EL MUNDO



Julio de 2014

Physalis peruviana L.:

FRUTA ANDINA PARA EL MUNDO

231 pags./pages 1ª Edición/1st Ed. (Abril 2014), 20 books/ejemplares

ISBN (electrónico/electronic PDF): 84-15413-26-2 y 978-84-15413-26-4

ISBN (Impreso/Printed): 84-15413-27-0 y 978-84-15413-27-1

Derechos reservados conforme a la ley.

1. UCHUVA 2. RECURSO GENETICO 3. CULTIVO 4. CALIDAD 5. FUNCIONAL 6. LEGISLACIÓN/NORMATIVA

© Las opiniones, conceptos, tablas, gráficas, ilustraciones y fotografías, que hacen parte de cada uno de los capítulos, son responsabilidad exclusiva de los autores.

Editores/Editors

Catarina Pedro Pássaro Carvalho, Ph.D. Corpoica, Colombia.

Editor Académico/Academic Editor

Diego A. Moreno, Ph.D. CEBAS-CSIC, España

Comité Editorial / Editorial Board

Alejandro Navas A., Ph.D. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. Colombia.

Amílcar Manuel Marreiros Duarte, Ph.D. Universidade do Algarve. Portugal.

Ángel Gil Izquierdo, Ph.D. CEBAS-CSIC. España.

Catarina Pedro Pássaro C., Ph.D. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. Colombia.

Cristina García Viguera, Ph.D. CEBAS-CSIC. España.

Diego A. Moreno, Ph.D. CEBAS-CSIC. España.

Federico Ferreres, Ph.D. CEBAS-CSIC. España.

Jaime Prohens, Ph.D. COMAV. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Julián Alberto Londoño Londoño, Ph.D. Corporación Universitaria Lasallista. Colombia.

Katalina Muñoz, Ph.D. VIDARIUM. Colombia.

Ricardo Villalobos, Ph.D. Universidad del Bío-Bío. Chile.

Stella María Sepúlveda Ortega, Ing. Agrop. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. Colombia.

Preparación y Corrección de Textos/Drafting and Proofreading

Catarina Pedro Pássaro Carvalho, Ph.D. Corpoica, Colombia.

Stella María Sepúlveda Ortega, Ing. Agropecuaria. Corpoica. Colombia.

Nilsen Anvary Sánchez G. Comunicador Social. Corpoica, Colombia.

Apoyo Editorial / Editorial assistance

Nilsen Anvary Sánchez G., Nieves Baenas, Raúl Domínguez Perles.

Diseño e impresión / Layout and printing

LIMENCOP S.L., Alicante, España

Distribución/Distribution: www.redcornucopia.org

PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO – CYTED
RED TEMÁTICA 112RT0460 “CORNUCOPIA”

IBEROAMERICAN PROGRAMME FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT
ACTION 112RT0460 THEMATIC NETWORK “CORNUCOPIA”

Contacto/Contact:

Diego A. Moreno, Ph.D. CEBAS-CSIC, España. dmoreno@cebas.csic.es

Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. P.O. BOX 164, Campus de Espinardo - 25, 30100

Murcia, España. Tel.: 968 39 6369

PRÓLOGO

Actualmente la *Physalis peruviana* L. es una de las frutas exóticas más importantes en términos de exportaciones para varios países Andinos (Ecuador, Colombia y Chile). Esta fruta es muy apreciada por sus características organolépticas, nutricionales y potenciales para la salud, en las que destaca el alto contenido de vitaminas y antioxidantes naturales. *Physalis* es un fruto de especial interés para el desarrollo de nuevos productos seguros de valor añadido y formulaciones enriquecidas en bioactivos saludables con capacidad de ejercer un beneficio en la salud más allá de su papel nutritivo.

Los frutos son excelentes fuentes de bioactivos, que pueden impactar en la salud de nuestro organismo y su funcionamiento. En los años recientes, cientos de publicaciones sobre estudios preclínicos y clínicos han demostrado que el consumo de variedad de frutas y hortalizas ayuda a aumentar la capacidad antioxidante de nuestras células. El uso de los frutos como principales fuentes dietéticas de fitoquímicos y de los productos alimentarios derivados de los mismos, ricos en compuestos bioactivos, pueden ser parte de la solución a muchas enfermedades crónicas.

La importancia económica de la *Physalis* ha despertado el interés de investigadores en diversos campos científicos, que involucran estudios en genética y mejora vegetal, agronomía y producción de cultivos, manejo poscosecha, así como su aprovechamiento industrial para el sector agroalimentario.

La *caracterización y evaluación de la funcionalidad y seguridad de los compuestos bioactivos de frutos iberoamericanos para su uso en ingredientes alimentarios* acerca a un grupo de investigadores, profesores, técnicos, estudiantes, productores y asociaciones en una red de cooperación proactiva dentro del programa CYTED (Red Temática 112RT0460 “CORNUCOPIA”). Esta red incluye 24 grupos de 11 países de la región Iberoamericana (www.cytmed.org).

El consorcio de la red temática CORNUCOPIA persigue potenciar la cooperación y la interacción entre investigación y desarrollo tecnológico acercando participantes de entidades públicas y privadas para generar conocimiento sobre las interrelaciones existentes entre alimentos, nutrición y salud en la Región Iberoamericana. Por medio de un trabajo colaborativo y multidisciplinar y de actividades de formación en las áreas de ciencias agroalimentarias, química, nutrición y salud, se busca desarrollar nuevos productos alimentarios con un alto valor nutritivo, seguros y ricos en bioactivos obtenidos de frutos de las regiones participantes (www.redcornucopia.org). La interacción cooperativa en educación e investigación es una línea para el futuro conocimiento, desarrollo e innovación en ciencias agroalimentarias para una población más saludable, mediante la intervención en su nutrición y metabolismo, no sólo en el área Iberoamericana, sino también con perspectiva global.

En el presente libro, investigadores científicos y tecnológicos, personal técnico y profesores universitarios de Colombia, Ecuador, Brasil, Chile, Portugal y España participan como contribuyentes o autores unificando la información actual disponible sobre *Physalis* en las áreas de recurso genético, agronomía, poscosecha, agroindustria, nutrición, salud y normativa.

El libro “*Physalis peruviana L.:* fruta Andina para el mundo”, compila el conocimiento actual sobre esta fruta con el objeto de aportar al desarrollo e innovación del sector de alimentos de los países Iberoamericanos en un mercado global con una conexión entre el campo y la mesa.

Agradecemos a todas las personas que han contribuido a culminar este compendio y al programa CYTED por darnos la oportunidad de colaborar e interactuar entre los grupos, entidades y regiones implicadas. Gracias a la financiación de la acción CYTED 112RT0460 CORNUCOPIA, fue posible la cooperación, formación, intercambio de experiencias y conocimientos, que persigue un mejor futuro para Latinoamérica, la sostenibilidad de sus recursos, la competitividad de sus equipos e instituciones y el bienestar de sus ciudadanos.

CATARINA PEDRO PÁSSARO CARVALHO
Investigadora Ph.D. Corpoica

Capítulo III

POSCOSECHA

DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL FORTALECIMIENTO DEL MANEJO POSCOSECHA DE LA UCHUVA (*Physalis peruviana* L.)

María Cristina García M¹, Adriana Carolina Peña², Beatriz Brito³

RESUMEN

La uchuva es una fruta exótica con un mercado internacional importante y creciente, pero requiere apoyo tecnológico para que permita a los productores y otros componentes de la cadena aprovechar las oportunidades de mercado, mejorar la competitividad y cumplir con las normas de calidad y seguridad alimentaria, en el momento requerido y a precio justo; mediante la aplicación de tecnologías poscosecha adecuadas. En este capítulo se resume la información básica para mejorar las metodologías de poscosecha accesible a pequeños agricultores y a emparadoras pequeñas o medianas. Temas tales como la maduración, índices de madurez, la toma de decisiones en tiempo óptimo para la cosecha son tratados; y también se describen recomendaciones para mejorar la recolección, selección, clasificación, empaque, transporte y almacenamiento. Con esto se espera vincular a los agricultores de uchuva a los mercados en crecimiento, y agregar valor directamente en las fincas y zonas productoras a través del acondicionamiento y empaque de la fruta y entonces mejorar la rentabilidad de esta cadena.

Palabras clave: Cosecha, poscosecha, uchuva, empaque, almacenamiento, vida útil.

Abstract

Cape gooseberry is an exotic fruit with a large and growing international market. However this chain requires technological support to enable smallholders to take advantage of market opportunities, improve competitiveness, meet the standards of quality and food safety at the time and the right price, through post-harvest technologies. This chapter summarizes basic information for improving post-harvest methodologies available for small farmers and small and medium-scale packinghouses. Topics such as ripening, maturity indices, making decisions about optimal time to harvest, recommendations for improving harvesting, selection, classification, transportation and storage are also described. With this is expected to link farmers of cape gooseberries to growth markets, and add value to primary production on-farm through of post-harvest processing and packaging, and thus ensure profitable gooseberries crops.

Keywords: Harvest, postharvest, cape gooseberry, packaging, storage, shelf life.

¹ I.O. PhD. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, C.I. Tibaitatá. mcgarcia@corpoica.org.co

² I.O. PhD. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, C.I. Tibaitatá. apenah@corpoica.org.co

³ I.O. Departamento de Nutrición y Calidad – INIAP, Ecuador. beatriz.brito@iniap.gob.ec

INTRODUCCIÓN

Colombia cuenta con buenas condiciones agro ecológicas para el cultivo de la uchuva, además de una experiencia importante de productores y comercializadores, elementos claves en el fortalecimiento de estos segmentos productivos. Esto ha hecho que esta fruta se haya mantenido como uno de los productos de mayor interés y crecimiento dentro de las exportaciones de frutas de nuestro país, ocupando el segundo lugar, después del banano. Según Proexport 2012, para el 2011 se reportaron US\$ 27,1 millones en exportaciones de uchuva.

El especial interés que presentan los países desarrollados por los productos exóticos ha impulsado una fuerte competencia entre los países ubicados en la zona tropical, principales productores de estas especies. Esto obliga al desarrollo de tecnologías que permitan asegurar altos estándares de calidad, precios favorables y oferta oportuna para garantizar la permanencia en estos mercados.

Teniendo en cuenta estos lineamientos se ha venido trabajando en cada uno de los eslabones que constituyen esta cadena, buscando procesos productivos y de manejo poscosecha eficientes y eficaces, y canales de comercialización adecuados, que permitan responder a los requerimientos del mercado en volumen, precio y calidad y mejorar así la competitividad.

A pesar de que la uchuva se ha desarrollado a partir de las oportunidades de exportación identificadas para este producto en los mercados internacionales, no se cuenta con una oferta tecnológica adecuada para el buen manejo de la fruta durante las etapas de cosecha y poscosecha de la misma.

A la fecha se han identificado tres ecotipos de uchuva que se producen en las diferentes regiones del país y que los exportadores han confirmado la presencia de fruta con características relativamente diferentes. No existe aún una diferenciación a nivel del material vegetal que se utiliza para la propagación del cultivo ni tampoco en la selección de la fruta para la exportación, pero si se están desarrollando estudios de diversidad citogenética de germoplasma con el fin de apoyar los programas de mejoramiento genético.

En la etapa de cosecha y poscosecha se han venido desarrollando diferentes trabajos, cuyos resultados se recopilan en la presente publicación, la cual corresponde a una actualización de la cartilla “Manejos cosecha y poscosecha de uchuva” fruto de un proyecto desarrollado por Corpoica y financiado por el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología, PRONATTA del Ministerio de Agricultura. Esta publicación se ha complementado principalmente con resultados obtenidos del proyecto Fontagro “Desarrollo tecnológico para el fortalecimiento del manejo de poscosecha de frutales exóticos exportables de interés para los países andinos: uchuva (*Physalis peruviana* L.), granadilla (*Passiflora ligularis* L.) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.)”, el cual puede ser encontrado en la página web de Fontagro.

El presente capítulo incluye resultados sobre curvas de maduración que permiten tener mayores elementos para la selección del momento óptimo de cosecha, así como recomendaciones para la cosecha y cada una de las etapas de poscosecha a la que es sometida la fruta desde su recolección hasta la entrega al mercado de destino, para proveer el mercado con fruta de excelente calidad y larga vida útil.

Determinación de las curvas de maduración

El estado de madurez de fruto es un factor muy importante a tener en cuenta a la hora de planificar la cosecha. Aunque se cuenta con información generada por diferentes instituciones para determinar la madurez de la fruta, no se ha realizado un seguimiento sistemático de la evolución y comportamiento de la maduración de la uchuva para diferentes ecotipos y regiones o localidades.

Las Figuras 1, 2, y 3 presentan algunas de las curvas de maduración de la uchuva, obtenidas del seguimiento realizado al desarrollo de la fruta en tres fincas de Cundinamarca: San Raimundo, (2100 msnm, 17°C); Tena 1 (1700 msnm 21°C) y Tena 2 (1900 msnm, 20°C). La humedad relativa HR promedio fue de 77%; aunque en invierno la HR en Tena alcanzó el 90%. El cultivo en Tena 1 correspondió a un cultivo nuevo, mientras que en San Raimundo ya estaba en el tercer año de producción. En estas fincas se evaluó el cambio en el peso, color, tamaño, sólidos solubles totales, acidez, pH e índice de madurez (expresado como la relación de sólidos solubles totales / acidez titulable), desde el momento de la formación del fruto hasta su máximo nivel de desarrollo. A partir de este seguimiento se construyeron curvas de evolución de cada uno de estos parámetros, las cuales permiten conocer los cambios que va sufriendo la fruta en la medida que madura y así establecer los indicadores de madurez.

La figura 1, muestra como la uchuva crece rápidamente hasta los 44 días y luego la velocidad de cambio se hace más moderada. La uchuva alcanza su tamaño máximo entre los 75 y 85 días.

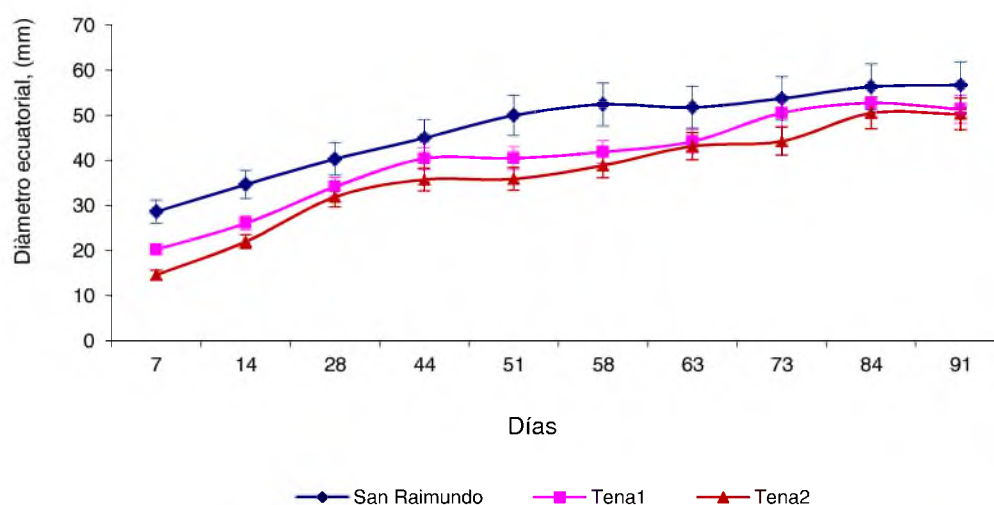


Figura 1. Evolución del diámetro ecuatorial de la uchuva desde el momento de su formación hasta el alcance de la senescencia.

En la figura 2, se observa como el fruto va aumentando de peso de manera constante hasta el día 85, tiempo después del cual ya no presenta ganancia de peso, sino que se mantiene estable o por el contrario comienza a disminuir. Probablemente inicia su etapa de senescencia. Por lo tanto, no es recomendable recoger la uchuva cerca a los 85 días ya que el tiempo de vida útil sería muy corto.

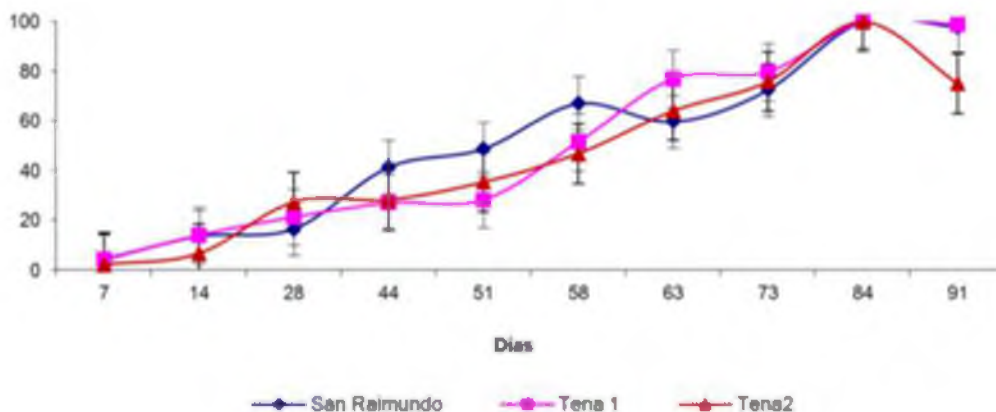


Figura 2. Evolución del peso del fruto de la uchuva desde el momento de su formación hasta el alcance de la senescencia.

En el caso de los sólidos solubles totales, se observó un aumento constante a partir del día 20 hasta alrededor de los 75 días, después de los cuales no se presentaron mayores cambios. En el caso de la uchuva de San Raimundo, esta tarda un poco más, alcanzando el máximo nivel de sólidos solubles hasta el día 92. La acidez presentó un comportamiento similar, disminuyendo hasta el día 73, tiempo después del cual se estabilizó. La acidez final alcanzada fue de 1,5 % de ácido cítrico, lo cual le da un sabor particular a la uchuva, apetecido por los consumidores. La figura 3 consolida el comportamiento de los sólidos solubles totales y la acidez, ya que en ella se presenta la evolución del índice de madurez.

En esta gráfica se observa como la uchuva de Tena presenta mejor balance entre los azúcares y el ácido, a lo largo de su proceso de maduración. También se observa que alrededor de los 75 días la uchuva de Tena alcanza el máximo índice de madurez, mientras que la de San Raimundo lo hace al cabo de los 90 días. Por lo tanto, la uchuva se corta antes de que alcance el máximo nivel de madurez, la uchuva proveniente de Tena alcanza mejor índice de madurez antes que la de San Raimundo. Esto es muy importante para decidir el momento de cosecha, las operaciones de almacenamiento y maduración a las que se debe someter la fruta y el mercado al cual se puede dirigir la fruta.

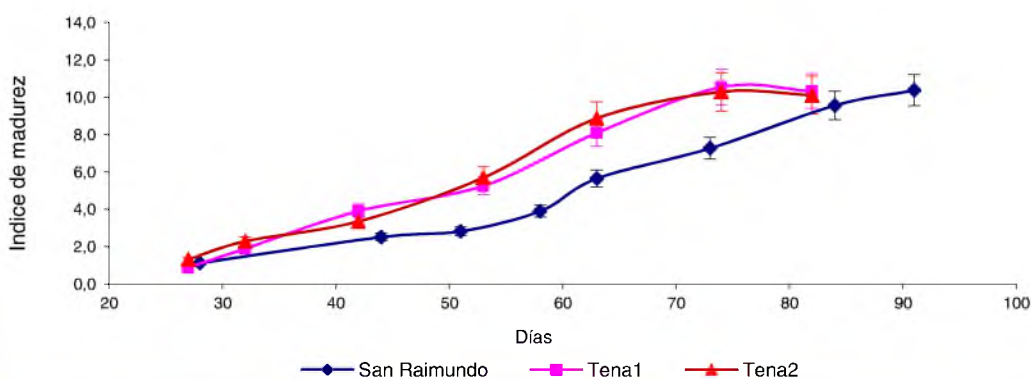


Figura 3. Evolución del índice de madurez del fruto de la uchuva desde el momento de su formación hasta el alcance de la senescencia.

En cuanto al color de acuerdo con Castañeda y Paredes (2003), quienes estudiaron la evolución de algunas propiedades físicas de la uchuva en cultivos de Cundinamarca, encontraron que la piel y la pulpa de la uchuva cambian de color de manera simultánea. Alrededor de los 35 días después de la anthesis la baya comienza a cambiar de un color verde-intenso hacia un color amarillo (Figura 4), que se intensifica alrededor del día 63, mientras que la pulpa presenta una coloración amarilla característica de la madurez de consumo. En el día 84 la coloración se torna naranja, lo cual indica que el fruto esta sobremaduro.



Figura 4. Coloración de la uchuva en diferentes estados de maduración.

Cuando se cuente con un número representativo de muestras de una misma variedad o ecotipo establecidas en una región, se debe construir curvas de referencia para conocer la evolución del estado de madurez de la fruta. La figura 5 es un ejemplo de estas curvas en la cuales se muestra el consolidado de la evolución de los sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) y la acidez proveniente de los resultados encontrados para las tres fincas.

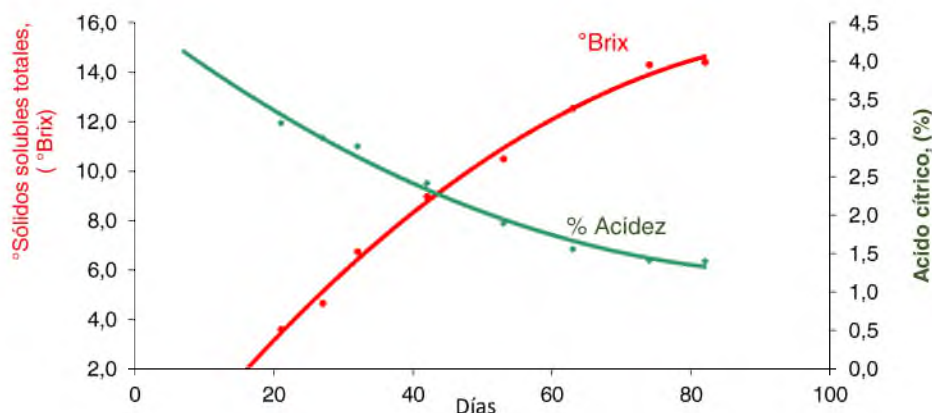


Figura 5. Evolución de los sólidos solubles totales y la acidez del fruto de la uchuva desde el momento de su formación hasta el alcance de la senescencia.

Después de analizar las diferentes curvas se puede recomendar la recolección de la fruta 75 días después de la formación del fruto, (para cultivos localizados en Cundinamarca) ya que solo hasta esta fecha ha desarrollado completamente las características organolépticas que la hacen llamativa para el consumidor como el color naranja característico, brillante, el aroma, la firmeza y el balance entre azúcares y acidez. Sin embargo, si el mercado está ofreciendo muy buen precio podría recolectarse a los 65 días sacrificando un poco el sabor, ya que la fruta en este punto no ha alcanzado el balance adecuado de azúcares y ácido preferido por los consumidores, quienes buscan uchuva con sabor dulce y de más baja acidez, lo que representa índice de madurez de 9,0 (estado de madurez 6, según la Norma Técnica Colombiana NTC 4580); sin embargo la gran mayoría de la uchuva se consume con índice de madurez

entre 7 y 8, lo cual corresponde a estados de madurez 4 o 5. Aunque las normas técnicas no señalan índices de madurez mínimos de consumo si sirven de referencia para conocer las preferencias de los consumidores. El Codex Stan 226-2001 (OMS y FAO, 2007) recomienda que la uchuva presente como mínimo un estado de madurez de 3 (NTC 4580) para su exportación.

Los parámetros como el color, sólidos solubles totales (°Brix), acidez, e índice de madurez son probablemente los parámetros más utilizados para determinar el estado de madurez de la fruta, sin embargo no son los únicos; pues se tienen otros indicadores (temporales, físicos, químicos, fisiológicos y sensoriales) que resultan clave para la determinación del momento óptimo de recolección y para la determinación de las condiciones más adecuadas para el almacenamiento y transporte de la uchuva.

Los métodos temporales se basan en cálculos directos sobre el tiempo desde la floración o la siembra. Así para el caso de la uchuva se considera que se alcanza la madurez 8 meses después de la siembra, sin embargo este tiempo está influenciado por condiciones agroclimáticas.

Los métodos físicos se basan en alguna cualidad física de la fruta, como el color, tamaño, peso, textura, firmeza, entre otros. Teniendo en cuenta que la fructificación de la uchuva es escalonada, la edad del fruto como índice de madurez puede generar confusiones. La firmeza o resistencia a la deformación es considerado por algunos autores el mejor indicador de madurez y un buen parámetro para establecer el manejo y transporte que se le debe dar y estimar el tiempo de vida útil que puede alcanzar, Puente *et al.*, 2011. El parámetro físico más utilizado para evaluar la madurez es el color de la fruta dado que es un método sencillo, rápido y económico, pero no muy confiable, por lo cual debe combinarse con algún otro parámetro para tener mayor confiabilidad sobre el estado de madurez de la fruta.

Los métodos sensoriales se relacionan directamente con la maduración organoléptica, proceso en el que se transforma un tejido fisiológicamente maduro pero no comestible, en otro visual, olfatoria y cualitativamente atractivo.

Los métodos fisiológicos, como su nombre lo indica están dados por los procesos fisiológicos de la fruta, que al ser una estructura viva continua respirando y adelantando procesos metabólicos. Entre estos indicadores, a nivel de investigación probablemente el más utilizado es la tasa de respiración, pues en el medio comercial resulta dispendioso. La producción de etileno también es un buen parámetro fisiológico para evaluar la madurez del fruto, pero también requiere de equipos que no están al alcance de los productores y de los comerciantes por lo cual es poco utilizado.

Entre los métodos químicos, el más conocido a nivel de campo, comercial y de laboratorio es el de sólidos solubles totales, indicador de la cantidad de azúcares que presenta la fruta. Así a mayor cantidad de azúcares, mayor grado de madurez de la fruta, mientras que con la acidez ocurre lo contrario, en la medida en que la fruta madura la acidez va disminuyendo.

Durante el proceso de maduración el aumento en la producción de CO₂ y de etileno y el cambio en los perfiles de pectinas, es evidente, llevando al ablandamiento estructural de la uchuva (Dostert, *et al.*, 2012). En el caso de los frutos climatéricos, como la uchuva (Novoa *et al.*, 2006, Trincherro *et al.*, 1999, Gallo, 1996), los parámetros fisiológicos cobran mayor importancia como parámetros para determinar momento óptimo de cosecha y para establecer las condiciones más favorables para su conservación. El etileno es la hormona que acelera los procesos asociados con la maduración, favoreciendo la producción de compuestos volátiles, especialmente la inducción de ésteres en frutos climatéricos (Balaguera, *et al.*, 2013). La producción de etileno varía fuertemente en diferentes cultivares, entre 45 y 70 veces su concentración inicial, y está influenciado por el estado de madurez del fruto y la temperatura del ambiente. En estados de sobremadurez se ha reportado una concentración de 673,2 µg/Kg·h. Según Gallo, 1996, la uchuva presenta una producción de etileno entre 10 y 100 µl etileno/Kg·h, lo cual la clasifica dentro de las frutas con alta producción de etileno. Por lo tanto este es uno de los métodos más utilizados para acelerar los procesos de maduración de las frutas, pero también es uno de los factores a controlar cuando se busca retardar los procesos de maduración. Para esto se utilizan antagonistas como 1-metilciclopropeno, 1-MCP, (Balaguera, *et al.*, 2013) el cual aunque no logra evitar el deterioro de la fruta pero si retrasa el inicio del periodo de senescencia permitiendo tiempos de vida útil mayores.

Cosecha

La cosecha no es solamente cortar la fruta, esta es una actividad muy importante que exige la planeación de la misma, de manera que se asegure la entrega al mercado de productos que satisfagan los requisitos del consumidor en términos de calidad, precio, cantidad y oportunidad. Para esto es necesario el alistamiento de las herramientas como del personal, de manera que se cuente con las herramientas, insumos y demás elementos que sean necesarios en buen estado y en la cantidad requerida. Los recolectores deben ser capacitados en las características de la fruta que deben cosechar (color, tamaño, sanidad) y el procedimiento para hacerlo. Aunque el color del cáliz proporciona una primera aproximación al estado de madurez de la uchuva, es el color de la baya la que se toma como indicador de madurez. Las herramientas e insumos (recipientes de recolección, tijeras, tablas de color, desinfectantes) deben ser los apropiados y estar limpios, desinfectados, en buenas condiciones para que no causen daño a la fruta o al operario y en la cantidad necesaria para facilitar la tarea. Las actividades posteriores se deben programar, de tal forma que la manipulación de la fruta sea la menor posible, que los lugares para su acondicionamiento y empaque y los vehículos o medios de transporte estén limpios, desinfectados, en buenas condiciones y listos, para que la fruta no permanezca mucho tiempo bajo condiciones ambientales desfavorables.

La buena preparación, planeación, organización y realización eficiente de las labores previas se reflejan en la rapidez de la cosecha, la disminución de las pérdidas, la ampliación del tiempo de vida poscosecha y por supuesto, en el aumento de los ingresos.

La uchuva puede recolectarse en estados 3, 4 o 5 de maduración, como se observa en la figura 6, sin embargo esto depende de las exigencias del mercado, de la distancia del mismo y de las condiciones de transporte y de almacenamiento, como se mencionó previamente. Las uchuvras que se destinan a mercados distantes, que implican más de 72 horas de transporte, se deben recolectar preferiblemente en estado 3.



Figura 6. Características de la uchuva a recolectar.

La figura 7, muestra como la uchuva es recolectada con la tijera puesta en un recipiente y trasvasada a la canasta. Se observa como el recipiente no es el más apropiado pues es muy profundo y los bordes no son lisos, lo cual puede causar daño a la uchuva. Además, las canastillas deben estar protegidas del sol y la lluvia, como se mostrará posteriormente.

Aunque en algunos cultivos se acostumbra el uso de guantes de lana, estos no permiten garantizar la limpieza y asepsia de los mismos, a lo largo de la recolección. Por esta razón, resulta más práctico y aséptico recolectar la uchuva directamente con la mano, pues estas son más fáciles de lavar y desinfectar.



Figura 7. Recolección de la uchuva.

La figura 8, muestra un elemento de corte diseñado para facilitar la cosecha, (García, 2003), pues aunque la tijera se considera una buena opción, los agricultores buscaban una alternativa que fueran más flexible, eficiente y eficaz.



Figura 8. Implemento de corte para la recolección de uchuva.

Se trata de un elemento de pequeño tamaño que debe usarse a modo de anillo en la última falange del dedo pulgar. Este objeto consta de dos piezas de plástico ensambladas por un sencillo sistema de unión que le permite albergar en su interior la hoja de corte en acero que está fijada por medio de un pequeño tornillo por la parte posterior. La carcasa y la cuchilla están diseñadas de manera que facilitan el desplazamiento radial de esta última para así aprovechar todo su filo o corte garantizando así mayor duración.

Operaciones poscosecha

Una vez retirada la fruta de la planta se da inicio a las operaciones poscosecha, las cuales se inician con una primera selección en campo, para luego ser transportadas al punto de acopio en finca y luego a los centros de acondicionamiento o empaque, donde generalmente se llevan a cabo todas las actividades de poscosecha tendientes a prolongar la vida útil de la fruta y darle mayor valor agregado.

SELECCIÓN EN CAMPO

La fruta debe cosecharse sana, entera y de consistencia firme. La fruta que no cumpla con estas condiciones debe ser descartada para su comercialización. Los frutos con daño severo, ya sea de tipo mecánico, físico o por plagas, son desechados. En el caso de la uchuva esta operación se realiza generalmente en el lote al momento del corte, sin embargo en el punto de acopio o en la comercializadora se hace una inspección más profunda en la cual la baya también es examinada (Figura 9).



Figura 9. Uchuva descartada durante la selección.

Se debe recoger también la fruta que no cumple con las características básicas para su comercialización, debido a que es un foco de contaminación para el lote. Las frutas con problemas fitosanitarios no deben mezclarse con frutas en buen estado, ya que la velocidad de propagación de las enfermedades es bastante alta, por lo cual se corre el riesgo de perder toda la canastilla, constituyéndose en una de las principales causas de las pérdidas poscosecha. Por eso se debe recoger frutas del suelo, de ramas bajas, frutas descompuestas, enfermas o con residuos de pesticidas y colocarlas en otro recipiente

TRANSPORTE EN FINCA

Esta es una actividad que hace parte de la recolección y merece especial atención, ya que el manejo inadecuado de la fruta durante su transporte, se ha convertido en uno de los puntos críticos del manejo poscosecha de muchos productos. En esta etapa el producto recolectado es sometido a diferentes transvases, sufriendo golpes o cortes, exposición por tiempos prolongados al sol y al agua, a insectos, a roedores, a pájaros, a fuentes de contaminación provenientes del suelo, el agua, y el aire.

Buscando alternativas de solución a este problema identificado en muchos de los cultivos, Corpoica (García, 2003), desarrolló un carro para el transporte de la fruta a nivel de campo (Figura 10), con el cual se busca minimizar los efectos anteriormente mencionados. En cultivos de uchuva en terrenos con pendientes mínimas ha presentado muy buenos resultados, recibiendo el apoyo de los productores.



Figura 10. Carretilla para la recolección y transporte de la uchuva.

El carro aunque es liviano, estructuralmente está diseñado para soportar hasta 60 kg de peso, equivalente a 7 canastillas. Sin embargo se recomienda transportar 3 canastillas o máximo cuatro para el caso de la uchuva, con el fin de hacerlo fácilmente maniobrable y no obstruir la visión del operario.

El carro impide el contacto de la fruta o de la canastilla con el suelo, evitando su contaminación. Reduce sensiblemente los tiempos muertos de proceso, ya que el número de viajes hasta el punto de acopio se hace menor. Presenta gran versatilidad, al adaptarse a diferentes terrenos y tareas. Presenta una alta estabilidad; dado que la base o apoyo presenta dos brazos independientes, con tres puntos de apoyo, lo cual permite mantenerlo horizontal y contrarrestar así la pendiente que presentan muchos de los terrenos donde se cultiva esta fruta. Los obstáculos tales como zanjas de gran profundidad pueden ser fácilmente superados, dado el diámetro de la rueda y la posibilidad de ser halado. Las ruedas tienen neumático con lo cual absorben mucho mejor la vibración, causada por la poca uniformidad del terreno propias de las zonas de cultivo.

Puede ser utilizado para transportar la fruta desde el lote hasta el punto de acopio o en las labores de poda o recolección de fruta en mal estado.

En su diseño se tuvo en cuenta el punto de agarre y distribución de fuerzas, con el fin de darle mayor comodidad para su manejo y uso más eficiente de la fuerza. Las dimensiones del carro permiten la máxima utilización del espacio, con lo cual se facilita el transporte por calles angostas propias de estos cultivos. El trabajo o esfuerzo físico del recolector se reduce, ya que no tiene que alzar las canastillas sino que debe empujar o halar el carro, lo cual implica menor esfuerzo y además le da mayor comodidad.

Recomendaciones para el manejo y mantenimiento:

- Después de cada jornada de trabajo limpie y desinfectelo. No lo deje expuesto al agua y al sol mientras no lo esté utilizando.
- No coloque un peso mayor para el cual fue diseñado.
- No lo utilice para el transporte de otros materiales peligrosos tales como venenos, insecticidas, gasolina, entre otros.
- Mantenga la rueda con aire entre las 15 y las 20 libras para facilitar su movimiento e incrementar su amortiguación.

ACOPIO EN FINCA.

El acopio en la finca, así como el almacenamiento temporal en la misma, debe hacerse en un local o cobertizo acondicionado para el efecto, con las medidas de protección necesarias (malla, techo, piso de cemento, paredes, entre otros) ventilado, aseado e higienizado, dotado de estibas y ubicado lejos de posibles focos de contaminación, tales como sanitarios, porquerizas, depósitos de combustibles, agroquímicos, empaques sucios, canales de aguas negras, cañerías, y del paso de animales domésticos. La figura 11, muestra un centro de acopio básico en finca.



Figura 11. Puntos de acopio en finca.

Una vez recolectada la fruta se inicia la etapa de poscosecha en la cual se acondiciona la fruta de manera que le permita incrementar su tiempo de vida útil y generar mayor valor agregado a la fruta.

TRANSPORTE A CENTROS DE ACONDICIONAMIENTO O EMPAQUE

El transporte hacia la comercializadora, centros de empaque o centros de distribución debe realizarse en vehículos limpios, con buena amortiguación, preferiblemente refrigerados o al menos de carpa de colores claros, figura 12; en horas de la mañana cuando la temperatura aún es baja (entre las 6 pm y las 9 am), para reducir el incremento de la temperatura a la que la fruta es sometida.


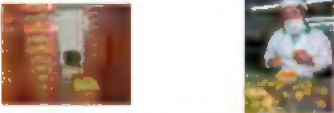
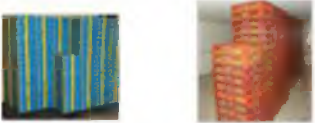



Figura 12. Vehículos de transporte utilizados para el transporte de la uchuva de la finca a centros de empaque y comercializadoras.

En carros sin ventilación y con carpas oscuras la uchuva la temperatura puede incrementarse entre 3 y 9 grados sobre la temperatura ambiente, dependiendo de la cantidad de fruta que transporte, del grado de madurez, del tiempo que permanece el carro expuesto al sol y del tiempo que permanece la fruta estas condiciones no adecuadas. Por lo tanto se debe buscar que la uchuva no permanezca mucho tiempo bajo estas condiciones.

En la tabla 1, se presentan las diferentes etapas que sigue la fruta una vez llega a las centrales de empaque.

Tabla 1. Operaciones poscosecha de la uchuva en centros de empaque.

Descripción	○ ⇨ □ ▭ △	
Recepción de fruta en planta de empaque		
Selección		
Clasificación		
Deshidratación o Remoción del cáliz		
Empaque de fruta		
Almacenamiento		
Transporte		

○ Operación ⇨ Transporte □ Inspección ▭ Demora △ Almacenamiento

A continuación se describen algunas de las operaciones que debe superar la uchuva para alcanzar el mercado en buenas condiciones.

RECEPCIÓN

La fruta es transportada hasta la planta de empaque, ya sea por el mismo productor o un transportador. En el caso de la uchuva, las operaciones poscosecha son realizadas en su mayoría por la comercializadora o exportadora, por lo tanto cuando la fruta llega allí se debe pesar, inspeccionar, hacer el registro de entrada, proveedor, fecha, hora, entre otros, almacenarla e iniciar rápidamente las operaciones de acondicionamiento (Figura 13). Las pilas o arrumes no deben ser excesivamente altos, ni estar muy próximos entre sí, para que permitan la libre circulación del aire.



Figura 13. Recepción y almacenaje de uchuva en la planta de empaque.

La manipulación de la fruta debe hacerse con la mayor asepsia posible: con guantes de cirugía desechables, tapabocas, delantal y cofia con el fin de evitar contaminar la fruta. Si no se utilizan guantes, las manos se deben lavar meticulosamente, y especialmente después de estornudar, utilizar los aseos e ingerir alimentos. El personal debe ser capacitado y experimentado, y laborar en lugares apropiados con buena iluminación e higiene para realizar este tipo de trabajo (Figura 14).



Figura 14. Inspección de la fruta.

SELECCIÓN EN PLANTA DE EMPAQUE

Como se mencionó previamente la selección es una operación que se desarrolla en dos etapas: la primera etapa se realiza en finca al momento de la cosecha y la segunda etapa se realiza en la planta empacadora, en la cual la baya también se inspecciona en busca de algún tipo de daño que impida su comercialización, como se ilustra en la figura 15.



Figura 15. Uchuvas con algún tipo de daño.

CLASIFICACIÓN

La clasificación consiste en separar los frutos sanos y limpios en grupos con características similares de tamaño, color, firmeza, textura y apariencia, principalmente (Figura 16).



Figura 16. Clasificación de uchuva de acuerdo con el grado de madurez.

Estos parámetros de clasificación o grados de calidad al igual que los parámetros de presentación y empaque deben ser fijados de acuerdo al destino final de la fruta o acordados directamente con el cliente y siempre antes del momento de cosecha con el fin de obtener el mejor flujo en el trabajo y en rendimiento.

Para el mercado nacional se puede separar la fruta que tenga grados de madurez más avanzados (estados 4 o máximo 5) ya que las distancias son más cortas, mientras que para el mercado externo es mejor tener fruta un poco menos madura (estados 3 ó 4), para permitir que la fruta soporte el largo transporte y llegue al destino final en buenas condiciones. La fruta puede ser clasificada por tamaños y por grado de madurez, pero no por grado de sanidad, ya que los problemas fitosanitarios tienen tolerancia cero en la poscosecha y comercialización.

Cuando no existe comunicación directa con el comprador, la Norma Técnica Colombiana (NTC 4580) y el Codex Stan 226-2001 (OMS y FAO, 2007) para uchuva son de gran utilidad, ya que sirven de referencia para acordar los parámetros entre los diferentes actores de la cadena.

Dependiendo de si la fruta se requiere con o sin cáliz la operación siguiente puede ser la deshidratación del cáliz o el lavado, desinfección y secado, respectivamente.

DESHIDRATACIÓN DEL CÁLIZ

En el caso de la uchuva con cáliz es necesario realizar la deshidratación del cáliz para conferirle mayor tiempo de vida útil, dado que varios autores (Lancheros *et al.*, 2007; Alvarado *et al.*, 2004; García, 2003; Novoa *et al.*, 2002, Torres y García, 2002, Galvis *et al.*, 2005) sugieren que el cáliz propio de esta fruta es un buen empaque para la baya, ya que la protege de daños por insectos, patógenos, impactos, cortes, altas temperaturas, compresión, entre otras ventajas. Estudios realizados por Torres y García 2002; y Suárez y García, 2003; con uchuvas con y sin cáliz del mismo grado de madurez y sometidas a condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente y bajo refrigeración, mostraron que las uchuvas con cáliz alcanzaron tiempos de vida útil superiores a los alcanzados por la uchuva sin cáliz, como se explicará posteriormente. Para llevar a cabo la deshidratación del cáliz se recomienda extender la uchuva en capas muy delgadas de dos o tres uchuvas de alto, o utilizar canastillas de baja capacidad para acelerar la velocidad de deshidratación. García (2003) evaluó el efecto de diferentes capas de fruto (1, 2 y 3) en uchuva con cáliz almacenada a condiciones ambiente, observándose que la uchuva extendida en una sola capa alcanzó el mayor tiempo de conservación, cercano a los 50 días.

El uso de estibas o de piso falso facilita la ventilación y favorece una deshidratación más uniforme del lote. De acuerdo con las condiciones de humedad, temperatura y flujo de aire, la deshidratación del cáliz puede tardar de 3 a 24 horas. A menor contenido de humedad del aire mayor será la fuerza motriz o gradiente de humedad que impulsa la transferencia de humedad del cáliz hacia el aire y por lo tanto la deshidratación del cáliz será más rápida. A mayor temperatura del aire se incrementa la capacidad del aire para absorber vapor de agua y por lo tanto favorece la rápida deshidratación del cáliz. Finalmente a mayor flujo de aire, mayor tasa de transferencia, favoreciendo la deshidratación rápida del cáliz. Sin embargo, estas condiciones tienen límites para evitar que la baya también se deshidrate y por ende reduzca su calidad.

Normalmente, esta tarea puede lograrse con aire a condiciones ambientales, sin embargo, como se mencionó previamente el uso de aire caliente (28°C) y ventilación forzada incrementa la velocidad de deshidratación del cáliz. Estudios realizados por Novoa *et al.*, (2002), mostraron que una temperatura de 24°C y una humedad relativa del 35% durante 6 horas conducen a buenas condiciones de deshidratación sin afectar la calidad de la baya. La figura 17, muestra ejemplos de deshidratación con ventilación forzada y temperatura ambiente a escala comercial, y deshidratación con aire caliente y ventilación forzada a pequeña escala.



Figura 17. Tipos de deshidratación del cáliz con aire a temperatura ambiente, ventilación natural, aire caliente y ventilación forzada.

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

La limpieza se ocupa de la remoción de los residuos, impurezas y demás suciedad visible. (García y García, 2001). Puede realizarse por métodos secos como tamizado y cepillado o por métodos húmedos como inmersión o aspersión. Estos últimos son más eficientes, pero requieren de un secado posterior para evitar el desarrollo de microorganismos. Además exige un control escrupuloso del estado sanitario del agua, de los equipos y herramientas utilizadas, la eliminación adecuada de los desechos y el cuidado posterior del producto ya lavado.

DESINFECCIÓN

Con esta labor se pretende la remoción de los gérmenes, los microorganismos y las sustancias químicas residuales después de la limpieza. Para hacer una buena desinfección es necesario utilizar desinfectantes permitidos para el manejo de alimentos, en la concentración adecuada, aplicados de manera eficiente y teniendo en cuenta su toxicidad y residualidad. Siempre que se realicen operaciones de desinfección se debe llevar a cabo un enjuague posterior con abundante agua para eliminar los residuos de desinfectante que pudieran quedar adheridos a la epidermis y un posterior secado para remover el exceso de agua remanente, que puede favorecer el ataque de microorganismos, en especial de hongos, por lo cual es necesario retirar esta humedad antes de llevarlos al almacenamiento. Finalmente, también se recomienda encerar la fruta después de secada para recuperar la protección que le ofrecía la cera natural, no solo de la deshidratación sino también del ataque de patógenos. El secado se puede llevar a con ventilación natural, siempre y cuando el producto este protegido de posibles focos de contaminación. Si el producto presenta alta susceptibilidad al daño por humedad, puede utilizarse la ventilación forzada con aire caliente o túneles de secado. (García y García, 2001).

En el caso de la uchuva sin cáliz, algunos autores no aprueban la operación de desinfección para la uchuva (Galvis *et al.*, 2005) o recomiendan mantener la cera natural de la uchuva (Gallo, 1996; Fischer, 1993; Valencia, 1985). Ensayos con diferentes desinfectantes (hipoclorito de sodio o ácido cítrico) no han reportado mejores resultados a los alcanzados por los testigos en condiciones de refrigeración (Suárez y García, 2003). García *et al.*, (2008) realizaron ensayos de desinfección, en los que se evaluaron soluciones de hipoclorito de sodio 50 ppm, ácido cítrico al 0,5%, y soluciones de TIMSEN 200 ppm como alternativa para la conservación de la uchuva. Posteriormente la uchuva fue almacenada a temperatura ambiente, en refrigeración a 7°C en diferentes empaques y a granel. El mayor tiempo de vida útil fue alcanzado por la uchuva desinfectada y almacenada a granel y en refrigeración, la cual alcanzó los 40 días en buen estado (Figura 18). Los tratamientos con los diferentes desinfectantes y empaques mostraron tiempos de vida útil similares a los alcanzados por los testigos sin desinfectar a temperatura ambiente (8 días) y refrigerados (18 días).



Figura 18. Desinfección y almacenamiento refrigerado de uchuva a granel.

Alvarado *et al.*, (2004), también reportó que la desinfección con hipoclorito de sodio incrementa la intensidad respiratoria y por lo tanto reduce el tiempo de vida útil. También se han hecho otros estudios con cera de abejas (Rodríguez, 2003) o componentes activos (Peña *et al.*, 2013). Los primeros reportaron tiempos de conservación de hasta 41 días pero bajo refrigeración a 4°C. Aunque el tratamiento con cera de abejas mostró resultados favorables, es necesario optimizar las operaciones de lavado y desinfección, pues estas operaciones requieren el desarrollo posterior de operaciones de enjuague, secado y encerado que aumentan significativamente los costos. Actualmente solo se inspecciona la baya y se hace una limpieza para retirar todo elemento extraño que pueda estar unido a la fruta, como insectos, residuos de cosecha, como se ilustra en la figura 19. Por lo tanto es necesario continuar las investigaciones en temas de lavado, desinfección y encerado o recubrimientos comestibles que permitan garantizar además de la inocuidad de la misma, mayores tiempos de conservación.



Figura 19. Remoción del cáliz de la uchuva.

La limpieza y desinfección no solo atañe a la fruta sino también a todo el personal, los implementos, equipos, y demás elementos en contacto con la fruta. El orden, la limpieza y la higienización (lavado y desinfección) de todos los implementos de protección y trabajo (uniformes, guantes y delantales), de las instalaciones, de la infraestructura para el tratamiento de la fruta (salas o mesas de trabajo, aireación, secado, pre-enfriamiento y almacenamiento) y de las herramientas, es uno de los aspectos más importantes antes, durante y después del proceso de poscosecha de fruta para evitar la contaminación, daño o pérdida de la misma.

EMPAQUE

El empaque debe contribuir a preservar la calidad de la fruta, transferirle mayor valor agregado y mejorar su presentación. En los últimos años se han dado grandes avances en el desarrollo de empaques para frutas y vegetales, dando origen a empaques activos que emplean un material envolvente que interactúa y puede modificar el gas del medio e interactuar con la superficie del producto, eliminando gases del empaque. Entre estos sistemas de empaque sobresalen los absorbentes de oxígeno, productores de CO₂, removedores de etileno y de vapor de agua, entre otros. En cuanto a la logística de la comercialización, el empaque debe exhibir el producto ante los ojos del comprador y promover su venta.

En el caso de la uchuva, el cáliz cumple una función de protección importante frente a daños de diferente tipo, mecánicos, físicos, biológicos, como se mencionó previamente; sin embargo este no le da mayor valor agregado ni tampoco cumple con los requisitos logísticos de facilitar su transporte, manipulación, conteo, exhibición ni promueve su venta. Pero el cáliz si se ajusta muy bien a las nuevas tendencias de los mercados que apuntan hacia el uso de empaques reciclables o biodegradables.

La norma NTC 5166, presenta los diferentes tipos de empaques utilizados para la comercialización de la uchuva, (Figura 20), los cuales divide en empaques primarios dosificados y no dosificados y los secundarios. Entre los empaques dosificados (envases) más utilizados se tiene la caja de Polietileno-tereftalato, PET y la canastilla recubierta con vinipel. Para el mercado nacional la uchuva se comercializa también a granel, en canastilla de 7 ó 8 kilogramos. En esta presentación el cáliz se rehidrata, ya que en este caso la uchuva se expone al ambiente sin ninguna protección, por lo cual vuelve a absorber humedad.



Figura 20. Empaques primarios no dosificados y dosificados, y empaques secundarios utilizados para la comercialización de la uchuva con cáliz.

En la figura 21 se muestra algunos ejemplos de los empaques actualmente utilizados para la comercialización de uchuva sin cáliz.



Figura 21. Empaques primarios dosificados y secundarios utilizados en la comercialización de uchuva sin cáliz.

Por otro lado, teniendo en cuenta que el empaque, además de proteger la fruta tiene como función promover, incentivar la venta, captar la atención del consumidor y dar mayor valor agregado al producto, Corpoica desarrolló (García, 2003) dos empaques, para la comercialización de la uchuva sin cáliz, los cuales pueden observarse en la figura 22.



Figura 22. Empaques propuestos para la comercialización de la uchuva

El primer diseño corresponde a bandejas de base rectangular en el cual se desarrollaron dos tipos, de acuerdo al soporte que presentan. El primero es una bandeja con capacidad para 25 unidades de uchuva, cuyo soporte está en la parte

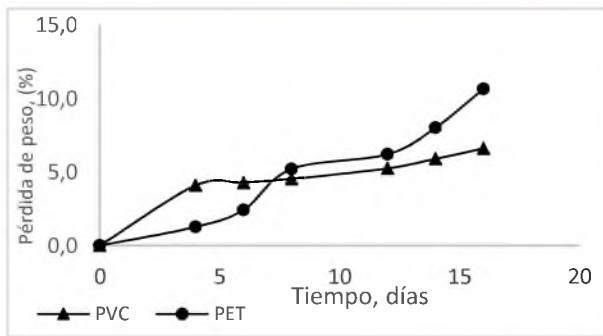
inferior de la bandeja y sobre las esquinas. En el segundo tipo la bandeja tiene capacidad para 16 unidades y el soporte lo constituyen dos de las paredes de la bandeja. El primer diseño presenta mayor aireación, pues el área libre entre las bandejas es mayor, pero el segundo presenta menor capacidad, lo implica menor generación de calor y entonces compensa la menor área libre. Estas bandejas van ubicadas dentro de una caja de cartón que tiene capacidad para cuatro bandejas.

El segundo diseño se buscó que fuera más llamativo, pero que igual ofreciera protección y permitiera la fácil manipulación y ventilación de la fruta. En este caso las bandejas son circulares y el empaque que las contiene es cilíndrico como se observa en la misma figura. También se diseñaron dos tipos de bandejas: las primeras que son independientes y cuentan con un eje cónico que permite la separación entre bandejas para evitar que la uchuva soporte el peso de las bandejas superiores; y las segundas presentan un eje común en el cual se ubican las bandejas gracias a la perforación central que presentan las bandejas y unas guías en el eje para fijarlas a cada altura.

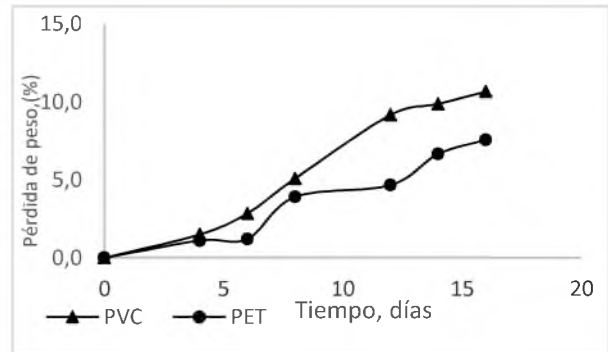
ATMÓSFERA MODIFICADA Y CONTROLADA

La uchuva con cáliz deshidratado y bajo refrigeración presenta tiempos de vida útil prolongados, pero para la uchuva sin cáliz es necesaria la búsqueda de empaques que permitan alcanzar tiempos de vida útil similares o mayores a los alcanzados para la fruta con cáliz, y así fomentar su comercialización y venta. Con este fin, Suárez y García (2003) evaluaron diferentes empaques, entre los cuales el polipropileno (PP) microperforado, el poliéster-poliétileno-poliamida, las canastillas de polietileno tereftalato (PET) y la canastilla recubierta con vinipel (películas de PVC extensible). La caja de PET no es completamente sellada sino que tiene tres ventanas o rendijas. Los ensayos se llevaron a cabo con uchuva en estado de madurez 3 y 4 con y sin cáliz. La presencia del cáliz marco diferencias importantes, ya que la uchuva sin cáliz duró el mismo tiempo en los dos tipos de canastillas, alrededor de 14 días, mientras que la uchuva con cáliz alcanzó los 35 días en buen estado.

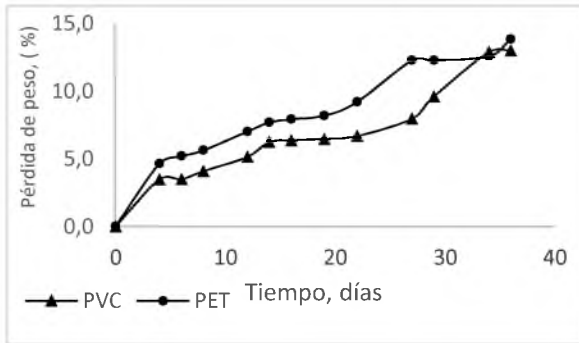
La pérdida de peso se ve influenciada por el grado de madurez. Las uchucas con menor grado de madurez presentaron una mayor pérdida de peso al inicio del almacenamiento, pero después de los 5 días la pérdida de peso se hizo más lenta, lo cual se refleja en la menor pendiente que presenta la curva de pérdida de peso (Figura 23 a y c). La uchuva con grado de madurez 4, presenta una pérdida de peso más constante, pendiente más uniforme en las figura 23 b y d.



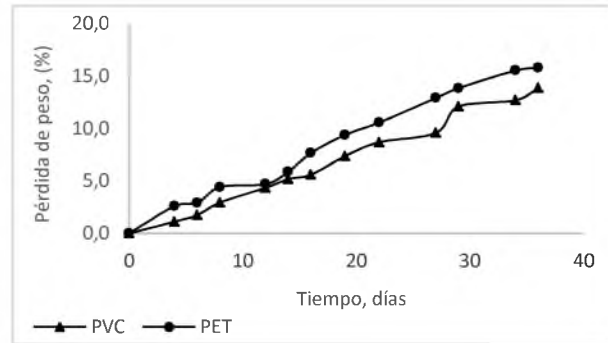
a.



b.



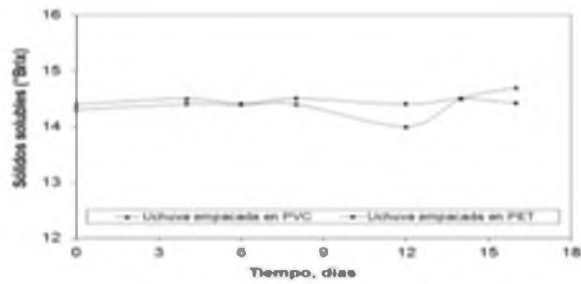
c.



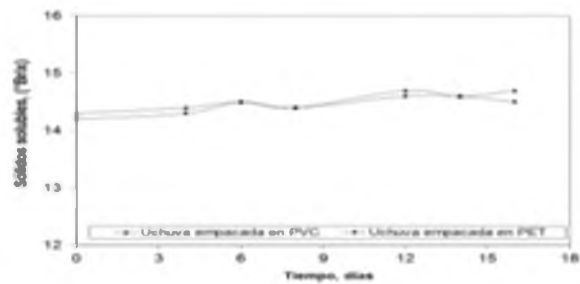
d.

Figura 23. Pérdida de peso de uchuva sin cáliz (a, b) y con cáliz (c, d) almacenada en canastilla recubierta con vinipel (PVC) y PET a temperatura y humedad relativa ambiente (18°C y 70% HR), y en grado de madurez 3 (a. y c.) y 4 (b. y d).

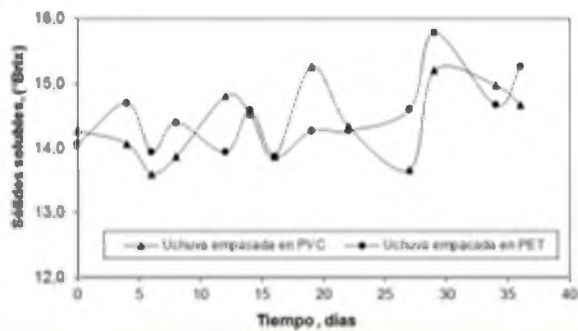
Las propiedades fisicoquímicas (sólidos solubles totales, acidez, pH) de la uchuva se mantuvieron estables en los dos tipos de canastillas (PET y Vinipel), a lo largo del almacenamiento. En las figuras 24 y 25 se presentan los resultados obtenidos para sólidos solubles totales (°Brix) e índice de madurez.



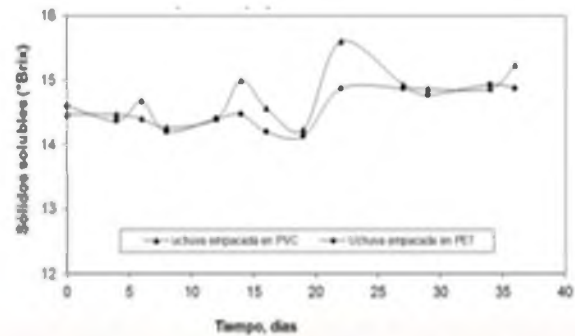
a.



b.



c.



d.

Figura 24. Cambios en los grados brix de uchuva sin cáliz (a, b) y con cáliz (c, d) almacenada en canastilla recubierta con vinipel (PVC) y PET a temperatura y humedad relativa ambiente (18°C y 70% HR), y en grado de madurez 3 (a. y c.) y 4 (b. y d).

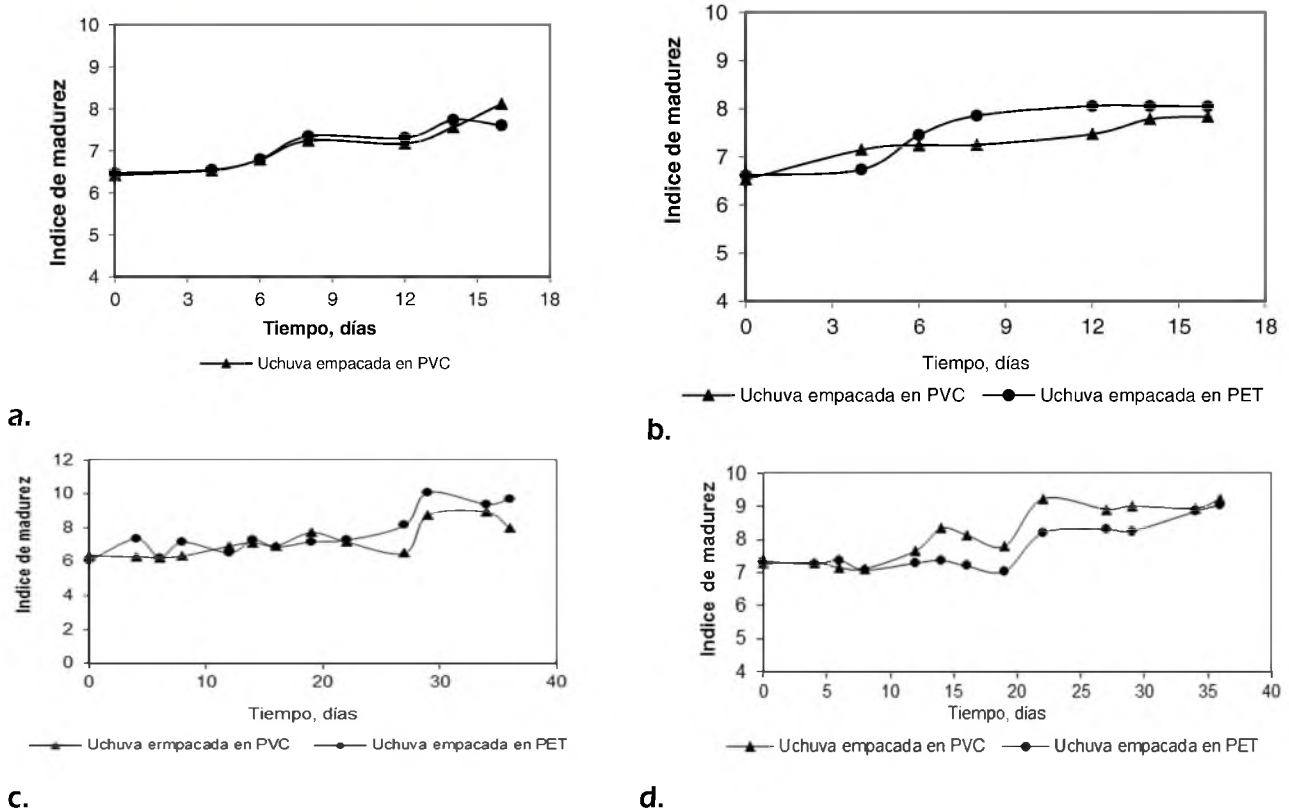


Figura 25. Cambios en el índice de madurez de uchuva sin cáliz (a, b) y con cáliz (c, d) almacenada en canastilla recubierta con vinipel (PVC) y PET a temperatura y humedad relativa ambiente (18°C y 70% HR), y en grado de madurez 3 (a. y c.) y 4 (b. y d.).

Las evaluaciones de los empaques restantes fueron hechas con uchuva de grado de madurez 4 sin cáliz. La figura 26 ilustra algunos de los empaques utilizados.



Figura 26. Empaques evaluados para la conservación de uchuva (canastillas cubiertas con vinipel, PP, poliamida y cajas PET).

En la Figura 27 se registran los cambios de pH y de índice de madurez experimentados por la uchuva empacada en diferentes tipos de películas poliméricas (PET, PP y poliamida) almacenada sin cáliz a temperatura ambiente (a.) y a temperatura de refrigeración (b.). En los empaques de polipropileno y de poliéster-poliuretano-poliamida el pH mostró un aumento de 0,5 unidades. Sin embargo, en cuanto al índice de madurez, la uchuva en los empaques de PP, mostró la mayor reducción de acidez. En los empaques de poliamida el índice de madurez se incrementó entre los 15 y 24 días y luego comenzó a disminuir, probablemente por el consumo de azúcares como fuente de energía.

En los ensayos bajo refrigeración, quedó corroborado el efecto determinante de la temperatura, pues en todos los ensayos la uchuva superó los 30 días en buenas condiciones. El mínimo tiempo de vida útil fue reportado para los ensayos en polipropileno mientras que en las cajas de PET y las bolsas de poliamida se superaron los 40 días en buenas condiciones. El cambio en el índice de madurez y el pH se puede observar en la Figura 27 b, mientras que la Tabla 3 describe la evolución de la uchuva en cada empaque y condición de temperatura para la uchuva sin cáliz.

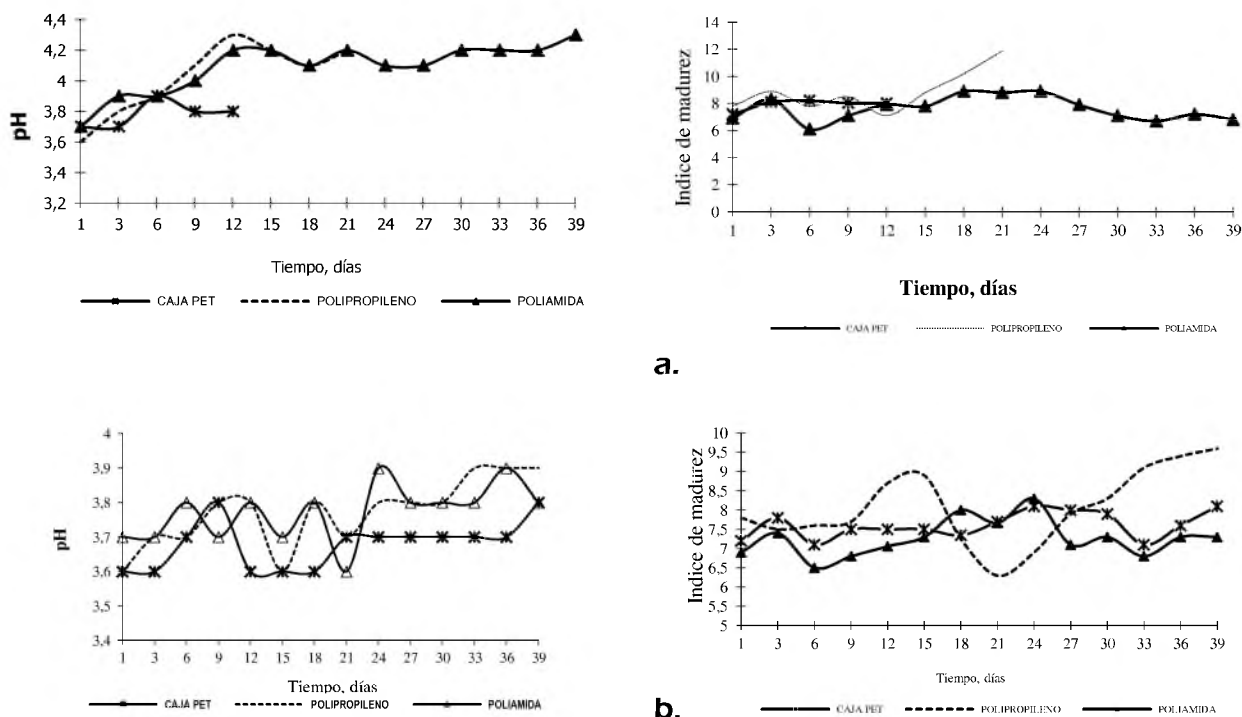


Figura 27. Evolución del pH e índice de madurez en uchuva sin cáliz almacenada a. Temperatura ambiente y b. Refrigeración 7°C.

La figura 28 muestra los principales problemas encontrados en los diferentes empaques, desde la exudación de jugos, fermentación hasta el desarrollo de hongo, como se explica en la Tabla 2.



Figura 28. Uchuva en los diferentes empaques a. PET, b. PP, c. Poliamida después de 40 días de almacenamiento y d. hongo desarrollado en los empaques de PP.

Tabla 2. Evolución de la uchuva sin cáliz almacenada a temperatura ambiente y bajo refrigeración (7°) con diferentes tipos de empaques.

EMPAQUE	Uchuva en Refrigeración (7°C).	Uchuva a Temperatura Ambiente
CAJA DE PET	<p>A partir del quinto día se presentaron pequeñas gotas de agua en la superficie de la fruta.</p> <p>La uchuva mantuvo sus características organolépticas y físicas en perfecto estado. No se presentó crecimiento de hongos en ninguna de las muestras sino hasta el día 40 en el cual se observó un moho blanco en algunos empaques.</p>	<p>Al tercer día la uchuva presentó gotas de agua en la superficie de la fruta. Al noveno día empieza aparecer en algunas muestras crecimiento de un hongo blanco el cual con el paso de los días cambio a un color gris (<i>Botrytis cinerea</i>). A partir del día doce todas las muestras empezaron a mostrar infestación por hongos, los cuales deterioraron rápidamente la fruta. (Figura 28a.)</p>
POLIPROPILENO	<p>A partir del día 30 se observaron puntos negros sobre algunas frutas. Posteriormente llegaron a ser hongos de color blanco, (Figura 28d). Sin embargo, los cambios organolépticos a lo largo del tiempo de almacenamiento fueron mínimos</p>	<p>La fruta tuvo una vida útil muy corta. A partir del noveno día se observó exudado de jugo por parte de algunas frutas, (Figura 28b), lo que favoreció el rápido crecimiento de hongos, (Figura 30d). El color en algunos casos se tornó café, la fruta olía a fermentado y la textura blanda. Al día 21 ya se habían deteriorado.</p>
POLIAMIDA	<p>Las características físicas y organolépticas de la fruta se mantuvieron intactas durante todo el almacenamiento. (Figura 28c).</p>	<p>Los empaques mostraron abombamiento a partir del sexto día. Las frutas presentaron ablandamiento, cambio de color exudación de jugos, al finalizar el análisis tenían aroma a fermentado. Sin embargo, no se presentó crecimiento de hongos en ningún momento.</p>

Los empaques con poliamida, junto con las cajas de PET presentaron los mayores tiempos de conservación en refrigeración. A condiciones ambientales, ninguno de los empaques evaluados presentó mayores tiempos de vida útil con respecto a los testigos, los cuales consistieron en uchucas sin cáliz, almacenadas a granel en capas de 2 uchucas de alto, manipuladas con las normas de asepsia, manos limpias, tapabocas, almacenadas en lugares limpios y desinfectados, los cuales alcanzaron 21 días en buenas condiciones.

Con respecto a la uchuva con cáliz se evaluó el efecto del grado de deshidratación del cáliz sobre el tiempo de vida útil de la uchuva. Pues aunque se espera que a menores contenidos de humedad mayores tiempos de conservación; es necesario saber si este aumento de vida útil justifica la inversión en tiempo y energía que demanda el

proceso. Las uchuvas fueron deshidratadas hasta 30, 40 y 50% de humedad y se dejaron nuevamente a temperatura ambiente y de refrigeración a 7°C, a granel y empacados en canastillas recubiertas con vinipel. Los resultados alcanzados se presentan en la figura 29.

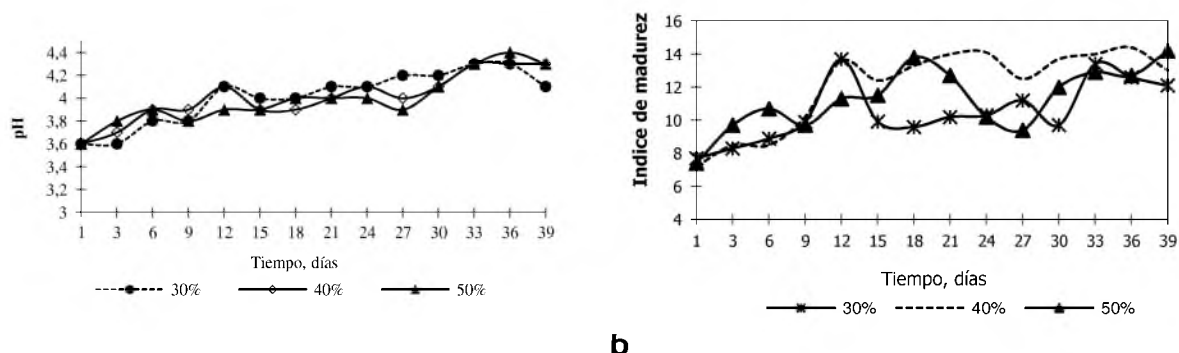


Figura 29. Evolución del pH e índice de madurez en uchuva con cáliz con contenidos de humedad de 30, 40 y 50%; almacenada a. Temperatura ambiente y b. Refrigeración 7°C.

A temperatura ambiente, el pH aumento en una unidad mientras que el índice de madurez se incrementó en cerca del 70% para las tres condiciones de humedad. Esto parece indicar que a condiciones ambientales el empaque no retarda el proceso de maduración de la uchuva, como si lo hace la refrigeración. En los ensayos llevados a cabo a 7°C el cambio en los índices de maduración solo fueron del 30%. Entre los contenidos de humedad final evaluados (30, 40 y 50%) no se dieron diferencias en el tiempo de evaluación, pues todas las uchuvas llegaron en buen estado hasta el día final del ensayo, día 40. Sin embargo, la uchuva testigo presentó leve desarrollo de hongos al día 21. Estos resultados corroboran el efecto positivo del cáliz y la reducción de los procesos de maduración que conlleva la reducción de la temperatura.

En un último ensayo (Torres y García, 2002), se estudió la uchuva sin cáliz y con cáliz, empacadas en tres diferentes películas (polipropileno, poliéster-polietileno y poliéster-polietileno-poliámida), para evaluar el efecto de la presencia del cáliz sobre la composición de los gases en cada empaque. La atmósfera modificada que generaron estos empaques fue influenciada por la presencia del cáliz. El cáliz consume oxígeno y libera CO₂, modificando la concentración de los gases en el empaque más rápidamente de lo que ocurre cuando se tiene uchuva sin cáliz. Con respecto al empaque no hubo mayores diferencias, pero la película de poliéster-polietileno al presentar mayor permeabilidad al vapor de agua reduce la acumulación de agua en los empaques causada por la transpiración y respiración de la fruta, por lo cual presenta mejores condiciones para el almacenamiento de la uchuva.

Lancheros *et al.*, (2007), evaluaron frutos con y sin cáliz, tres tipos de película (polietilentereftalato-polietileno, polipropileno biorientado-polietileno y polyolefin) y cuatro concentraciones de gas (5% CO₂ y 5% O₂; 5% CO₂ y 10% O₂; mezcla comercial y mezcla ambiental), encontrando que la concentración de los gases utilizados no tuvo ningún efecto sobre las características físicas y químicas evaluadas. Además la película de polyolefin conservó mejor la firmeza y ofreció condiciones para una mejor evolución del pH de la uchuva. Igualmente, verificaron lo propuesto anteriormente por Suárez y García (2003), en cuanto a la mejor respuesta ofrecida por la uchuva con cáliz

y a la respuesta positiva del testigo almacenado bajo refrigeración sin empaque y sin mezcla de gases. El testigo no presentó ninguna diferencia con respecto a los efectos generados por el uso de empaques o de la mezcla de gases en la conservación de la fruta. La universidad Nacional de Colombia ha adelantado diversos trabajos en almacenamiento de uchuva (Novoa *et al.*, 2002; Castañeda y Paredes 2003; Rodríguez, 2003; Alvarado *et al.*, 2004), en los cuales se evaluó también el patrón respiratorio, encontrando que este está influenciado no solamente por las condiciones de almacenamiento como temperatura y humedad relativa, sino también por las condiciones agroecológicas del lugar de producción, el grado de madurez y presencia o no del cáliz de la uchuva.

En cuanto al carácter climatérico de la fruta y la intensidad respiratoria se ha observado que el pico climatérico puede alcanzarse entre los 10 a 19 días de almacenamiento y la intensidad respiratoria puede verse influenciada por la humedad relativa. De acuerdo con Trincherro *et al.*, (1999), cuando la fruta está en los estados 3 o 4 presenta una intensidad respiratoria entre 80 y 120 mg/kg-h CO₂ y cuando está sobremadura puede superar los 250 mg/kg-h CO₂. De acuerdo con lo reportado por Novoa *et al.*, (2002), la intensidad respiratoria alcanzada durante el pico climatérico para las uchuvas en estados 3 y 4 fue de alrededor de 30 mg CO₂/kg-h, mientras que Villamizar *et al.*, (1993) reportó datos de intensidad respiratoria en uchuva sin cáliz de 162 mg CO₂/Kg-h., y de 54,9 mg CO₂/Kg-h., para uchuva con cáliz a temperatura ambiente (18°C). En refrigeración (7°C) estas intensidades fueron menores como era de esperarse: 142,8 mg CO₂/Kg h en uchuva sin cáliz y 37,5 mg CO₂/Kg-h en uchuva con cáliz.

ALMACENAMIENTO

El almacenamiento de productos frescos busca incrementar su vida útil, asegurar una oferta constante y una reducción en la oscilación de los precios.

Existe gran variedad de formas de almacenamiento las cuales tienen en común la disminución de los procesos fisiológicos, como la respiración, la transpiración y los procesos de maduración y degradación. Estos se basan en el control de la temperatura, la humedad relativa, la concentración de gases como el O₂, CO₂ y etileno. La eficiencia de estos sistemas se mide por la cantidad de tiempo que puede mantenerse la calidad del producto.

El almacenamiento y el empaque están fuertemente relacionados, como se pudo observar en los diferentes ensayos presentados en la sección de empaque. Estos ensayos realizados con uchuva tanto sin cáliz como con cáliz dejaron claramente evidenciado el efecto de la baja temperatura sobre la conservación de la uchuva. El almacenamiento refrigerado a 7°C permite alcanzar tiempos de vida útil mayores a 40 días, y aunque bajo estas condiciones el empaque y la concentración de gases no ejercieron mayores efectos si es importante asegurar la limpieza y desinfección de todos los elementos en contacto con la fruta.

Las condiciones de almacenamiento de la uchuva dependen en gran medida si se dirige al mercado de exportación o al mercado nacional. Sin embargo, hay algunas recomendaciones que deben aplicarse a los dos casos, Es decir los locales de

almacenamiento deben de ser limpios, aislados de fuentes de contaminación, con sistemas apropiados de ventilación y apilamiento de manera que se facilite una temperatura baja y homogénea en el lugar (Figura 30).



Figura 30. Almacenamiento de uchuva en planta de empaque, palletizado, y transporte a temperaturas de refrigeración.

Se debe contar con registros de entrada y salida, para que así la fruta que primero entra sea la que primer sale tanto en los puntos de acopio en finca como en los centros de empaques y distribución. Para mercados distantes como los de exportación es recomendable mantener la uchuva refrigerada y no romper la cadena del frío (Figura 30), dado que esto puede ocasionar condensación en los empaques y favorecer el desarrollo de hongos. Para esto los carros y contenedores deben ser enfriados previamente hasta 4°C por debajo de la temperatura de almacenamiento de la fruta, para que al ser cargados la uchuva alcance rápidamente la temperatura requerida y no se rompa la cadena de frío.

La humedad relativa como se mencionó previamente también juega un papel importante en la conservación de la uchuva. Para la conservación de la uchuva con cáliz es recomendable mantenerla en ambientes de baja humedad relativa (60-70%), siendo esta condición más exigente si la uchuva está almacenada a granel y no cuenta con ningún empaque. En el caso de la uchuva sin cáliz la condición es opuesta pues es recomendable mantenerla en ambientes de alta humedad (90-95%) para evitar la deshidratación y marchitez de la baya por pérdida de humedad. El encerado y la presencia de empaques también sirven de barrera para evitar su deshidratación. La alta humedad relativa requerida por la uchuva sin cáliz, la hace más susceptible también al desarrollo de hongos razón por la cual las condiciones de asepsia también se hacen más exigentes.

En el mercado nacional el tiempo empleado desde la recolección hasta la exhibición en góndola no es muy prolongado, generalmente menos de 48 horas, por lo cual los tiempos de almacenamiento son muy cortos, y como se ha demostrado la uchuva con cáliz deshidratado se mantiene muy bien a temperatura ambiente (21°C), por lo que el uso de bajas temperaturas de almacenamiento no son necesarias. Además los vehículos utilizados para la comercialización a nivel nacional no son refrigerados por lo cual no sería apropiado mantener la uchuva refrigerada y luego romper la cadena de frío, pues esto podría acelerar los procesos de deterioro de la fruta.

PÉRDIDAS POSCOSECHA

Las pérdidas poscosecha se pueden presentar como pérdida total del producto o como disminución de su calidad. Ambas se traducen directamente en la reducción del precio de venta del producto.

Esta pérdida de calidad puede ser ocasionada por diferentes causas, las cuales pueden agruparse en tres grandes grupos: las de tipo mecánico, las de tipo fisiológico y las biológicas, ocasionados por ataques de plagas y enfermedades.

Una de las causas más importantes de pérdida poscosecha de uchuva es el rajado del fruto (Figura 31), la cual ha sido ampliamente estudiada por Fischer. De acuerdo con Fischer (2005), Torres *et al.*, 2004 y Gordillo *et al.*, 2004; debido a que esta baya es muy jugosa, tiene una epidermis muy delgada y estructuralmente no muy fuerte, los cambios muy bruscos de las condiciones, principalmente de humedad relativa, favorecen el rajado del fruto.



Figura 31. Daño por rajado de fruto: (A) rajado ecuatorial, (B) rajado polar. Fuente Sepúlveda (2012)

Cuando el fruto aún está en la planta, el alto contenido de humedad del suelo también puede favorecer la aparición de este tipo de daño agravado por las deficiencias de calcio y boro que puedan presentarse. Para manejo en poscosecha, Fischer (2005) recomienda mantener una humedad relativa constante.

La exposición directa de la fruta al sol, la falta de ventilación de los recipientes, de los vehículos de transporte y de los lugares de almacenamiento (Figura 32), favorecen el aumento de la temperatura, con lo cual la tasa de respiración y de transpiración se incrementan, obteniéndose frutas deshidratadas, blandas, que se descomponen rápidamente, generando sabores desagradables. Por lo tanto es importante mantenerlas en un lugar fresco, protegidas del sol y del agua.



Figura 32. Transporte de uchuva con exposición directa al sol o sin ventilación.

Las principales causas de daño por plagas y enfermedades encontradas a lo largo de la etapa de poscosecha de uchuva fueron Áfidos o pulgones (*Aphis* sp.), Perforador del fruto (*Heliothis subflexa*), Mancha Gris (*Cercospora* sp) y Mancha Grasieta (*Xanthomonas* sp).

La Tabla 3 resume las principales causas de pérdidas poscosecha encontradas durante la poscosecha de uchuva.

Tabla 3. Principales causas de pérdidas poscosecha en uchuva.

Actividad	Tipo de daño	% de pérdida	Observaciones	% Total
Recolección	Mecánico	5	Lesiones causadas por la presión que ejerce el operario en el fruto en el momento del desprendimiento.	11
	Biológicos	6	Proliferación de hongos por la recolección de fruta húmeda.	
Acopio	Mecánicos	2	Lesiones causadas por la inadecuada manipulación.	3
	Fisiológicos	1	Incremento de la tasa de respiración y transpiración y por ende pérdida de peso por exposición directa de la fruta al sol	
Empaque	Mecánico	5	Magulladuras en los frutos y destrucción de capachos causados por la presión que ejercen los operarios sobre la fruta con el objetivo de lograr una mayor capacidad del empaque.	1,3
	Fisiológico	0,8	Incremento de la tasa de respiración y transpiración.	
Transporte a la comercializadora	Fisiológicos	2	Incremento de la tasa de respiración y transpiración por ventilación y temperaturas inadecuadas dentro de los vehículos en que se transporta la fruta.	2
TOTAL				17,3

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La uchuva es una fruta con un amplio potencial y con una característica muy particular y además muy favorable para su conservación, como es la presencia del cáliz, el cual la protege de daño de tipo mecánico, físico, biológico y fisiológico. Aunque en los últimos años ha tomado mucha fuerza y se está buscando un conocimiento más profundo que conduzca a una mayor competitividad, aún no se cuenta con un paquete tecnológico completo, que permita responder a todas las necesidades de los productores y a responder a los nuevos retos del competido mercado hortofrutícola. Se cuenta con una serie de recomendaciones tanto en cosecha y poscosecha que han permitido alcanzar amplios tiempos de vida útil para alcanzar los mercados más distantes, pero no en condiciones óptimas, pues los costos siguen siendo altos, lo cual reduce su competitividad frente a otros proveedores, el valor agregado es aún mínimo y el riesgo de pérdida es aún alto.

Es necesario continuar los estudios sobre el comportamiento poscosecha de la uchuva, pues aún no se han establecido las condiciones óptimas de cosecha, empaque y almacenamiento para cada uno de los ecotipos cultivados en el país. Igualmente, no está clara la fisiología poscosecha del fruto, dado que el carácter semi climatérico que parece presentar, dificulta la determinación del momento óptimo de cosecha y de las condiciones óptimas para su almacenamiento.

Las operaciones de lavado, desinfección y encerado siguen en discusión y requiere de estudios más rigurosos para realmente determinar las condiciones óptimas para su aplicación, de manera que se logren tiempos prolongados de vida útil, mayor valor agregado y reducción de los costos que estas actividades demandan.

Las recomendaciones básicas para el manejo cosecha y poscosecha de la uchuva incluyen la recolección y almacenamiento de uchuvas en excelente estado sanitario, limpias, desinfectadas, en estado de madurez adecuado (3 o 4), sin ningún tipo de daño y si el mercado permite la presencia de cáliz, deshidratarlo hasta el 50% de humedad o menos. La refrigeración a 7°C permite tiempos de vida útil prolongados para la uchuva sin cáliz, pero combinada con empaques de polipropileno microperforado puede alcanzar los 30 días de vida útil, mientras que con empaques de poliéster-polietileno-poliamida pueden superar los 40 días, en buenas condiciones, aunque a un mayor costo, dado el costo del empaque. La uchuva con cáliz, refrigerada y aún sin empaque presenta tiempos de vida útil mayores a los alcanzados por la uchuva sin cáliz.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al doctor Hugo García, Jairo Ulloa, asistente de investigación, a los ingenieros y estudiantes Andrés Bolaños, Marileny Torres, Marleny Suárez, Carolina García, Catherine Varela, Enrique Herrera, a todos los productores y comercializadores de Cundinamarca y Boyacá que colaboraron para permitir el desarrollo de los proyectos (PRONATTA y FONTAGRO) que dieron origen a este documento.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado P., Verdugo C., Fischer G. 2004. Efecto de un tratamiento de frío (1.5°C) y la humedad relativa sobre las características físico-químicas de frutas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) durante el posterior transporte y almacenamiento. *Agronomía Colombiana*. 22 (2), 148.
- Balaguera H., Ramírez L., Espinal M., Herrera A. 2013. Efecto del etileno y el 1-MCP en la emisión de compuestos volátiles durante la poscosecha de frutos de uchuva. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas. Madrid. Agosto 26-29.
- Castañeda GE., 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.
- Dostert N., Roque J., Cano A., La Torre MI., Weigend M. 2012. Hoja botánica: Aguaymanto. *Physalis peruviana* L. Proyecto Perú biodiverso. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Cooperación Suiza – SECO, Ministerio de Comercio Exterior y Turismo – MINCETUR. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo – PROMPERU. Ministerio del Ambiente – MINAM, 16 p.
- Fischer G. 2005. El problema del rajado del fruto y su posible control. En: Fischer G., D. Miranda, W. Piedrahita 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. 55-82.
- Fischer G. 1993. La uchuva, una alternativa promisoriosa para las zonas altas de Colombia. En: *Agricultura Tropical*, Vol. 30, No. 1. Pag. 79-87.
- Gallo F. 1996. Manual de fisiología, patología poscosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. Convenio SENA-Reino Unido, Armenia. 406 p.
- Galvis J., Fischer, G y Gordillo O. 2005. Cosecha y poscosecha de la uchuva. En: Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahita, J. Romero. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia. Primera Edición. Unibiblos. Bogotá.
- García C. y García H. 2001. Manejo cosecha y poscosecha de mora, lulo y tomate de árbol. Corpoica, PRGA, CIAT. Produmedios. 107 pag.
- García C. 2003. Desarrollo tecnológico para el manejo postcosecha de la uchuva y la pitaya. Informe final del proyecto Corpoica PRONATTA. 82 p.

- García C., Brito B., García H. 2008. Desarrollo tecnológico para el fortalecimiento del manejo postcosecha de frutales exóticos exportables de interés para los países andinos: uchuva (*Physalis peruviana* L.), granadilla (*Passiflora Ligularis* L.) y tomate de árbol (*Cyphomandra Betacea* (Cav) Sendt). Informe final proyecto FONTAGRO FTG-1403. CORPOICA, INIAP, CIAT, PROEXANT, CIRAD. <http://www.fontagro.org/proyectos/desarrollo-tecnol%C3%B3gico-para-el-fortalecimiento-del-manejo-de-poscosecha-de-frutales-ex%C3%B3tic>
- Gordillo P., Fischer G., Guerrero R. 2004. Efecto del riego y de la fertilización sobre la incidencia del rajado en frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la zona de Silvania (Cundinamarca). Agronomía Colombiana. 22 (1): 53-62.
- Lancheros O., Velandia G., Fischer G., Varela N., García. H. 2007. Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruvian* L) en poscosecha bajo condiciones de atmosfera modificada activa. Revista Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 8 (1), 61-68.
- Novoa R., Bojacá M., Fischer G. 2002. Determinación de pérdida de humedad en el fruto de la uchuva según el tipo de secado en tres índices de madurez 298-302. IV Seminario Nacional de Frutales de Clima Frio Moderado. Medellín.383 pag.
- Novoa R., Bojacá M., Galvis A., 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.
- ICONTEC. Norma Técnica colombiana NTC 4580. 1999. Frutas Frescas. Uchuva. Especificaciones
- ICONTEC. Norma Técnica colombiana NTC 5166. 2003. Frutas Frescas. Uchuva. Especificaciones del empaque.
- Peña R., Cortés M., Montoya O. 2013. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas, físicas y sensoriales de uchuvas frescas e impregnadas al vacío con componentes fisiológicamente activos. Vitae. Revista de la facultad de química farmacéutica 20 (1). 13:22.
- OMS y FAO. 2007. CODEX STAN 226-2001, Emd. 1-2005. Pag: 131:135. En: Codex Alimentarius, Norma Del Codex para la Uchuva. Frutas y Hortalizas frescas. Primera edición. Rome. 204 pag.
- PROEXPORT, 2012. Oportunidades de comercio e inversión en el sector Hortorutícola. Bogotá, Agosto 2012. 51 p.
- Puente L., Pinto C., Castro E., Cortés M. 2011. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. Food Research International. 44, 1733–1740.

- Rodríguez M. 2003. Estudio de la conservación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) utilizando los métodos de atmosfera modificada, refrigeración y encerado. Trabajo de grado. Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogota. 123 p.
- Sepúlveda, S. 2012. Caracterización morfológica, agronómica y bioquímica de 23 genotipos de uchuva *Physalis peruviana* L. Tesis de grado. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Medellín. 108p
- Torres C., Cooman A., Fischer G. 2004. Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta: I. Efecto de la variación en el balance hídrico. *Agronomía Colombiana*. 22 (2), 140-146.
- Torres M., García C. 2002. Evaluación preliminar de algunos empaques como alternativa para prolongar la vida útil de la uchuva. Pág 257:265. IV Seminario Nacional de Frutales de Clima Frio Moderado. Corpoica, Universidad Pontificia Bolivariana, C.D.T.F. Medellín. 392 p.
- Trincherro G., Sois GO., Cerri AM., Vilella F., Franschina 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
- Valencia M. 1985. Anatomía del fruto de la uchuva. En: *Acta Biológica Colombiana*. 1 (2), 63-89.
- Villamizar F., Ramírez A., Menes M. 1993. Estudio de la caracterización física, morfológica y fisiológica poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Agro-Desarrollo*. 4 (1-2), 305-320.