

Influencia de la madurez del fruto y del secado del cáliz en uchuva (*Physalis peruviana* L.), almacenada a 18°C

Influence of fruit maturity and calyx drying on cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.), stored at 18°C

Jhonn A. Ávila,¹ Paola Moreno,¹ Gerhard Fischer² y Diego Miranda³

RECIBIDO: MAYO 9/06. ACEPTADO: AGOSTO 16/06

¹ Ing. Agron. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. jhonnalex@hotmail.com; apmoreno@unal.edu.co

² Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. g.fischer@unal.edu.co

³ Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. dmirandal@unal.edu.co

RESUMEN

Frutos de uchuva en estados de madurez 3 (amarillo verdoso) ó 5 (amarillo naranja) y con secado del cáliz durante seis horas a 18 y 24°C, se almacenaron a temperatura ambiente (18°C) y humedad relativa del 75% durante 20 días, con el fin de evaluar cambios físico-químicos y fisiológicos. La uchuva, fruto climatérico, presentó el máximo de respiración entre los 6 y 8 días de almacenamiento. El día 6 de almacenamiento parece ser crucial debido al metabolismo muy elevado y los contenidos más altos de azúcares y ácidos. Los sólidos solubles totales tendieron a aumentar, la acidez titulable a disminuir. El contenido de azúcares se caracterizó por mayor concentración de sacarosa, seguido por glucosa y fructosa. Mientras el ácido cítrico mostró el nivel más alto a los 6 días de almacenamiento, el del ácido tartárico aumentó constantemente hasta los 18 días. El estado de madurez 3 del fruto conservó mejor los azúcares y ácidos orgánicos. El índice de madurez influyó más que el secado del cáliz, sobre el comportamiento poscosecha de la uchuva. El secado del cáliz a 24°C causó el pico climatérico más alto, originó la mayor pérdida de peso fresco en frutos cosechados al índice de madurez 5.

Palabras claves: *Physalis peruviana*; respiración; fruto climatérico; grados Brix; ácidos orgánicos; azúcares.

SUMMARY

Cape gooseberry fruits at the maturity stages 3 (yellow greenish) or 5 (yellow orange) and with calyx drying for 6 hours at 18 or 24°C, were stored at the temperature of 18°C and 85 % relative humidity for 20 days, to evaluate physical-chemical and physiological changes. The cape gooseberry, a climacteric fruit, presented the maximum of respiration between 6 and 8 days of storage. The 6th day of storage seems to be crucial due to the very high metabolism and the maximum contents of sugars and acids on this day. Soluble solids tended to increase and the titratable acids went to diminish. The fruit's sugar content was characterized by a major concentration of sucrose, followed by glucose and fructose. While the citric acid showed its highest level at the sixth storage day that of the tartaric acid increased constantly up to 18 days. The fruit maturity stage 3 is that which best conserved the sugars and organic acids evaluated. The maturity index influenced more than calyx drying the postharvest behavior of cape gooseberry. Calyx drying at 24°C caused the highest climacteric peak and originated the highest loss of fresh weight in fruits harvested at maturity index 5.

Key words: *Physalis peruviana*; respiration; climacteric fruit; Brix degrees; organic acids; sugars.

INTRODUCCIÓN

La uchuva (*Physalis peruviana* L.) es el fruto promisorio más exportado desde Colombia (\$US 23.841.000 en 2005) con un área sembrada de 7.290 ha y una producción de 11.327,6 t en 2004 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006). Los tres departamentos con mayor área son Cundinamarca (80%),

Antioquia y Boyacá entre 1.800 y 2.800 msnm. Las pérdidas de fruto se estiman en 13% (Sanabria, 2005; Fischer, 2000).

El fruto de la uchuva es una baya jugosa y carnososa con altos niveles de minerales Fe y P, vitaminas A y C y fibra (Fischer, 2000) de color amarillo-naranja cuando está maduro; se desarrolla dentro del cáliz

gamosépalo globoso acrescente que cubre el fruto hasta madurez. El cáliz, formado por cinco sépalos, protege el fruto contra insectos, pájaros, enfermedades y condiciones climáticas extremas (radiación, cambios bruscos de temperatura, lluvias fuertes y granizadas); sirve como fuente de carbohidratos durante los primeros 20 días del crecimiento del fruto (Fischer y Lüdders, 1997); prolonga la vida poscosecha en 2/3 partes (Herrera, 2000).

Sin embargo, para obtener mayor protección contra enfermedades y mayor longevidad el cáliz se debe secar mediante aire forzado entre 18 y 24°C hasta por 36 horas, dependiendo de la humedad del cáliz y del contenido de clorofila (Novoa *et al.*, 2002) o con aire a 25°C, impulsado por ventiladores, durante diez horas para cálices verdes y seis para cálices amarillos (Galvis *et al.*, 2005). Durante los seis estados de madurez del fruto (Icontec, 1999) la acidez titulable disminuyó constantemente, mientras que los grados Brix mostraron una curva óptima con un pico durante los estados 3 y 4 (Fischer y Martínez, 1999).

Mientras los supermercados y las empresas exportadoras en Colombia almacenan la uchuva a 12°C disminuyendo el metabolismo del fruto (Novoa *et al.*, 2006), la mayoría de los productores la mantiene a temperatura ambiente.

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar los cambios físico-químicos y fisiológicos del fruto de la uchuva con cáliz, sometido a dos temperaturas de secado (18 y 24°C), cuando se cosechan a los grados de madurez 4 y 5. Este estudio permite mayor conoci-

miento sobre la fisiología poscosecha de la uchuva, con el fin de hacer los ajustes en el manejo cosecha y poscosecha de la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos se cosecharon en una finca de la vereda de San Raimundo (4° 31' N y 74° 20' W, a 2.000 msnm y 18°C de temperatura promedio), municipio de Granada, Subia (Cundinamarca), zona productiva representativa del país. Se utilizó uchuva seleccionada y clasificada tipo exportación, con cáliz en los estados de madurez 3 (amarillo verdoso) y 5 (amarillo naranja), según tabla de color NTC 4580 (Icontec, 1999). Los frutos se sometieron a dos tipos de secado del cáliz durante seis horas: a temperatura ambiente (18°C) y 60% humedad relativa (HR) en promedio impulsando el aire con ventiladores a través de canastillas (cruzadas y acomodadas en columnas) a libre exposición; a 24°C y 35% HR en promedio en cámara sellada con aire inyectado en un extremo por medio de ventiladores con resistencias eléctricas para calentar el aire y retirada por extractores (Marca Siemens) situadas en el otro extremo (Novoa *et al.*, 2002). Los frutos se almacenaron en Bogotá, en un cuarto aislado, a una temperatura promedio de 18°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) y una HR de 75% ($\pm 5\%$) por un periodo de 20 días.

En el ensayo se evaluaron variables fisiológicas, químicas y físicas (Tabla 1). Las variables se evaluaron cada dos días, con excepción de los azúcares y ácidos que determinaron cada seis días.

Tabla 1. Análisis realizado durante el almacenamiento del fruto de uchuva (18°C, HR 85%).

| Variable | Método y equipo utilizado |
|--|--|
| Intensidad respiratoria | Cámaras de respiración, cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5890, con columna Superplot (300 cm x 0.53 mm) fase estacionaria Carbosierve S-II, equipado con un detector de conductividad térmica (TDC), usando helio como gas de arrastre. |
| Sólidos solubles totales (grados Brix) | Refractómetro de mano marca Atago. |
| pH | Potenciómetro digital marca Orión modelo 420 A. |
| Acidez titulable (porcentaje de ácido cítrico) | Titulación con NaOH 0.1 N. |
| Azúcares y ácidos | Cromatógrafo Waters 9000, detectores UV, intensidad refractométrica, conectados en serie con una columna Aminex HPX – 87H (300 x 7,8 mm) a 35°C; fase móvil: H ₂ SO ₄ 8 mM, flujo 0.40 $\mu\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$, 20 μL de muestra por 35 min. |
| Pérdida de peso fresco | Balanza de precisión Bosh 3000 de 0.1 g. |

La muestra estuvo constituida por tres frutos y se realizaron tres repeticiones. Se utilizaron 60 frutos, correspondiendo a unos 300 g de pulpa para cada uno de los tratamientos. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 x 1 (2 grados de madurez, 2 temperaturas de secado y 1 temperatura de almacenamiento).

Las variables se sometieron al análisis estadístico descriptivo y al análisis de varianza. La comparación se hizo mediante superficies de respuesta evaluando la presencia o no de interacción entre método de secado y estado madurez y en los análisis de azúcares y ácidos orgánicos por comparación de promedios utilizando la prueba del rango múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdida de peso fresco

Los frutos que mayor peso perdieron durante los 20 días de almacenamiento fueron los cosechados en el índice de madurez 5, las más altas pérdidas se presentaron cuando el cáliz se secó a 24°C (17% vs. 12%). Los frutos de madurez 3 perdieron 1% (secados a 24°C)

y 9% (secados a 18°C) (Figura 1). La disminución de peso en los productos cosechados se atribuye a pérdida de agua por transpiración y en menor grado a la respiración (Kays, 1997). Cuando las pérdidas superan 3-10% del peso fresco desaparece la frescura de los productos vegetales (Burg, 2004). Durante el trayecto de exportación vía aérea a Europa los frutos de uchuva pierden 6% del peso fresco.

Uchuvas almacenadas a 7.5°C alcanzaron el 5% de pérdida de peso fresco, indicador de la rentabilidad de almacenamiento el día 16, mientras que frutos almacenados a 18°C presentaron esta pérdida el día 13 en las mismas condiciones de humedad relativa (85%) (López y Páez, 2002). En el presente estudio el "límite" de 5% lo superaron las uchuvas con grado de madurez 5, con secado del cáliz a 18°C o 24°C, después de 4 y 0 días del almacenamiento, respectivamente. En contraste, el alcance del límite de la pérdida de agua en el índice de madurez 3 lo sobrepasaron las uchuvas, secadas a los 18°C y 24°C, después de 14 y 8 días respectivamente, lo que indica que existe "estrés hídrico" en los frutos con secado del cáliz a la temperatura más alta (24°C).

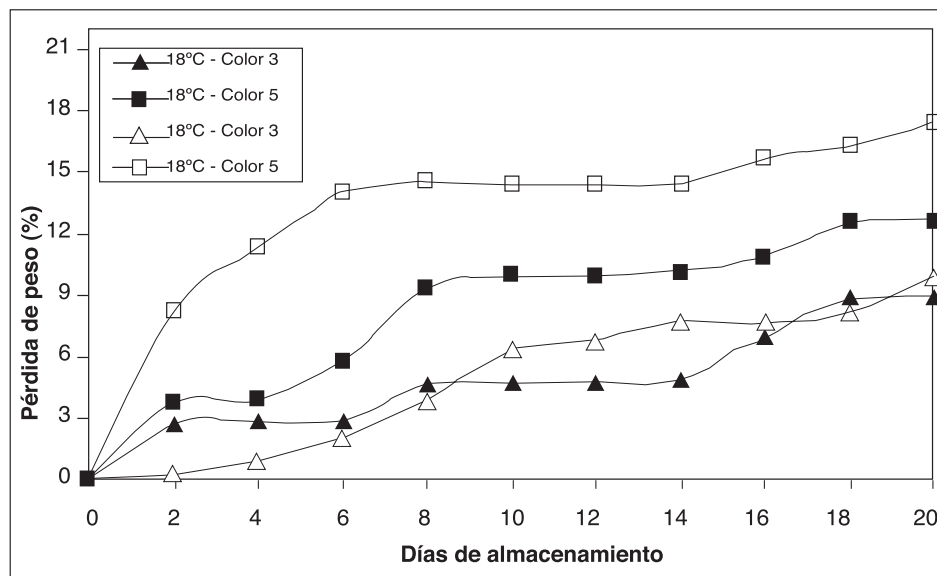


Figura 1. Efecto de dos temperaturas de secado del cáliz (18 y 24°C) y dos estados (colores) de madurez sobre el cambio del peso fresco del fruto de la uchuva, almacenada a temperatura ambiente (18°C).

El porcentaje de pérdida de peso, con respecto al estado de madurez de la fruta y la temperatura de secado, fue significativo, ya que de acuerdo con los resultados de las superficies de respuesta, cuando las variables independientes aumentaron también lo hizo el porcentaje de pérdida de peso fresco, lo que indica que al almacenar frutos en mayor estado de madurez la pérdida de peso fresco será mayor.

pH

El pH tendió a incrementarse entre 0.1 y 0.2 puntos entre el día cero y el 20, teniendo fluctuaciones mínima de 3.6 y máxima de 4.4, estos dos valores fueron alcanzados por frutos en estado de madurez 3 y 5 con secado del cáliz a 18°C. También Novoa *et al.* (2006) encontraron aumento del pH en uchuvas almacenadas a 12°C de 4.1 a 4.9 debido a que los frutos se

tornan menos ácidos con el transcurso del tiempo de almacenamiento, posiblemente por el desdoblamiento de los ácidos orgánicos como sustrato respiratorio (Kays, 1997).

El incremento del pH en la uchuva almacenada a 18°C, tanto para la temperatura de secado como para el índice de madurez, no difirió estadísticamente.

El pH celular es muy importante en la regulación del metabolismo. Más del 90% del volumen celular de los frutos lo ocupa la vacuola, con pH inferior a 5 (Nanos y Kader, 1993), lo cual coincide con los resultados encontrados en este estudio.

Grados Brix

Los grados Brix o contenido de sólidos solubles totales está constituido por 80 a 95% de azúcares (Fischer y Martínez, 1999). El contenido de sólidos solubles totales en todos los índices de madurez tuvo un pico hacia los días 6 u 8, descendió los días 10 ó 12, incrementándose de nuevo ligeramente para el día 16 y al final del almacenamiento el valor fue inferior (Fi-

gura 2). En general, la tendencia de los grados Brix es descendente durante los 20 días de almacenamiento. En comparación, Novoa *et al.* (2006) encontraron en la uchuva, almacenada a 12°C, aumento constante de los grados Brix durante 30 días; posiblemente la temperatura más baja redujo el uso de los azúcares en la respiración del fruto.

La superficie de respuesta para la evaluación del contenido de los sólidos solubles indica que ambas variables (temperatura de secado e índice de madurez) presentaron efecto lineal o efecto significativo sobre los grados Brix de la uchuva. De acuerdo con lo anterior se puede deducir que a medida que el estado de madurez aumenta (pasa de color 3 a color 5) el contenido de los azúcares también se incrementa, y lo mismo sucede con la temperatura de secado. Es importante resaltar que la interacción estado de madurez vs. temperatura de secado muestra que a medida que se aumentan las variables los grados Brix también se incrementan, pero a un menor rango.

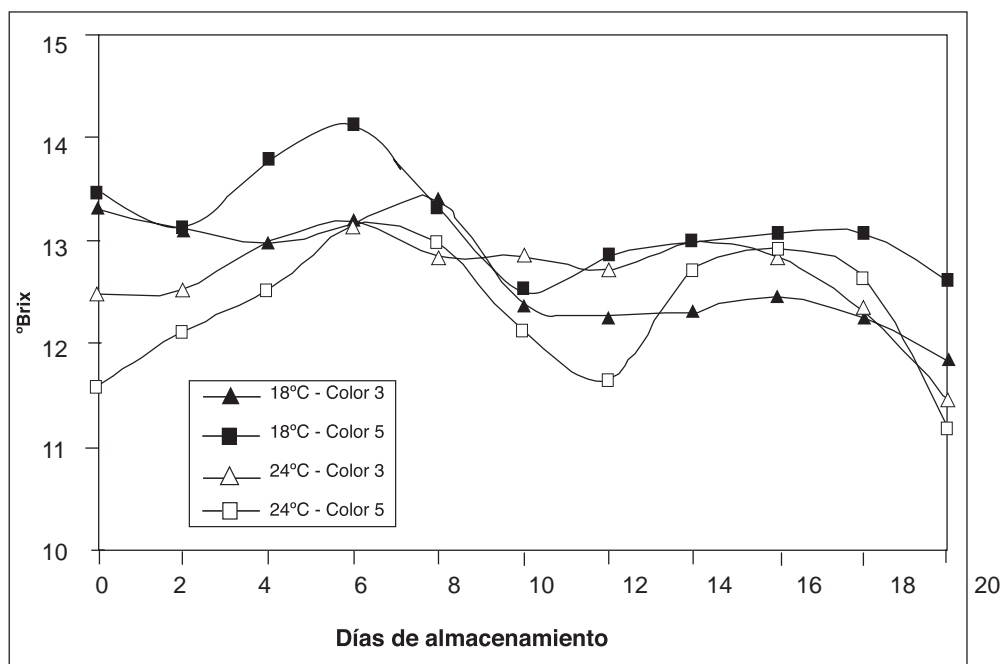


Figura 2. Efecto de dos temperaturas de secado del cáliz (18 y 24°C) y dos estados (colores) de madurez sobre los sólidos solubles totales (grados Brix) en frutos de la uchuva, almacenada a temperatura ambiente (18°C).

Acidez titulable

La acidez titulable presentó comportamientos similares en los cuatro tratamientos. Inició con valores que fueron desde 2.2 a 2.7% en el día cero, descendieron marcadamente en el día 2 y en el día 4 tuvieron un pico muy marcado que se mantuvo hasta el día 6, des-

pues del día 8 los valores descendieron de forma suave y continúa hasta el final del almacenamiento cuando consiguieron valores inferiores a los iniciales (Figura 3).

La acidez en los frutos del ensayo fue ligeramente más alta que la mencionada por Herrera (2000), con porcentajes entre 1.6 y 2.0 para uchuvas de buena cali-

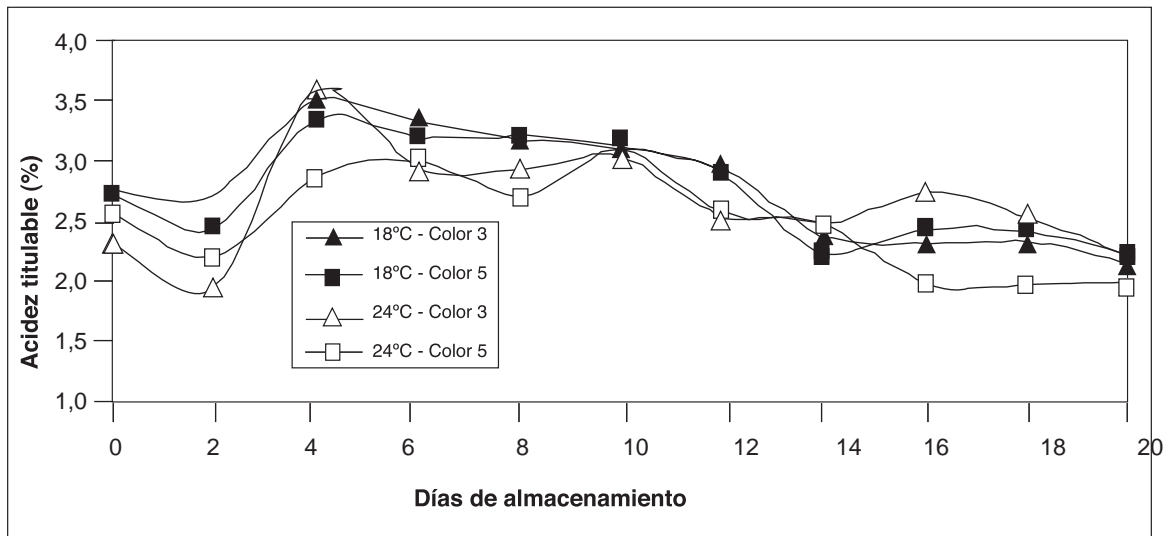


Figura 3. Efecto de dos temperaturas de secado del cáliz (18 y 24°C) y dos estados (colores) de madurez sobre la acidez titulable en frutos de la uchuva, almacenada a temperatura ambiente (18°C).

dad. El análisis a través de las superficies de respuesta mostró que el grado de madurez del fruto afectó de manera inversa el porcentaje de acidez.

Tasa respiratoria

La curva de la tasa de respiración mostró tres picos (Figura 4). El primero se alcanzó el día 2, posiblemente porque en los días anteriores la temperatura ambiental fue mayor a la del almacenamiento normal en la exportación (12°C). Entre los 6 y 8 días se presentó el pico climatérico; el tercero el día 18, cuando el fruto entró en la fase de senescencia y empezaron los ataques por *Botrytis*.

Uchuvas almacenadas a 12°C presentaron el pico respiratorio a los 12 días (Novoa *et al.*, 2006), lo que

indica que la mayor temperatura (18°C) en el estudio aceleró la entrada al climatérico, recortando la vida en poscosecha. Además, el estudio comprobó que la uchuva es un fruto climatérico (Trincherio *et al.*, 1999; Castañeda *et al.*, 2002; Novoa *et al.*, 2006), mientras que Villamizar *et al.* (1993) y López y Páez (2002), que no utilizaron la cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) sino el método volumétrico, no pudieron detectar el pico climatérico en este fruto.

La intensidad respiratoria de los frutos con secado a 18°C fue menor durante el pico climatérico, especialmente los cosechados al índice 3, los frutos con menor índice de respiración en el climatérico (18°C - color 5) mostraron alta respiración antes de terminar la vida (Figura 4).

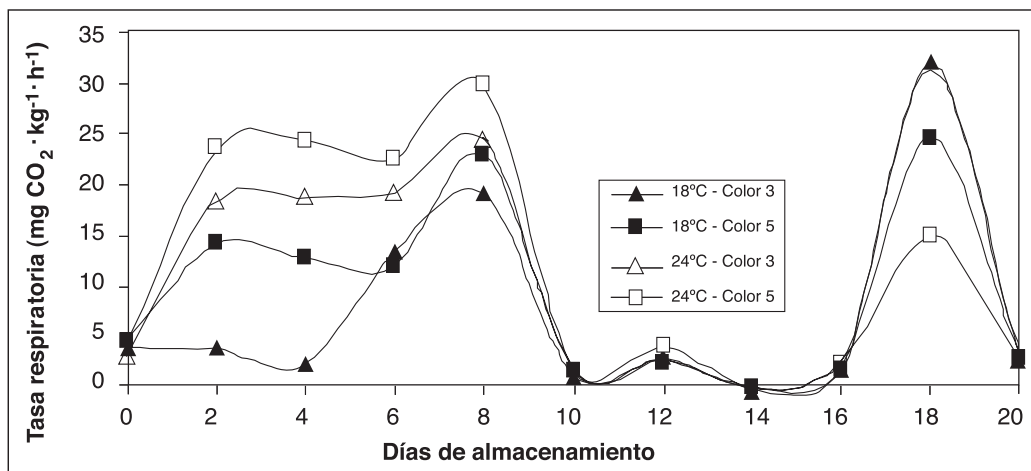


Figura 4. Efecto de dos temperaturas de secado del cáliz (18 y 24°C) y dos estados (colores) de madurez sobre la tasa respiratoria en frutos de la uchuva, almacenada a temperatura ambiente (18°C).

La importancia de la variable índice de respiración radica en el hecho de que generalmente a mayor índice respiratorio el fruto entra en la fase de senescencia más rápidamente, los resultados obtenidos muestran que cuando el índice de madurez aumenta también se incrementó la respiración y que de igual manera sucede con el aumento de la temperatura de secado.

Sacarosa

La sacarosa presentó mayor contenido (Figura 5) como en la mayoría de los frutos (Wills *et al.*, 1998) y en otras investigaciones en uchuva (Fischer, 1995 y Novoa *et al.*, 2006). Al final del crecimiento del fruto ocurre una traslocación notoria de sacarosa desde las hojas más cercanas a este órgano (Fischer y Lüdders, 1997).

En el día cero del almacenamiento todos los tratamientos se encuentran con valores muy cercanos, presentándose mayor contenido de sacarosa en los frutos con estado de madurez 3. El contenido de sacarosa de los diferentes tratamientos aumentó a través del tiempo, con los valores más altos en el día 6 de almacenamiento; posiblemente por hidrólisis del almidón en azúcares más simples (Herrero y Guardia, 1999).

Mientras que en las uchuvas con secado del cáliz a 24°C el contenido de sacarosa fue más alto a los 6 días de almacenamiento, a los 12 días se presentó tendencia a la situación inversa (Figura 5). En los frutos de la madurez 5, secados a 18°C, el contenido de sacarosa aumentó durante el almacenamiento.

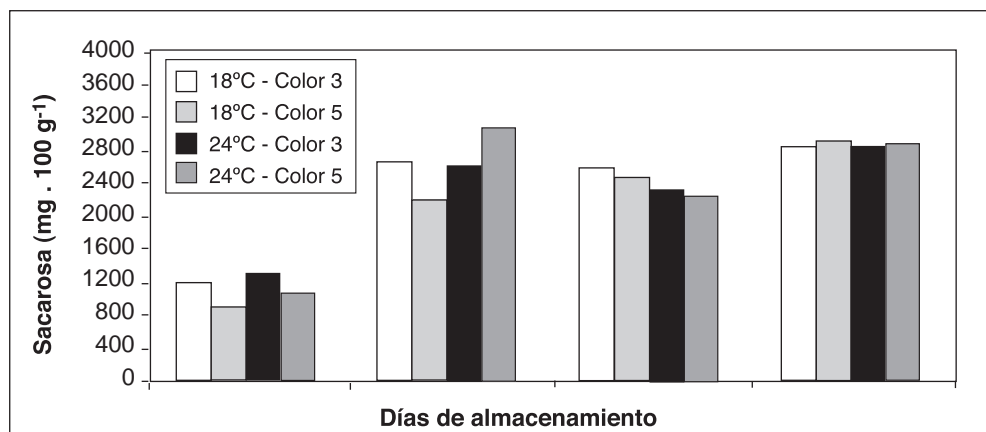


Figura 5. Efecto de dos temperaturas de secado del cáliz (18 y 24°C) y dos estados (colores) de madurez sobre el contenido de sacarosa en frutos de la uchuva, almacenada a temperatura ambiente (18°C). Promedios del mismo día del almacenamiento con letras distintas son estadísticamente diferentes, según la prueba del rango múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$).

Glucosa

Existe similitud en el comportamiento de la glucosa en el fruto, con aumento notorio hasta el sexto día del almacenamiento. Los frutos cosechados al índice 3 en las dos temperaturas del secado del cáliz conservan mejor su contenido de glucosa, más que los de la madurez más avanzada (Figura 6).

Probablemente los frutos en estado de madurez 3 continuaron con la maduración al tener mayor contenido de almidón (Fischer y Lüdders, 1997) para la hidrólisis y formación de azúcares simples que los frutos más maduros.

Fructosa

El comportamiento de la fructosa también tendió a aumentar, presentó un pico durante el día 6 y siempre fue más alto el contenido de fructosa en los frutos cosechados en el estado de madurez 3 (Figura 7). Sin em-

bargo, mostró mayor disminución que la sacarosa y la glucosa. El resultado no coincidió con los de Novoa *et al.* (2006), que encontraron un nivel generalmente constante a partir de los seis días del almacenamiento de la uchuva a 12°C.

Ácido cítrico

En los frutos de uchuva el ácido cítrico superó al ácido tartárico en más de diez veces; igualmente los frutos que presentaron mayor contenido de este ácido fueron los que se cosecharon al índice de madurez 3 (Figura 8). A medida que aumentó el índice de madurez disminuyó el contenido de ácido cítrico.

Todos los tratamientos comenzaron con un valor inferior a los 900 mg · 100 g⁻¹ de fruta fresca y presentaron el máximo contenido el día 6 del almacenamiento, el cual coincide con el inicio del aumento en la tasa respiratoria del fruto para alcanzar el pico climatérico.

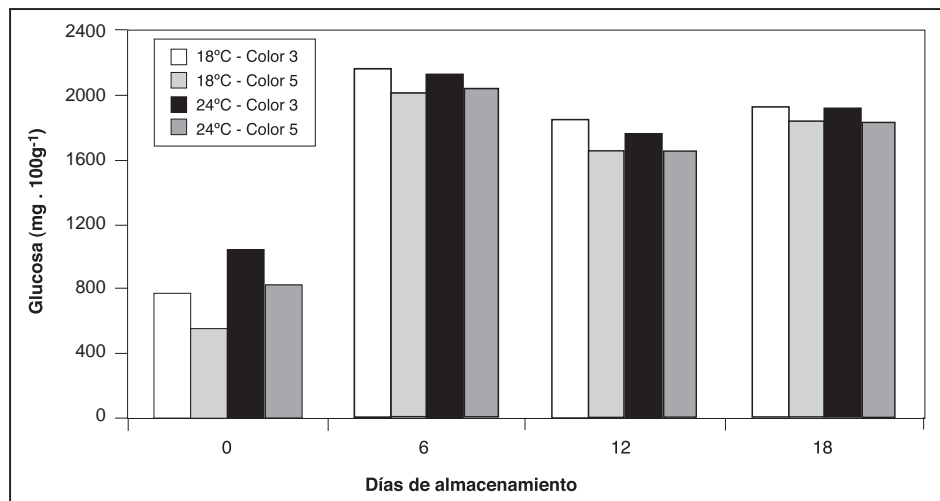


Figura 6. Efecto de dos temperaturas de secado del cáliz (18 y 24°C) y dos estados (colores) de madurez sobre el contenido de glucosa en frutos de la uchuva, almacenada a temperatura ambiente (18°C). Promedios del mismo día del almacenamiento con letras distintas son estadísticamente diferentes, según la prueba del rango múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$).

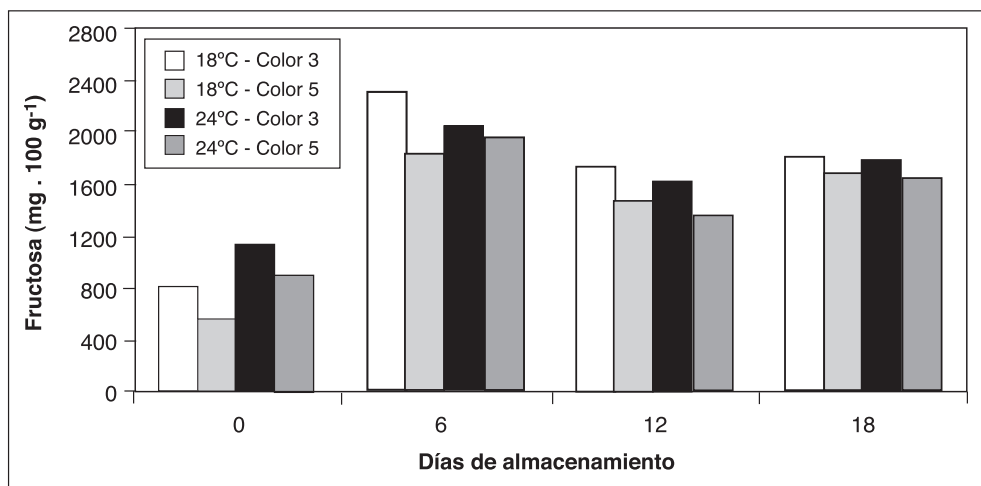


Figura 7. Efecto de dos temperaturas de secado del cáliz (18 y 24°C) y dos estados (colores) de madurez sobre el contenido de fructosa en frutos de la uchuva, almacenada a temperatura ambiente (18°C). Promedios del mismo día del almacenamiento con letras distintas estadísticamente diferentes, según la prueba del rango múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$).

Posteriormente el contenido del ácido disminuyó de forma gradual en todos los tratamientos hasta el final del almacenamiento. Esto lleva a la suposición de que en la uchuva el ácido cítrico puede ser un sustrato muy importante para el metabolismo respiratorio o para ser convertido en azúcares (Wills *et al.*, 1998). En uchuvas mantenidas a 12°C la disminución del contenido de ácido cítrico empezó a los 12 días del almacenamiento (Novoa *et al.*, 2006), lo que subraya la importancia de una temperatura más baja que la del ambiente para reducir el metabolismo del fruto.

Ácido tartárico

Este ácido orgánico tuvo valores más altos al final de las evaluaciones (18 días; Figura 9). Estos resultados se asemejan a lo encontrado por Novoa *et al.* (2006), sin embargo, estos autores registraron nivel estable del ácido, a partir del día 12 del almacenamiento a 12°C.

Los valores más altos se encontraron en uchuvas cosechadas al índice de madurez 3. También, el aumento más notorio en los valores de cada tratamiento se dio en el día 6, para luego mantenerse estables, reanudando su aumento en el día 18. No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos a partir del día 12.

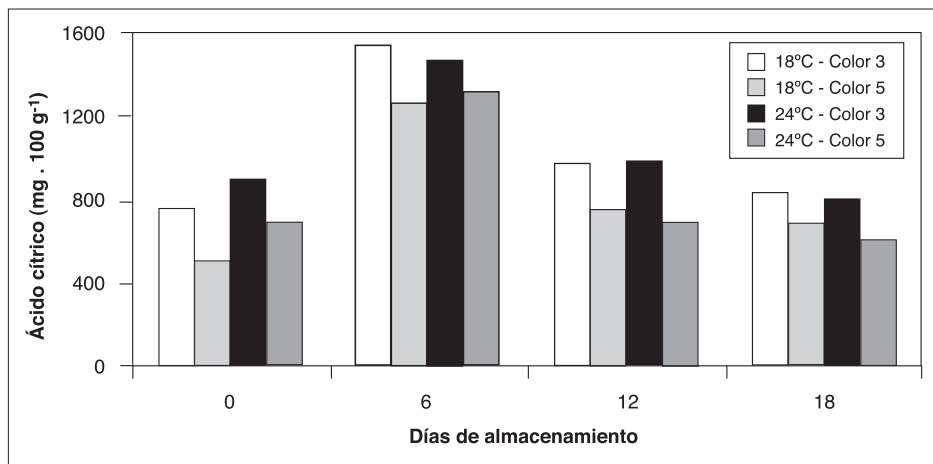


Figura 8. Efecto de dos temperaturas de secado del cáliz (18 y 24°C) y dos estados (colores) de madurez sobre el contenido del ácido cítrico en frutos de la uchuva, almacenada a temperatura ambiente (18°C). Promedios del mismo día del almacenamiento con letras distintas son estadísticamente diferentes, según la prueba del rango múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$).

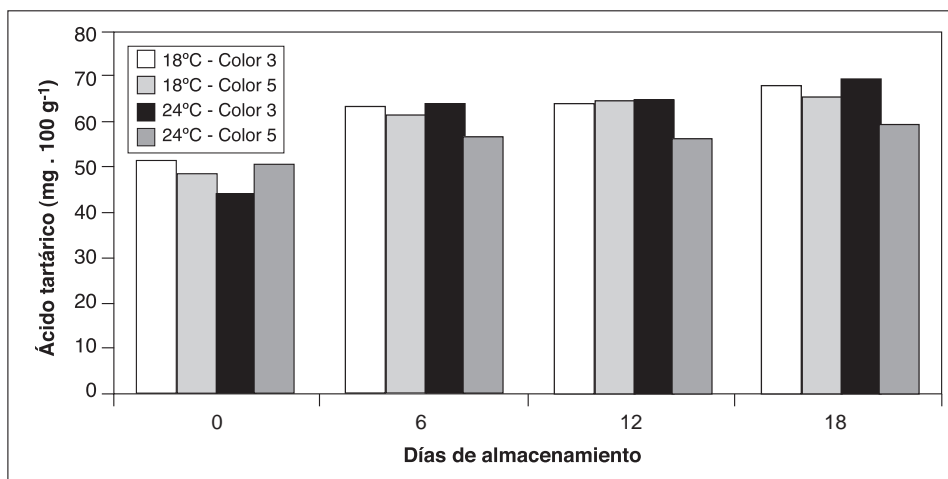


Figura 9. Fuente de dos temperaturas de secado del cáliz (18 y 24°C) y dos estados (colores) de madurez sobre el contenido del ácido tartárico en frutos de la uchuva, almacenada a temperatura ambiente (18°C). Promedios del mismo día del almacenamiento con letras distintas son estadísticamente diferentes, según la prueba del rango múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

- Las características físico-químicas y fisiológicas de los frutos fueron óptimas hasta el día 20 del almacenamiento, a partir de este momento se presentaron problemas fitosanitarios (*Botrytis cinerea*). Por lo anterior se puede concluir que el almacenamiento a temperatura ambiente (18°C) de la uchuva es posible hasta unos 10 días para el mercado nacional, y tener en cuenta los posteriores 5 días en vitrina y otros 5 días con el consumidor, llegando a los 20 días.

- La curva de la tasa respiratoria mostró que la uchuva es un fruto climatérico, y el climaterio se presentó entre los 6 y 8 días después del inicio del almacenamiento a 18°C. El pico respiratorio a los 18 días indicó que el fruto empieza a entrar en la fase de senescencia.
- El día 6 del almacenamiento de la uchuva a los 18°C parece ser crucial debido al metabolismo (respiratorio) muy elevado por los contenidos más altos de azúcares y ácidos.

- Mientras los sólidos solubles totales (grados Brix) tendieron a aumentar durante el tiempo de almacenamiento, la de la acidez titulable fue a disminuir (a partir del día 4).
- El contenido de azúcares en el fruto de uchuva se caracterizó por mayor concentración de sacarosa, seguido por glucosa y fructosa; el contenido de azúcares en el fruto aumentó notoriamente entre el inicio y los 6 días de almacenamiento.
- Mientras el ácido cítrico mostró el nivel más alto a los 6 días de almacenamiento, el del ácido tartárico aumentó constantemente hasta los 18 días.
- El estado de madurez 3 del fruto conservó mejor los azúcares y ácidos orgánicos.
- En general el efecto del índice de madurez fue mayor que la temperatura del secado del cáliz sobre el comportamiento poscosecha de la uchuva, mantenida a 18°C.
- El secado del cáliz a 24°C causó, por un lado, los picos climatéricos entre los 6 y 8 días más altos, mientras que, por otro lado, la pérdida de peso fresco fue la más alta, solamente en combinación con los frutos cosechados al estado de madurez 5.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto “Desarrollo de Tecnologías de Cosecha y Poscosecha en Mora, Mango Común, Lulo, Pitahaya y Uchuva”, convenio entre el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Industria de Alimentos (CIAL), Medellín y la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, por la financiación de esta investigación que permitió adelantar la tesis de grado de los dos primeros autores.

BIBLIOGRAFÍA

- Burg, S.P. 2004. Postharvest physiology and hypobaric storage of fresh produce. Wallingford, U.K.: CABI Publishing. 654 p.
- Castañeda, G., Paredes, R., Fischer, G. y Galvis, A. 2002. Determinación del patrón respiratorio de uchuva (*Physalis peruviana* L.) proveniente del municipio de Silvana, Cundinamarca. pp. 292-297. Memorias IV Seminario Nacional de Frutales de Clima Frío Moderado. CDTF, Corpoica, 20-22 Nov. 2002. Medellín. 383 p.
- Fischer, G. 2000. Crecimiento y desarrollo. pp. 9-26. En: Flores, V.J.; Fischer, G.; Sora, A.D. (eds.). Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 175 p.
- Fischer, G. 1995. Effect of root zone temperature and tropical altitude on the growth, development and fruit quality of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). Tesis de doctorado. Universidad Humboldt, Berlín, Alemania.
- Fischer, G.; Lüdders, P. 1997. Developmental changes of carbohydrates in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits in relation to the calyx and the leaves. *Agron Colomb* 14(2): 95-107.
- Fischer, G.; Martínez, O. 1999. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. *Agron Colomb* 16(1/3): 35-39.
- Galvis, J.A.; Fischer, G.; Gordillo, O.P. 2005. Cosecha y poscosecha de la uchuva. pp. 165-190. En: Fischer, G.; Miranda, D.; Piedrahita, W.; Romero, J. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 221 p.
- Herrera, A. 2000. Manejo poscosecha. pp. 109-127. En: Flórez, V.J.; Fischer, G.; Sora, A.D. (eds.). Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 175 p.
- Herrero, A.; Guardia, J. 1999. Conservación de frutos. Manual técnico. Madrid: Mundi-Prensa. pp. 59-71.
- Icontec. 1999. Frutas frescas: Uchuva. Especificaciones. Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas. 15 p.
- Kays, S. 1997. Postharvest physiology of perishable plant products. Georgia: Exon Press. pp. 263-278.
- López, E.; Páez, L.H. 2002. Comportamiento fisiológico de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en condiciones de refrigeración y películas plásticas para su conservación en poscosecha. Trabajo de grado (Ing. Agr.), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006. Observatorio Agrociudades Colombia. En: 03-05-2006" <http://www.agrocadenas.gov.co/frutales/reportes.03-05-2006>.
- Nanos, G.D.; Kader, A.A. 1993. Low O₂ induced changes in pH en energy change in pear fruit tissue. *Postharv Biol Technol*. 3: 285-291.
- Novoa, R.H.; Bojaca, M.; Fischer, G. 2002. Determinación de pérdida de humedad en el fruto de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) según el tipo de secado en tres índices de madurez. pp. 298-302. En: Memorias IV Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. CDTF, Corpoica. 20-22 Nov. 2002. Medellín. 383 p.
- Novoa, R.H.; Bojaca, M.; Galvis, J.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.). *Agron Colomb* 24(1): 77-86.
- Sanabria, S. 2005. Situación actual de la uchuva en Colombia. pp. 1-8. En: Fischer, G.; Miranda, D.; Piedrahita, W.; Romero, J. 2005. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 221 p.
- Trincherro, G.; Sozzi, G.O.; Cerri, A.M.; Vilella, F.; Franschina, A. 1999. Ripening-related changes in ethylene production respiration rate and cell-wall enzyme activity in golden berry (*Physalis peruviana* L.) a solanaceous species. *Postharv Biol Technol* 16: 139-145.
- Villamizar, F.; Ramírez, A.; Meneses, M. 1993. Estudio de la caracterización física, morfológica y fisiológica poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Agrodesarrollo* 4(1/2): 305-319.
- Wills, R.; McGlasson, B.; Graham, D.; Joyce, D. 1998. Postharvest - an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. New York: CAB International. 262 p.