

Papel del cáliz en el comportamiento poscosecha de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) ecotipo Colombia

The role of the calyx in the postharvest behavior of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits ecotype Colombia



HELBER ENRIQUE BALAGUERA-LÓPEZ^{1, 4}

CLAUDIA ANDREA MARTÍNEZ C.²

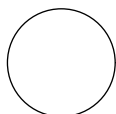
ANÍBAL HERRERA-ARÉVALO³

**Frutos de uchuva maduros
con y sin cáliz.**

Foto: H.E. Balaguera-López

RESUMEN

Los frutos de uchuva se desarrollan y permanecen dentro del cáliz. Se desconocen muchos aspectos relacionados con el papel del cáliz en la fisiología del fruto de uchuva. El objetivo fue determinar el papel del cáliz en el comportamiento poscosecha de frutos de uchuva ecotipo Colombia. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos: el primero correspondió a frutos con cáliz y el segundo fueron frutos sin cáliz. Los frutos fueron cosechados en el municipio de Ventaquemada (departamento de Boyacá, Colombia), en grado de madurez 3 según la norma NTC 4580. Una vez cosechados los frutos fueron llevados al laboratorio y se dispusieron en cámaras de almacenamiento ($16 \pm 1^\circ\text{C}$ y humedad relativa del 80%) durante 22 días. Semanalmente se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos. Se encontró un efecto positivo del cáliz durante el almacenamiento de los frutos de uchuva. Con diferencias estadísticas, los frutos con cáliz produjeron menor cantidad de etileno. Estos mismos frutos presentaron menor aumento de los sólidos solubles totales, relación de madurez y del índice de color. Los frutos con cáliz tuvieron una mayor firmeza, acidez total titulable y menor pérdida de peso respecto a frutos sin cáliz. Esto demuestra la gran importancia de mantener el cáliz unido a los frutos de uchuva durante la poscosecha.



Palabras clave adicionales: producción de etileno, maduración, frutos con cáliz, frutos sin cáliz.

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Doctorado en Ciencias Agrarias, Línea Fisiología de Cultivos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

² Escuela de Ciencias Agrícolas y Pecuarias y del Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá (Colombia).

³ Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

⁴ Autor para correspondencia. hebalagueral@unal.edu.co

ABSTRACT

The fruit of the cape gooseberry develops and remains within a calyx. Various aspects related to the role of the calyx in cape gooseberry fruit physiology are unknown. The objective was to determine the role of the calyx in the postharvest behavior of cape gooseberry fruit, ecotype Colombia. The experimental design was completely randomized with two treatments: the first corresponded to fruit with calyx and the second contained fruit without calyx. The fruits were harvested in the municipality of Ventaquemada (department of Boyaca, Colombia), at maturity grade 3, according to the Icontec standard NTC 4580. Once harvested, the fruits were brought to the laboratory and placed in storage chambers ($16 \pm 1^\circ\text{C}$ and 80% relative humidity) for 22 days. The physicochemical parameters were measured periodically. A positive effect from the calyx was found during the storage of the cape gooseberry fruits. With statistical differences, the ethylene concentration produced by the fruit with calyx was minor. These same fruits showed lower increases in the total soluble solids, maturity ratio and color index. The fruit with calyx showed more firmness, total titratable acidity and lower weight loss as compared to fruit without calyx. This demonstrates the great importance of keeping the calyx attached to cape gooseberry fruits during the postharvest.

Additional key words: ethylene production, ripening, fruit with calyx, fruit without calyx.

Fecha de recepción: 30-08-2014

Aprobado para publicación: 10-11-2014

INTRODUCCIÓN

La uchuva (*Physalis peruviana* L.) es una especie perteneciente a la familia Solanaceae, los frutos son bayas apetecidas por su sabor y también por sus propiedades funcionales y medicinales (Ramadan, 2011; Puente *et al.*, 2011). Pertenecen a la lista de los “Superfrutos” por su alto contenido de vitaminas, minerales y fibra (Superfruit, 2011). Fischer *et al.* (2011) reportan que el fruto de uchuva se destaca por su alto contenido en antioxidantes (ácido ascórbico y provitamina A), fósforo, hierro, proteína y fibra.

La uchuva es una de las pocas especies que presentan frutos que se forman y permanecen dentro del cáliz durante todo su desarrollo (Fischer *et al.*, 2014), situación que indica la gran importancia que tiene el cáliz durante la pre y poscosecha del fruto. El cáliz mide alrededor de 5 cm y su forma puede ser redonda o alargada (Fischer *et al.*, 1997), crece a mayor velocidad que el ovario (Yamaguchi, 1983) y en la etapa de maduración el cáliz del ecotipo Colombia es de aproximadamente 2,5 veces la longitud del fruto (Valencia, 1985). El cáliz protege al fruto de condiciones

climáticas extremas (sol, frío, granizo), daños mecánicos, enfermedades, insectos y aves (Fischer *et al.*, 2014). En la base interior del cáliz se encuentra un tejido glandular que produce una “resina terpenica” cuya síntesis empieza aproximadamente cuando el fruto tiene un diámetro de 10 a 11 mm, y lo cubre hasta su madurez, esta resina posiblemente tiene funciones de repelente (Valencia, 1985). Al parecer, el cáliz tiene una función importante en la producción y en la translocación de carbohidratos, principalmente de sacarosa en la etapa temprana del crecimiento del fruto, con su eliminación, el desarrollo del fruto es más lento (Fischer y Lüdders, 1997). De acuerdo con la composición química, el cáliz se asemeja más a un fruto; sin embargo, según su anatomía es muy parecido a un órgano foliar (Fischer *et al.*, 1997).

De acuerdo con Fischer *et al.* (2011), el cambio de color del cáliz y el fruto presentan sincronía. Cuando se produce la madurez fisiológica se generan cambios en el color del cáliz de verde claro a amarillo, lo que hace que esta característica

sea adecuada para ser utilizada como índice de madurez (Fischer *et al.*, 2011). En Colombia y en Estados Unidos, los consumidores prefieren los frutos sin cáliz, mientras que las exportaciones a Europa y Canadá se realizan con el cáliz. Debido al hecho de que los requisitos para la exportación a Europa y los Estados Unidos son diferentes; las condiciones especiales en la cosecha, manejo poscosecha y comercialización son necesarios para cada uno de estos dos mercados importantes del mundo (García *et al.*, 2008). Sin embargo, el cáliz no le da mayor valor agregado ni tampoco cumple con los requisitos logísticos de facilitar su transporte, manipulación, conteo, exhibición, ni promociona su venta, pero sí se ajusta muy bien a las nuevas tendencias de los mercados que apuntan hacia el uso de empaques reciclables o biodegradables (García *et al.*, 2014).

Son pocos los estudios que se han realizado sobre el efecto del cáliz en la calidad poscosecha de los frutos de uchuva. Al respecto, Lanchero *et al.* (2007) evaluaron el uso de empaques, concentraciones de gases para atmósfera modificada activa en frutos de uchuva con cáliz y sin cáliz, durante 4 semanas de almacenamiento a 7°C, los resultados indicaron que los frutos con cáliz presentaron mayor concentración de sólidos solubles totales, pH y acidez total titulable pero menor firmeza. Villamizar *et al.* (1993) almacenaron frutos de uchuva a 6 y 18°C, determinaron que la tasa respiratoria del fruto sin cáliz llega a ser 2,9 veces superior a la del fruto con cáliz, mientras que la duración poscosecha fue de 20 y 30 días, siendo mayor para frutos con cáliz. De otra parte, el cáliz también determina el porcentaje de humedad relativa durante el almacenamiento, García *et al.* (2014) mencionan que para la conservación de la uchuva con cáliz es recomendable mantenerla en ambientes de baja humedad relativa (60-70%), mientras que 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 de los frutos.

Sin embargo, aún faltan estudios detallados que permitan conocer con más exactitud el efecto del cáliz en la fisiología poscosecha del fruto de uchuva. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar el papel del cáliz en el comportamiento poscosecha de frutos de uchuva, almacenados a temperatura ambiente, con el fin de obtener más conocimientos para mejorar el almacenamiento de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) ecotipo Colombia, cosechados en un cultivo comercial en el municipio de Ventaquemada (departamento de Boyacá, Colombia), ubicado a 2.630 msnm con temperatura ambiental promedio de 14°C. Los frutos fueron llevados al Laboratorio de Poscosecha de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, para el montaje del experimento y las respectivas mediciones.

Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos: el primero correspondió a frutos con cáliz y el segundo fueron frutos sin cáliz. Cada tratamiento se repitió cuatro veces, para un total de ocho unidades experimentales (UE). Cada UE estuvo compuesta por 125 g de frutos aproximadamente. Los frutos fueron recolectados en el estado 3 según la norma Icontec NTC 4580 (1999), se utilizaron frutos completamente sanos y con tamaño homogéneo. Los frutos se dispusieron en cámaras de almacenamiento con temperatura promedio de $16 \pm 1^\circ\text{C}$ y humedad relativa del 80%.

A los 1, 8, 15 y 22 d después de cosecha (dde) se hicieron mediciones del índice de color (IC, ecuación 1), calculado a partir de parámetros del sistema CIELab L^* , a^* y b^* , se realizaron tres lecturas en el diámetro ecuatorial de cada fruto con colorímetro digital Minolta CR 410 (marca Konica Minolta, Hong Kong); firmeza del fruto

(N): mediante la utilización de un texturómetro digital (marca Lloyd LS1, Bognor Regis, UK) con celda de carga de 1 KN, punzón cilíndrico de 3 mm y *software* Nexygen plus. La pérdida de peso (%) se calculó mediante la ecuación 2, realizando mediciones de peso fresco en balanza de precisión con aproximación de 0,01 g. Los sólidos solubles totales (SST) se determinaron a través de mediciones de grados Brix con un refractómetro digital (marca Hanna, Woonsocket, RI) de rango 0 a 85% con precisión 0,1 °Brix. La acidez total titulable (ATT) se determinó con titulador automático 916 Food Ti-Touch 120 (marca Metrohm, Herisau, Suiza) y la relación de madurez (RM) se calculó como la relación SST/ATT.

$$IC = (1.000 \times a^*) / (L^* \times b^*) \quad (1)$$

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = ((P1-P2)/P1) \times 100 \quad (2)$$

Dónde: P1= peso de frutos a tiempo inicial y P2 = peso de frutos a tiempo final.

Producción de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$): se pesaron aproximadamente 100 g de frutos de uchuva que fueron puestos en cámaras herméticas de vidrio de 500 cm³ durante 1 h, al cabo de este tiempo se extrajo una muestra de 0,3 mL de gas y fue inyectada en el cromatógrafo de gases (CG) Agilent Technologies 7890A (Agilent Technologies, Santa Clara, CA), equipado con un detector de ionización de llama (FID, por sus siglas en inglés). Se utilizó una columna HP-PLOT (30 m x 0,55 mm x 40 μm). Las condiciones cromatográficas fueron las siguientes: temperatura del inyector de 70°C, temperatura del horno de 50°C y temperatura del detector FID de 250°C. Se empleó helio como gas de arrastre a un flujo de 7,0 mL min⁻¹ y los gases de combustión del detector FID fueron aire seco e hidrógeno con flujos de 300 y 40 mL min⁻¹, respectivamente. Para la cuantificación se realizó curva de calibración con un patrón de etileno (AGA, Bogotá).

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (Anova) utilizando el *software* SAS v. 9.2 (Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de etileno

Se observó un aumento representativo de la producción de etileno en los dos tratamientos a los 3 ddc, luego, la emisión de etileno disminuyó de forma progresiva. No obstante, la producción de etileno fue significativamente mayor en los frutos sin cáliz hasta los 14 ddc, posteriormente los niveles de etileno fueron similares (figura 1). Estos resultados responden a la hipótesis que plantearon Galvis *et al.* (2005) y Fischer *et al.* (2011), quienes reportaron la posibilidad de que los frutos con cáliz podían generar menores niveles de etileno. Además, menores niveles de etileno en los frutos con cáliz estarían relacionados con un menor grado de deterioro poscosecha.

La mayor producción de etileno en frutos sin cáliz puede deberse a que según Galvis *et al.* (2005), la eliminación del cáliz genera una herida en el fruto que estimula la producción de etileno. Además, el cáliz puede funcionar como una especie de atmósfera modificada pasiva que limita la entrada de O₂ al fruto, de esta manera se puede reducir la síntesis de etileno, ya que de acuerdo con Cara y Giovannoni (2008), la enzima ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico oxidasa (ACO) que cataliza el último paso en la biosíntesis de etileno, requiere la presencia de O₂. Además, el cáliz protege de daños mecánicos (Fischer *et al.*, 2011), por lo que disminuye la producción de etileno como consecuencia del manejo poscosecha (selección, clasificación, empaque, transporte, etc.).

Pérdida de peso

Se presentaron diferencias estadísticas a los 8 y 22 ddc. En los frutos sin cáliz la pérdida de peso fue lineal, con un valor de 14,9% al final del almacenamiento, mientras que los frutos con cáliz tuvieron una pérdida de 10,6%, no obstante, a los 8 ddc, la pérdida de peso de estos frutos fue superior a los frutos sin cáliz (figura 2). El cáliz puede ser considerado como un órgano de intercambio gaseoso, tal como lo reportan Kitagawa

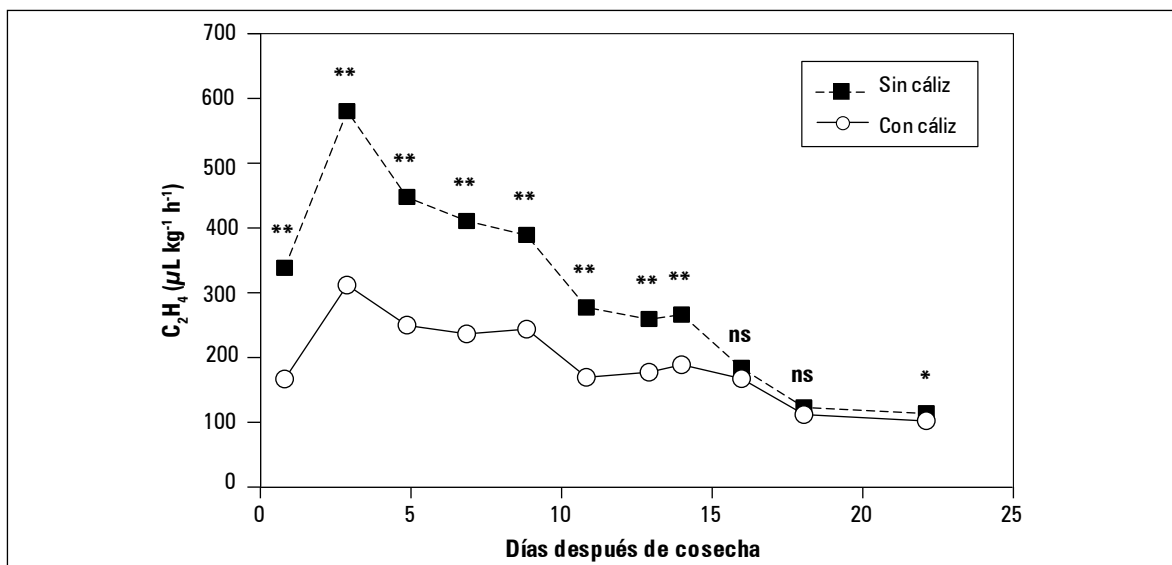


Figura 1. Efecto de la presencia del cáliz sobre la producción de etileno de frutos de uchuva ecotipo Colombia almacenados a temperatura ambiente ($16 \pm 1^\circ\text{C}$). ** Diferencias significativas al 1%, * diferencias significativas al 5%, ns: no hay diferencias estadísticas, de acuerdo con el análisis de varianza.

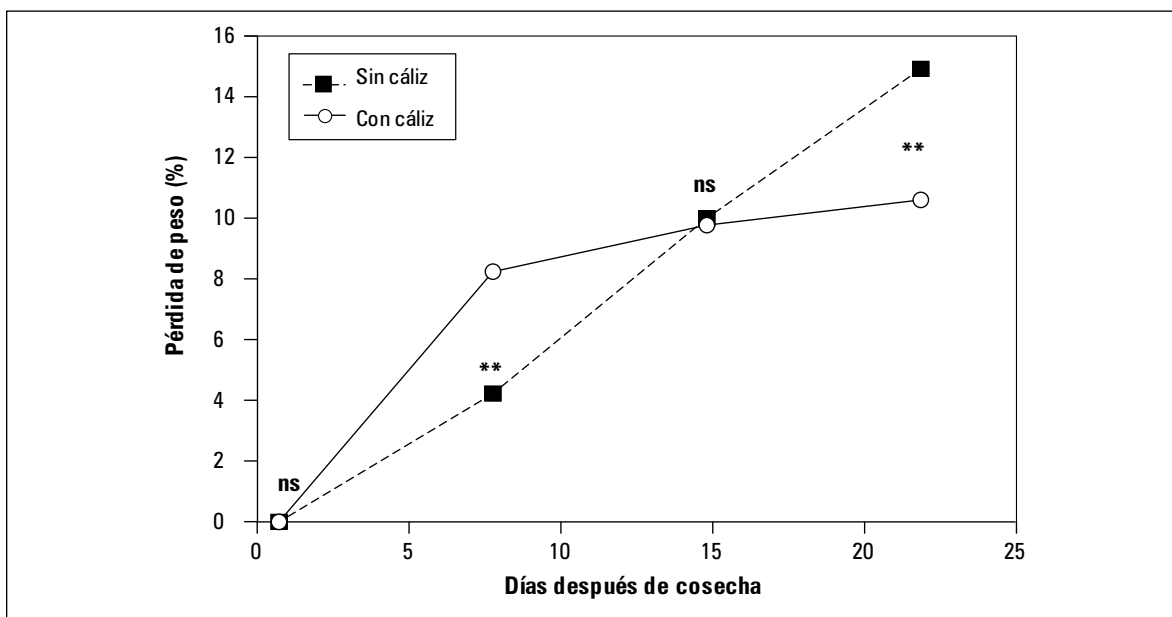


Figura 2. Efecto de la presencia del cáliz sobre la pérdida de peso de frutos de uchuva ecotipo Colombia almacenados a temperatura ambiente ($16 \pm 1^\circ\text{C}$). ** Diferencias significativas al 1%, * diferencias significativas al 5%, ns: no hay diferencias estadísticas, de acuerdo con el análisis de varianza.

y Glucina (1984) para frutos de caqui (*Diospyros kaki* Thunb.), por esta razón, en los primeros días de almacenamiento, la pérdida de peso en los frutos con cáliz depende más del cáliz que del fruto. De manera similar, a los 5 ddc se ob-

servó alta pérdida de peso en frutos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm) con la presencia del cáliz (Cruz-Álvarez *et al.*, 2012). Sin embargo, cuando el cáliz ya está seco, la pérdida de peso se debe casi que en su totalidad a

los frutos; pero cabe resaltar que, al final del almacenamiento, los frutos con cáliz presentaron menor pérdida de peso que frutos sin cáliz.

Las principales causas de pérdida de peso en los productos agrícolas cosechados son la transpiración y la respiración (Kader, 2002). En concordancia, García y Torres (2005) afirman que el cáliz constituye el mejor empaque para la uchuva, ya que cumple con la mayoría de las funciones de un empaque; protege el fruto del daño mecánico (amortigua los impactos), protege de la abrasión por el transporte en carreteras destapadas, de la compresión por sobrellenado de los empaques o por columnas muy altas en los empaques. El cáliz deshidratado protege los frutos contra hongos y además favorece la modificación de la atmósfera. Por su parte, Galvis *et al.* (2005) reportan que el cáliz protege no solamente contra daños físicos, sino también contra los cambios bruscos de temperatura y humedad relativa durante el manejo poscosecha, que pueden afectar el fruto. Por tanto, los frutos de uchuva con cáliz presentan menor posibilidad de perder peso por respiración y transpiración, que a su vez es un indicativo de

que pueden presentar un mejor comportamiento poscosecha que frutos sin cáliz.

Resultados similares fueron mencionados por García *et al.* (2014), quienes reportan resultados de pérdida de peso de frutos de uchuva en dos grados de madurez, empacados en empaques tipo PVC (policloruro de vinilo) o PET (polietileno tereftalato), con y sin cáliz. Respecto a este último factor, los autores encontraron que los frutos con cáliz tuvieron mayor duración poscosecha (35 d), y en los 15 d que permanecieron los frutos sin cáliz en buen estado, presentaron mayor pérdida de peso que los frutos con cáliz.

Firmeza

La firmeza disminuyó continuamente durante el almacenamiento, lo cual está en concordancia con lo reportado por varios autores (Ciro *et al.*, 2007; Ciro y Osorio, 2008). Se presentaron diferencias estadísticas a los 22 ddc, los frutos con cáliz presentaron la mayor firmeza (figura 3). Por el contrario, Lanchero *et al.* (2007) encontraron que frutos sin cáliz tuvieron mayor firmeza.

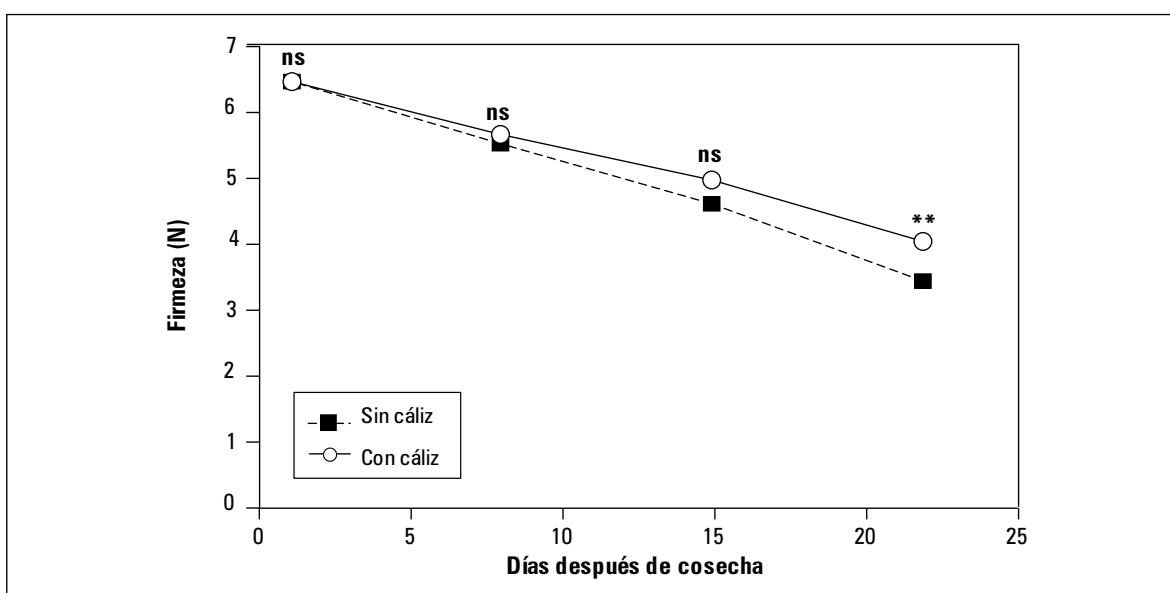


Figura 3. Efecto de la presencia del cáliz sobre la firmeza de frutos de uchuva ecotipo Colombia almacenados a temperatura ambiente ($16 \pm 1^\circ\text{C}$). ** Diferencias significativas al 1%, * diferencias significativas al 5%, ns: no hay diferencias estadísticas, de acuerdo con el análisis de varianza.

Una de las principales causas de pérdida de firmeza en frutos es la actividad de enzimas que hidrolizan polisacáridos estructurales y de reserva (Kays, 2004). Se ha encontrado que en frutos de uchuva la actividad de enzimas como la poligalacturonasa (PG), pectinmetilesterasa y algunas glicosidasas al parecer están relacionadas con la pérdida de firmeza del fruto (Trinchero *et al.*, 1999), donde la PG correlaciona con la presencia de etileno en el fruto (Majumder y Mazumdar 2002), esto puede indicar la posible relación que hay entre la presencia de etileno y la pérdida de firmeza de los frutos de uchuva, y coincide con lo encontrado en este estudio, donde los frutos con cáliz con menor producción de etileno tuvieron la menor pérdida de firmeza.

Color de la epidermis

En el cáliz, el IC aumentó de forma representativa del 1 al 15 ddc para permanecer casi estable hasta el día 22 dc, pasando de -6,96 en el día 1 a -0,78 en el día 22 dc (figura 4A). Esto indica que durante el almacenamiento, el cáliz perdió la coloración verde y adquirió una tonalidad café, posiblemente por la degradación de clorofilas

(Taiz y Zeiger, 2006). En concordancia, Ligarreto *et al.* (2005) reportan que el cáliz al madurar adquiere una textura similar a la del pergamino y su color se vuelve “pajizo”. Fischer *et al.* (2011) mencionan que el cambio de color del cáliz y el fruto presentan sincronía. Lo cual concuerda con los resultados de este estudio, pues el IC de los frutos también presentó un continuo aumento durante el almacenamiento, que coincide con el incremento del IC durante la maduración reportado por Balaguera-López *et al.* (2014).

Con diferencias estadísticas a los 8 y 22 ddc, los frutos con cáliz presentaron menor IC (figura 4B). Los cambios de color del fruto de uchuva se deben a la degradación de la clorofila y a la acumulación de carotenoides en plástidos (Trinchero *et al.*, 1999), principalmente β -caroteno (Fischer *et al.*, 2000). Además, el cambio de color en uchuva está relacionado con la presencia de etileno (Valdenegro *et al.*, 2012; Gutiérrez *et al.*, 2008). Es posible que el menor IC en frutos con cáliz se deba a una menor acumulación de carotenoides, como resultado de un proceso de maduración más lento, pues estos frutos produjeron significativamente menor cantidad de etileno.

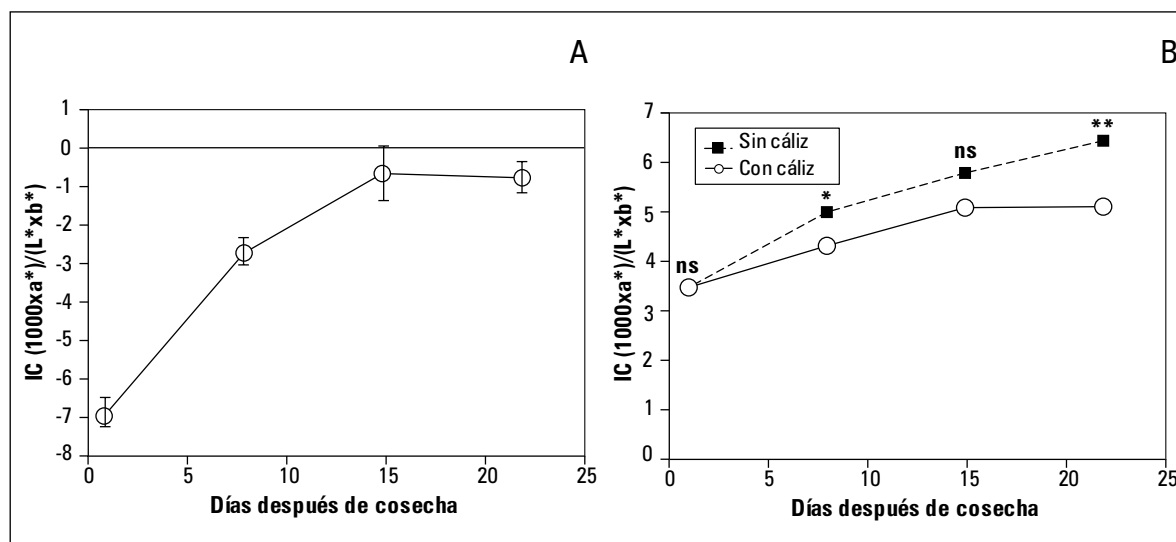


Figura 4. Efecto de la presencia del cáliz sobre el índice de color (IC) de frutos de uchuva ecotipo Colombia almacenados a temperatura ambiente ($16 \pm 1^\circ\text{C}$). A. Cáliz y B. Fruto. ** Diferencias significativas al 1%, * diferencias significativas al 5%, ns: no hay diferencias estadísticas, de acuerdo con el análisis de varianza. Barras verticales en la figura 4A indican el error estándar ($n=4$).

Sólidos solubles totales

Los frutos sin cáliz tuvieron un incremento continuo de los SST durante el almacenamiento, en los frutos sin cáliz este aumento fue significativamente menor después de los 8 ddc (figura 5). El incremento de los SST en uchuva también fue observado por Fischer y Martínez (1999). Este aumento se debe, posiblemente, a la hidrólisis del almidón y de los polisacáridos de la pared celular que dan origen a azúcares solubles (Kays, 2004; Menéndez *et al.*, 2006), esto indica que los frutos desprovistos de cáliz presentan un proceso de maduración acelerado, tal vez por una mayor

producción de etileno al generar desprendimiento del cáliz, y como consecuencia, tienen mayor acumulación de SST. Estos resultados confirman la importancia del cáliz como retardante natural de la maduración del fruto de uchuva. De otra parte, Fischer y Lüdders (1997) mencionan que el cáliz puede ser una fuente importante de carbohidratos para el fruto, principalmente de sacarosa. Teniendo en cuenta que los SST fueron estadísticamente similares hasta los 8 ddc, es posible pensar que durante la primera semana de almacenamiento el cáliz aún tenga la capacidad de translocar sacarosa al fruto, que se refleja en un alto valor de SST.

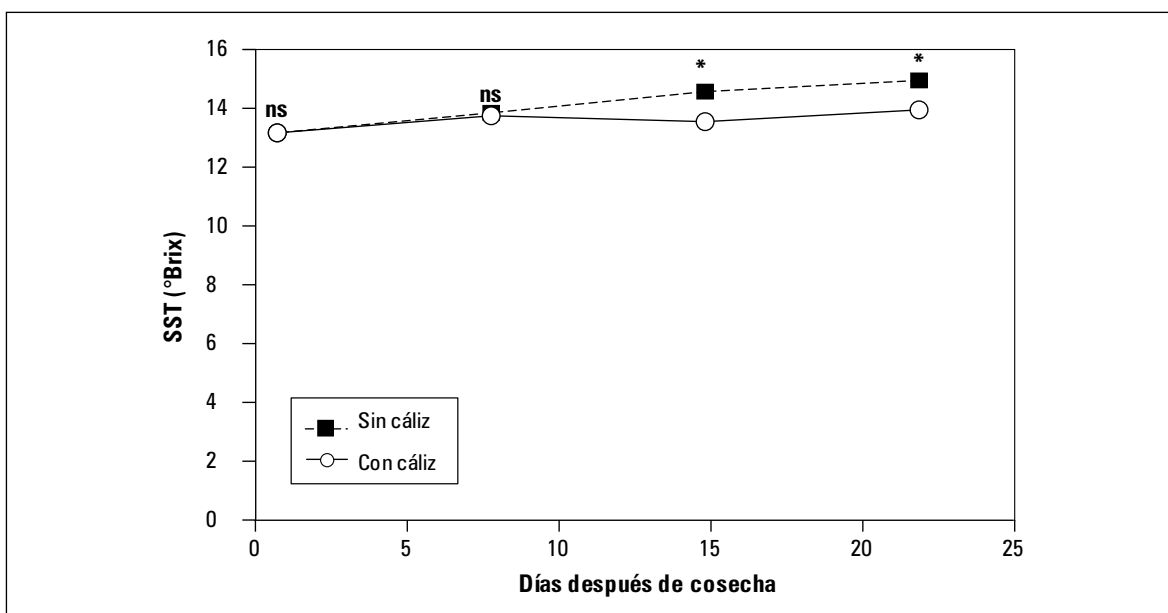


Figura 5. Efecto de la presencia del cáliz sobre los sólidos solubles totales (SST) de frutos de uchuva ecotipo Colombia almacenados a temperatura ambiente ($16\pm1^{\circ}\text{C}$). ** Diferencias significativas al 1%, * diferencias significativas al 5%, ns: no hay diferencias estadísticas, de acuerdo con el análisis de varianza.

Acidez total titulable

La ATT disminuyó de manera constante, con diferencias estadísticas de los 8 a los 22 ddc, frutos con cáliz presentaron mayor ATT durante el almacenamiento (figura 6). Generalmente la ATT disminuye cuando avanza el proceso de maduración, tal como se encontró para frutos de uchuva por Fischer y Martínez (1999); este com-

portamiento se debe a que los ácidos orgánicos son utilizados como sustratos de la respiración (Kader, 2002) o son convertidos en azúcares mediante gluconeogénesis, por lo que la maduración genera un descenso en la acidez, por tanto, los frutos con cáliz que presentan un proceso de maduración más lento, tienen mayor ATT que los frutos sin cáliz, tal como lo reportan Lanchero *et al.* (2007).

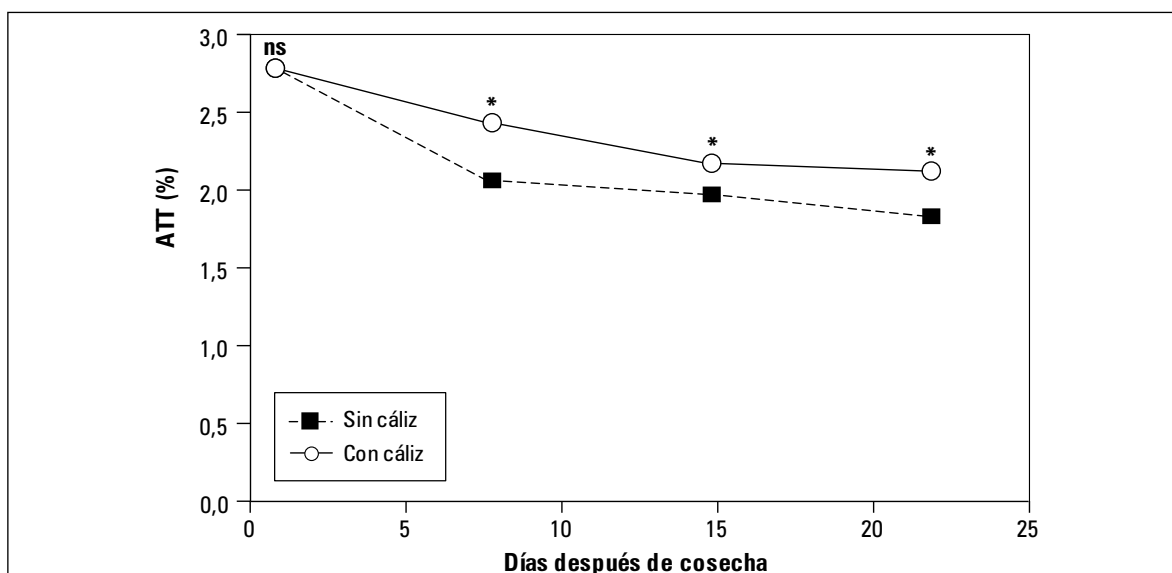


Figura 6. Efecto de la presencia del cáliz sobre la acidez total titulable (ATT) de frutos de uchuva ecotipo Colombia almacenados a temperatura ambiente ($16\pm 1^{\circ}\text{C}$). ** Diferencias significativas al 1%, * diferencias significativas al 5%, ns: no hay diferencias estadísticas, de acuerdo con el análisis de varianza.

Relación de madurez

Aumentó durante la poscosecha en los dos tratamientos; no obstante, el aumento fue menor con los frutos con cáliz, se presentaron diferencias estadísticas desde los 8 ddc (figura 7). El

incremento de la relación de madurez en todos los dos tratamientos se debe a que los SST aumentaron y la ATT disminuyó. La relación de madurez es un indicativo del grado de maduración de los frutos de uchuva (Osterloh *et al.*, 1996) que está relacionado con la presencia de

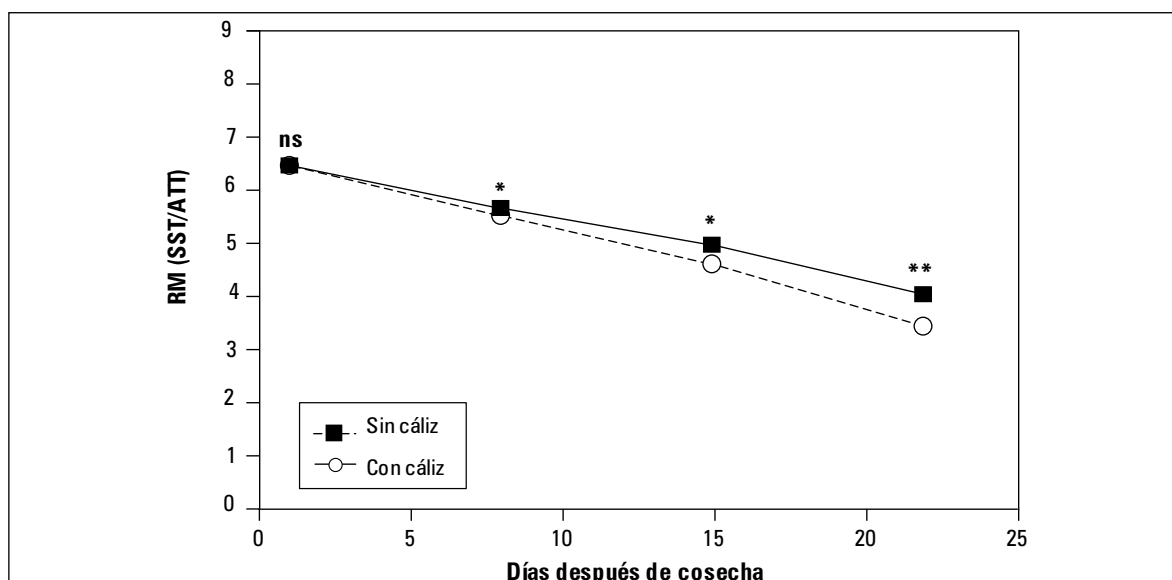


Figura 7. Efecto de la presencia del cáliz sobre la relación de madurez (RM) de frutos de uchuva ecotipo Colombia almacenados a temperatura ambiente ($16\pm 1^{\circ}\text{C}$). ** Diferencias significativas al 1%, * diferencias significativas al 5%, ns: no hay diferencias estadísticas, de acuerdo con el análisis de varianza.

etileno en uchuva (Valdenegro *et al.*, 2012). Al respecto, Grierson (2014) mencionan que la herida que deja el cáliz cuando se retira puede estimular la maduración del fruto, por esta razón, los frutos de uchuva con cáliz que produjeron menos etileno tuvieron una maduración más lenta que se evidenció también por una menor relación de madurez.

Estos resultados muestran la importancia del cáliz para retrasar el proceso de maduración en los frutos de uchuva. Lo anterior indica que los frutos de uchuva con cáliz conservan la calidad por más tiempo. Al respecto, Alvarado *et al.* (2004) mencionan que los frutos sin cáliz deben comercializarse más rápidamente que los frutos

con cáliz, debido a que el cáliz les brinda mayor protección, prolonga su vida útil y garantiza la calidad hasta llegar al consumidor.

CONCLUSIONES

La presencia del cáliz en los frutos de uchuva garantiza un mejor comportamiento poscosecha. El cáliz disminuyó significativamente la producción de etileno en comparación con frutos sin cáliz, como consecuencia, la pérdida de peso, de firmeza y de acidez total titulable fue menor. En frutos con cáliz, el cambio de color fue más lento al igual que la acumulación de sólidos solubles totales y la relación de madurez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balaguera-López, H.E., L.V. Ramírez y A. Herrera. 2014. Fisiología y bioquímica del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) durante la maduración y poscosecha. pp. 113-131. En: Carvalho, C.P. y D.A. Moreno (eds.). *Physalis peruviana*: fruta andina para el mundo. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-CYTED; Limencop SL, Alicante, España.
- Cara, B. y J. Giovannoni. 2008. Molecular biology of ethylene during tomato fruit development and maturation. *Plant Sci.* 175, 106-113. Doi: 10.1016/j.plantsci.2008.03.021
- Ciro, H., O. Buitrago y S. Pérez. 2007. Estudio preliminar de la resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para fruta de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 60(1), 3785-3796.
- Ciro, H. y J. Osorio. 2008. Avance experimental de la ingeniería de poscosecha de frutas colombianas: resistencia mecánica para frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Dyna* 75(154), 39-46.
- Cruz-Álvarez, O., M.T. Martínez-Damián, J.E. Rodríguez-Pérez, M.T. Colinas-León y E. Moreno-Pérez. 2012. Conservación poscosecha de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) con y sin cáliz. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 18(3), 333-344. Doi: 10.5154/r.rchsh.2010.11.105
- Fischer, G. y O. Martínez. 1999. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. *Agron. Colomb.* 16(1-3), 35-37.
- Fischer, G. y P. Lüdders. 1997. Developmental changes of carbohydrates in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits in relation to the calyx and the leaves. *Agron. Colomb.* 14, 95-107.
- Fischer, G., A. Herrera y P.J. Almanza. 2011. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). pp. 374-396. En: Yahia, E.M. (ed.). *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits*. Acai to citrus. Woodhead Publishing, Cambridge, UK.
- Fischer, G., P. Lüdders y F. Torres. 1997. Influencia de la separación del cáliz de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) sobre el desarrollo del fruto. *Revista Comalfi* 24(1-2), 3-16.
- Fischer, G., P.J. Almanza-Merchán y D. Miranda. 2014. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Rev. Bras. Frutic.* 36(1), 1-15. Doi: 10.1590/0100-2945-441/13
- Galvis, J.A., G. Fischer y O. Gordillo. 2005. Cosecha y poscosecha de la uchuva. pp. 165-190. 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.
- García, H.R., A.C. Peña y C. García. 2008. *Manual de práctica de cosecha y acondicionamiento de la uchuva con fines de exportación*. Corpoica, Bogotá.
- García, M.C. y M. Torres. 2005. Evaluación preliminar de algunos empaques como alternativa para prolongar

- la vida titil de la uchuva. En: <http://www.frutas-yhortalizas.com.co>; consulta: febrero de 2005.
- García, M.C., A.C. Peña y B. Brito. 2014. Desarrollo tecnológico para el fortalecimiento del manejo poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). pp. 80-112. En: Carvalho, C.P. y D.A. Moreno (eds.). *Physalis peruviana*: fruta andina para el mundo. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-CYTED, Limencop SL, Alicante, España.
- Grierson, D. 2013. Ethylene and the control of fruit ripening. pp. 43-74. En: Seymour, G., M. Poole, J. Giovannoni y G. Tucker (eds.). *The molecular biology and biochemistry of fruit ripening*. John Wiley & Sons, Ames, IA.
- Gutiérrez, M.S., G.D. Trinchero, A.M. Cerri, F. Vilella y G.O. Sozzi. 2008. Different responses of goldenberry fruit treated at four maturity stages with the ethylene antagonist 1-methylcyclopropene. *Postharv. Biol. Technol.* 48, 199-205. Doi:10.1016/j.postharvbio.2007.10.003
- Intotec. 1999. Frutas frescas. Uchuva. Especificaciones. Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Bogotá.
- Kader, A.A. (ed.). 2002. *Postharvest technology of horticultural crops*. 3rd ed. Division of Agriculture and Natural Resources, ANR Publications, University of California, Oakland, CA.
- Kays, S. (ed.). 2004. *Postharvest biology*. Exon Press, Athens, GA.
- Kitagawa, H. y P.G. Glucina. 1984. *Persimmon culture in New Zealand*. Science Information Publishing Center, Wellington, New Zealand.
- Lancheros O., G. Velandia, G. Fischer, N. Varela y H. García. 2007. Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en poscosecha bajo condiciones de atmosfera modificada activa. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropec.* 8(1), 61-68.
- Ligarreto, G., M. Lobo y A. Correa. 2005. Recursos genéticos del genero *Physalis* en Colombia. pp. 9-27. 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.
- Majumder, K. y B. Mazumdar. 2002. Changes of pectic substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in relation to the enzyme activity and evolution of ethylene. *Sci. Hortic.* 96, 91-101. Doi: 10.1016/S0304-4238(02)00079-1
- Menéndez, O., S.E. Lozano, M. Arenas, K. Bermúdez, A. Martínez y A. Jiménez. 2006. Cambios en la actividad de α -amilasa, pectinmetilesterasa y poligalacturonasa durante la maduración del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). *Interiencia* 31(10), 728-733.
- Novoa, R., M. Bojacá, A. Galvis y G. Fischer. 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.
- Osterloh, A., G. Ebert, W.H. Held, H. Schulz y E. Urban. 1996. *Lagerung von Obst und Südfrüchten*. Verlag Ulmer, Stuttgart, Alemania.
- Puente, L., C. Pinto-Muñoz, E. Castro y M. Cortés. 2011. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Res. Int.* 44, 1733-1740. Doi: 10.1016/j.foodres.2010.09.034
- Ramadan, M. 2011. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. *Food Res. Int.* 44, 1830-1836. Doi:10.1016/j.foodres.2010.12.042
- Superfruit. 2011. Uchuva - the superfruit. En: <http://www.uchuvasuperfruit.com>; consulta: 13 de agosto de 2011.
- Taiz, L. y E. Zeiger. 2006. *Plant physiology*. 4th ed. Sinauer Associates Publishers, Sunderland, MA.
- Valdenegro, M., L. Fuentes, R. Herrera y M.A. Moya-León. 2012. Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and in response to 1-methylcyclopropene treatment. *Postharv. Biol. Technol.* 67, 110-117. Doi:10.1016/j.postharvbio.2011.12.021
- Valencia M.L. 1985. Anatomía del fruto de la uchuva. *Acta Biol. Colomb.* 1(2), 63-89.
- Villamizar, F., A. Ramírez y M. Meneses. 1993. Estudio de la caracterización física, morfológica y fisiológica poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *AgroDesarrollo* 4(1-2), 305-320.
- Yamaguchi, M. 1983. *World vegetables. Principles, production and nutritive values*, AVI Publishing, Westport, CT.