

# Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez

Quality of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.) harvested at different maturity stages

Fánor Casierra-Posada<sup>1</sup> y Óscar E. Aguilar-Avenidaño<sup>2</sup>

## RESUMEN

El tomate es una de las hortalizas de más alto volumen de consumo en fresco; sus pérdidas en la comercialización suelen comenzar en la cosecha y van hasta la poscosecha a través del manejo. El experimento se realizó en Tunja (Colombia) con el objetivo de evaluar cambios en la calidad en frutos de tomate, dependientes de los diferentes estados de madurez en que fueron cosechados. Los frutos se seleccionaron de acuerdo con su porcentaje de coloración verde y roja. Los híbridos de tomate evaluados fueron Sofía, Marimba y Bravona. Los parámetros de respuesta fueron: firmeza, sólidos solubles totales, acidez titulable, pH, índice de madurez y pérdida de peso. Los resultados mostraron que la pérdida de peso, la acidez titulable y la firmeza disminuyen al ser cosechados los frutos en estados más tardíos de maduración, mientras que los sólidos solubles totales y el índice de madurez se incrementaron únicamente cuando los frutos se cosecharon en estados más tardíos de maduración. Los valores de pH variaron muy poco respecto al tiempo de cosecha de los frutos. El comportamiento poscosecha de los híbridos fue muy diferente para todas las variables dependientes. Finalmente, el mejor estado de madurez para cosechar los híbridos Bravona y Marimba fue cuando los frutos alcanzaron una coloración 75% verde y 25% rojo; los frutos de Sofía pueden ser colectados con 50% verde y 50% rojo, con el fin de mantener sus características organolépticas y una mejor calidad.

**Palabras clave:** firmeza, sólidos solubles totales, acidez titulable, pH, índice de madurez, pérdida de peso.

## ABSTRACT

Tomato is one of the highest volume vegetables sold for fresh consumption; losses on tomato business chain start at harvest and go until postharvest through handling. An experiment was carried out in Tunja (Colombia) aimed to evaluate the changes in tomato fruit quality in dependence of different maturity stages at harvest. Fruits were selected according to their green and red color percentage. Evaluated tomato hybrids were Sofia, Bravona and Marimba. The response parameters were firmness, total soluble solids, titratable acidity, pH, maturity index, and weight lose. The results showed that weight lose, titratable acidity and firmness decrease as fruits were harvested at late maturity stages, while total soluble solids and maturity index were increased only when fruits were harvested at late maturity stages. pH values were very little modified by harvest timing of fruits. The postharvest behavior of hybrids was very different for all dependent variables; finally, the better maturity stage to harvesting in Bravona and Marimba hybrids was when fruits reached 75% green and 25% red; Sofia fruits can be picked at 50% green and 50% red in order to keep the organoleptic characteristics and better quality.

**Key words:** firmness, total soluble solids, titratable acidity, pH, maturity index, weight loss.

## Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es uno de los cultivos más importantes en todo el mundo, utilizado como hortaliza (Chapagain y Wiesman, 2004). En países en vía de desarrollo, las pérdidas en frutas y hortalizas durante la poscosecha se ubican entre 20% y 50% (Kader, 1992; Okezie, 1998). El cultivo de tomate en Colombia ocupó 0,6% del área total sembrada en cultivos transitorios durante 2006. Por su parte,

en Boyacá se sembró en el mismo año 10,4% del área total cultivada en tomate a nivel nacional, con un rendimiento de 45,7 t·ha<sup>-1</sup>, superado sólo por Caldas, cuyo rendimiento fue 47,5 t·ha<sup>-1</sup>; lo que indica la importancia del cultivo para los agricultores boyacenses (Corporación Colombia Internacional, 2006).

Las pérdidas poscosecha en cultivos hortícolas están relacionadas principalmente con la manipulación desde la

Fecha de recepción: enero 29 de 2008. Aceptado para publicación: julio 10 de 2008

<sup>1</sup> Profesor asociado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. fanor.casierra@uptc.edu.co

<sup>2</sup> Estudiante, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. oskareduardo1@hotmail.com

cosecha hasta el consumidor. Las pérdidas se originan por daños mecánicos, almacenamiento inadecuado, manipulación, transporte incorrecto y por el tiempo en vitrina (Ferreira *et al.*, 2005). Las modificaciones en la calidad de los tomates pueden ser de naturaleza mecánica, fisiológica o patológica (Mohsenin, 1986). Los daños mecánicos pueden causar alteraciones metabólicas y fisiológicas, dando una apariencia anormal externa (Fluck y Halsey, 1973) o interna (Moretti *et al.*, 1998) y alteraciones en el metabolismo respiratorio (Galvis, 1987), sabor (Moretti y Sargent, 2000) y firmeza (Jackman *et al.*, 1990). Los daños físicos también pueden afectar significativamente la composición fisicoquímica del pericarpo y del tejido locular en frutos de tomate (Ferreira *et al.*, 2005).

El valor nutricional de especies de hortalizas depende de muchos factores, siendo el más importante la variedad botánica y el cultivar (Khadi *et al.*, 1987; Kořota y Adamczewska-Sowinska, 2001). Otros factores relevantes que influyen en la composición química de las hortalizas son las condiciones climáticas, la fertilización, el sistema de producción, el riego, así como el estado de desarrollo de la planta al momento de la cosecha (Kaniszewski, 1982; Picha y Hall, 1982; Guttormsen y Hoe, 1985; Sørensen *et al.*, 1995; Cebula y Kalisz, 1996).

Cuando el tomate se destina a la agroindustria, sus principales parámetros de calidad son peso seco, sólidos solubles, acidez titulable (equivalente de ácido cítrico), pH, viscosidad (flujo bostwick) y color. Puesto que los valores de la pasta de tomate pueden predecirse a partir de las mismas mediciones realizadas en fruta fresca homogeneizada –también llamada pulpa o puré–, los análisis deben realizarse en los frutos al momento de la cosecha (Renquist y Reid, 1998).

Usualmente el tomate se consume con su máxima calidad organoléptica, que se presenta cuando el fruto ha alcanzado por completo el color rojo, pero antes de un ablandamiento excesivo. Por tanto, el color en tomate es la característica externa más importante en la determinación del punto de maduración y de la vida poscosecha y un factor determinante en la decisión de compra por parte de los consumidores. El color rojo es el resultado de la degradación de la clorofila, así como de la síntesis de cromoplastos (Fraser *et al.*, 1994).

Se ha reportado que en el proceso de maduración de los frutos de tomate tiene lugar un incremento en el contenido de materia seca y la cantidad de azúcar y vitamina C (Elkner, 1994).

La vida poscosecha se define como el periodo en el cual un producto mantiene un nivel predeterminado de calidad bajo condiciones específicas de almacenamiento (Shewfelt, 1986). Un gran número de procesos fisicoquímicos se lle-

van a cabo en las hortalizas durante el almacenamiento. Además, la calidad de la mayoría de frutas y hortalizas se ve severamente afectada por las pérdidas de agua durante el almacenamiento, que dependen de la temperatura y de la humedad relativa (Perez *et al.*, 2003). Por otro lado, se ha mencionado que el almacenamiento a bajas temperaturas es el método más eficiente para mantener la calidad en frutas y hortalizas, por su efecto sobre la reducción de la tasa de respiración, transpiración, producción de etileno, maduración y desarrollo de pudriciones (Hardenburg *et al.*, 1986). La temperatura juega un papel importante en el mantenimiento de la calidad de cosecha en tomates (Ball, 1997). El efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad y la cantidad de cambios fisicoquímicos en frutos de tomate es altamente dependiente del cultivar (Abou-Aziz *et al.*, 1976), el tiempo de exposición (Hobson, 1981) y las condiciones de cosecha (Autio y Bramlage, 1986).

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia del grado de maduración al momento de la cosecha sobre las características fisicoquímicas de los frutos de tomate, así como las propiedades químicas de los frutos cuando alcanzaban el grado de maduración de consumo.

## Materiales y métodos

Se utilizaron los híbridos de tomate Marimba, Sofía y Bravona, tomados de un cultivo comercial en el municipio de Santa Sofía (Boyacá). Los factores evaluados fueron el híbrido (Marimba, Sofía y Bravona) y el grado de madurez en que fueron colectados (tabla 1).

Una vez cosechados los frutos, se agruparon por híbrido y grado de madurez; se hizo un seguimiento de la apariencia de los frutos en grado de madurez 1 a 4 y, cuando éstos alcanzaron el grado 5 de madurez, se realizaron las pruebas de calidad de manera inmediata, al momento de la cosecha. De este modo fue posible hacer una comparación de los parámetros que determinan la calidad de los frutos

**TABLA 1.** Grados de maduración en que se recolectaron los frutos evaluados de tomate, híbridos Marimba, Sofía y Bravona.

Grado de madurez	Color (%)	
	Verde	Rojo
1	100	0
2	75	25
3	50	50
4	25	75
5	0	100

cosechados en los estados 1 a 4, cuando alcanzaban el estado 5 de maduración. Esto con el fin de determinar si el grado de maduración en el momento de la cosecha afecta la calidad del fruto cuando llega a la maduración (estado 5) durante la poscosecha.

Los frutos se mantuvieron a temperatura ambiente en el laboratorio de fisiología vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). La temperatura promedio durante la realización del ensayo fue de  $15 \pm 2$  °C y la humedad relativa de  $71 \pm 5\%$ .

Los parámetros de calidad medidos en los frutos fueron: días transcurridos hasta que los frutos alcanzaron el estado de maduración 5, pérdida de peso (g), firmeza (penetrometría medida en lb-pulg<sup>2</sup>), sólidos solubles totales (grados Brix), pH del jugo, acidez titulable (expresada como porcentaje de ácido cítrico), índice de madurez (sólidos solubles totales/acidez titulable). Adicionalmente, se registró el diámetro ecuatorial del fruto al momento de la cosecha. Tanto el tiempo de almacenamiento como la medición de todos los parámetros de calidad se determinaron al momento en que los frutos, con grados de madurez 1 a 4, alcanzaron el estado de madurez 5. El ensayo tuvo un arreglo bifactorial completamente al azar, con un primer factor constituido por tres híbridos y un segundo factor formado por cinco grados de maduración. La unidad experimental estuvo conformada por un solo fruto; de igual manera, cada uno de los tratamientos definidos por el híbrido y el grado de madurez se replicó 15 veces.

La información obtenida se analizó mediante el programa SPSS, versión 11.5, con el cual se realizó un análisis de variancia clásico mediante una tabla Anova, y la prueba de Tukey para la separación de promedios, en aquellos tratamientos que mostraron diferencias.

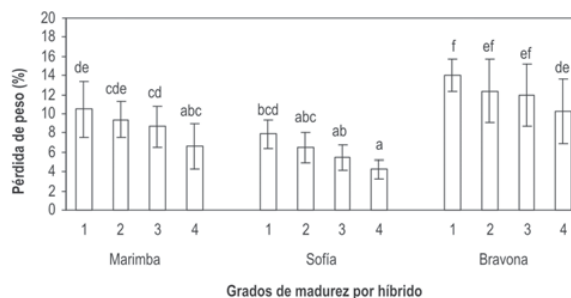
## Resultados y discusión

Con respecto a la pérdida de peso, se encontró diferencia altamente significativa ( $P < 0,01$ ) entre los híbridos evaluados, y en orden de menor a mayor pérdida de peso se encontraron Sofía, Marimba y Bravona. En el análisis del factor grado de maduración se encontró diferencia altamente significativa ( $P < 0,01$ ) del estado 4 con los tres estados restantes; de hecho, del estado 1 a 3 no hubo diferencia significativa, y fueron los estados que perdieron mayor porcentaje de peso durante la poscosecha, con valores comprendidos entre 9,1% y 9,9%, mientras que los frutos cosechados en el estado 4 perdieron sólo 7,4% del peso después de la recolección.

Hubo una respuesta diferencial entre los frutos cosechados en diferentes grados de maduración y los tres híbridos evaluados (figura 1). La variedad que más perdió peso cuando fue cosechada en el estado 1, fue Sofía. En esta variedad, los frutos cosechados en estado 1 perdieron 87,4% más peso, comparados con los cosechados en estado 4. Seguidamente el híbrido Marimba perdió 58,5% más peso en frutos cosechados en estado 1 con respecto a los cosechados en estado 4. Finalmente el híbrido Bravona perdió 37,5% más peso en frutos cosechados en iguales condiciones que las mencionadas, lo que implica que los frutos de Sofía deben cosecharse con grado de maduración más avanzado que los demás híbridos evaluados. Por su parte, los frutos del híbrido Bravona pueden cosecharse en un grado inferior de maduración con respecto a Marimba y Sofía.

Cabe resaltar la mayor sensibilidad del híbrido Bravona a la pérdida de peso con respecto a Sofía. Se reporta que, básicamente, los factores que determinan la pérdida de peso en los frutos de lulo (*Solanum quitoense*) son: la relación área superficial/volumen, la naturaleza de la pared del fruto y el estado del fruto (Galvis y Herrera, 1999). Sin embargo, en el presente ensayo la pérdida de agua por transpiración se debió tanto al estado del fruto como a la relación área superficial/volumen, dado que los frutos de los híbridos Marimba y Sofía fueron 49,6% y 58,6% respectivamente más grandes que los frutos del híbrido Bravona, de modo que este último material tenía una mayor área superficial a través de la cual se facilitaba la pérdida de humedad (figura 1).

Adicionalmente la mayor pérdida de peso registrada con los frutos cosechados en el grado 1 de maduración se debió a que estos frutos fueron cosechados más temprano y alcanzaban su madurez en un mayor número de días, en contraste con los que se cosecharon en estados más tardíos



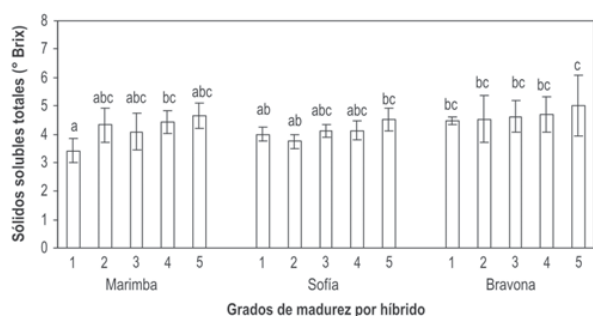
**FIGURA 1.** Pérdida de peso en frutos de tomate de tres híbridos cosechados en diferentes grados de maduración. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $P < 0,01$ ).

de maduración; por tanto, el mayor periodo de exposición a la oferta ambiental sufrida por los frutos cosechados en el grado 1 de maduración les causaba una mayor pérdida de humedad y, por consiguiente, de peso.

A pesar de que la pérdida de agua y de peso reducen la turgencia de los tejidos y es un factor sugerido como causal del ablandamiento de los frutos (Beaulieu y Gorny, 2001), los frutos cosechados en los grados tempranos de maduración presentaron un mayor grado de firmeza, como se discutirá más adelante.

Al realizar el análisis estadístico de cada uno de los factores por separado, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para el factor híbrido y estado de maduración, así como en la interacción de estos dos factores. La máxima variación para los sólidos solubles totales, determinados cuando los frutos cosechados en el estado 1 alcanzaron el estado 5, comparados con aquéllos que se habían cosechado directamente en el estado 5, se presentó en la variedad Marimba, con un valor promedio de 36,6% de variación en los grados Brix, seguido del híbrido Sofía con 12,7% y del híbrido Bravona con 11,8%. Esto significa que los frutos del híbrido Marimba deben cosecharse a partir del estado 2 para lograr un mínimo cambio en la concentración de sólidos solubles cuando los frutos inmaduros alcancen el estado 5; sin embargo, en los híbridos Sofía y Bravona la modificación fue mínima, aún cuando los frutos se cosecharon en el grado 1 de maduración (figura 2).

Este resultado concuerda con lo reportado por Renquist y Reid (1998), quienes encontraron diferencias en distintos cohortes de tomates, en el porcentaje más bajo de sólidos solubles lo presentaron aquellos frutos cosechados más temprano en cuanto a su grado de desarrollo; estos autores explican el comportamiento de los tomates en algún tipo de dilución por la cual la toma de agua durante el desa-

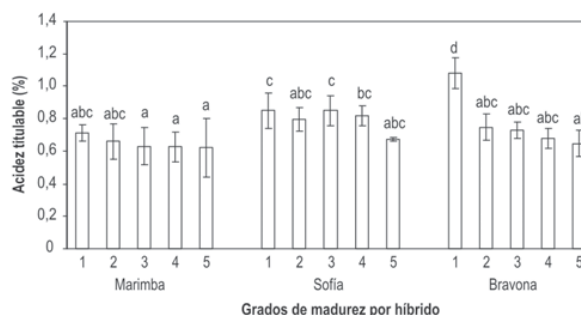


**FIGURA 2.** Sólidos solubles totales (grados Brix) en frutos de tomate de tres híbridos cosechados en diferentes grados de maduración. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $P < 0,01$ ).

rollo del fruto excede la producción de azúcares y ácidos orgánicos. Por su parte, Salunkhe *et al.* (1974) también encontraron que los niveles más bajos en sólidos solubles totales se presentaron en frutos de tomate cosechados en estados tempranos de desarrollo, en comparación con aquéllos que se habían tornado rojos. Adicionalmente, el hecho de cosechar los frutos en estados muy tempranos del desarrollo implica que éstos no alcanzan a acumular un alto contenido de sólidos solubles, dado que entre 29 y 36 días hasta el momento de la cosecha (64 días después de plena floración) los híbridos Sofía, Bravona y Granitio manifestaron un incremento en el contenido de sólidos solubles, como lo reportaron Casierra-Posada *et al.* (2007). El hecho de cosechar los frutos de tomate en grados tempranos de maduración afecta el contenido de sólidos solubles cuando los frutos alcanzan el grado de madurez de consumo, como se evidenció en los resultados del presente trabajo.

Para la variable acidez titulable hubo diferencia altamente significativa ( $P < 0,01$ ); para los factores híbrido y estado de maduración, así como para la interacción híbrido-estado de maduración. En el híbrido Bravona, se presentó la máxima variación en cuanto a la acidez titulable; sus frutos cosechados en el estado 1 de madurez tuvieron 68,7% mayor contenido de ácidos orgánicos que aquéllos cosechados en el estado 5. En cuanto a los frutos de Marimba y Sofía cosechados en el estado 1, la variación en la acidez titulable con respecto a aquéllos recolectados en el estado 5 fue 26,8% y 14,5% más alta, respectivamente (figura 3).

Resultados similares a los encontrados en el presente ensayo fueron reportados por Galvis y Herrera (1999) para frutos de *Solanum quitoense*, quienes encontraron valores de acidez titulable (expresada como ácido cítrico) entre 7,8 y 9,3, en el período comprendido entre el primero y el séptimo día después de la cosecha. Por su parte, Casierra-Posada *et al.* (2004) también encontraron diferencias significativas



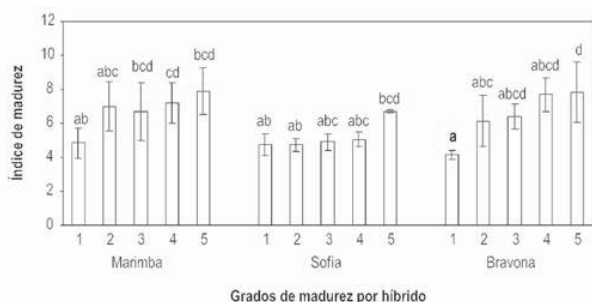
**FIGURA 3.** Acidez titulable, expresada como porcentaje de ácido cítrico, en frutos de tomate de tres híbridos cosechados en diferentes grados de maduración. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $P < 0,01$ ).



en diferentes materiales de lulo, lo que implica que en los frutos cosechados en estados muy tempranos de maduración tal vez no se llevan a cabo plenamente los procesos bioquímicos que conducen a que los ácidos orgánicos se transformen en otros compuestos que determinan el sabor y el aroma de los frutos.

Las mediciones registradas para la variable índice de madurez, que relaciona los sólidos solubles totales y la acidez titulable, arrojó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para los factores híbrido y estado de maduración, así como para la interacción de los dos factores. Para los tres híbridos evaluados se observó un incremento en el índice de madurez en la medida en que los frutos fueron cosechados en grados de maduración más tardíos (figura 4). El valor del índice de madurez permaneció prácticamente invariable cuando los frutos del híbrido Sofía se cosecharon en el estado de maduración 1 a 4, mientras que en los híbridos Marimba y Bravona las diferencias fueron más marcadas, como lo muestra la figura 4. Es así como el valor del índice de madurez registrado en frutos que habían sido cosechados en el grado de maduración 1 fue 29,1% menor que el medido en frutos del híbrido Sofía cosechados en el grado 5 de maduración, mientras que esta variación fue de 38,3% y 46,9% para los híbridos Marimba y Bravona, respectivamente.

Resultados similares al comportamiento del índice de madurez obtenidos en este ensayo fueron reportados por Casierra-Posada *et al.* (2004), quienes encontraron un incremento en el índice de madurez de *Solanum quitoense* var. *septentrionale*, pero también una reducción en la variedad botánica *quitoense*, lo que implica un comportamiento diferencial en los contenidos de sólidos solubles y ácidos orgánicos en los frutos de esta solanácea, dependiendo del punto de cosecha.



**FIGURA 4.** Índice de madurez en frutos de tomate de tres híbridos cosechados en diferentes grados de maduración. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $P < 0,01$ ).

El comportamiento del índice de madurez en el presente ensayo es la resultante de la reducción de la acidez titulable y del aumento en los sólidos solubles totales en proporción directa con los grados de maduración más tardíos. Con base en este parámetro, no sería conveniente la cosecha de los frutos de los híbridos Marimba y Bravona en el grado 1 de maduración, debido a que la relación entre los azúcares y los ácidos es un factor importante que determina el sabor de los frutos (Landwher y Torres, 1995); por tanto, la recolección de frutos en estados de desarrollo muy tempranos daría lugar a una reducción en su calidad organoléptica, con excepción del híbrido Sofía, para el que es indiferente el punto de corte entre el grado de madurez 1 a 4.

El valor de pH no sufrió modificaciones en frutos de la variedad Sofía cosechados en los grados de maduración evaluados; mientras que en las variedades Marimba y Bravona se presentaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ), tanto para los factores híbrido y grado de maduración como para la interacción entre ellos; a pesar de ello, la variación del valor de pH determinada en el jugo de frutos cosechados en el grado 1 de maduración y los cosechados en el grado 5 fue bastante pequeña (tabla 2).

Este comportamiento de los valores de pH bajo las condiciones propias del presente ensayo coincide con los resultados reportados por Galvis y Herrera (1999) y Thompson (1998) para otra solanácea; estos autores observaron que durante el periodo de maduración del lulo (*Solanum quitoense*), el valor del pH es muy similar y varía entre 2,9 y 3,2, entre el primero y el séptimo día después de cosecha.

Los factores híbrido y grado de maduración, así como su interacción, arrojaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) para la variable resistencia de la pulpa, registrada con el penetrómetro; el grado de resistencia de la pulpa permaneció invariable en los frutos del híbrido Marimba cosechados en cualquier estado de maduración, mientras que en el híbrido Sofía los frutos fueron 3,3% más firmes cuando se cosecharon en el grado 1 de maduración, en relación con los que se cosecharon en el grado 5. La variación más drástica en los frutos cosechados en el estado 1 y estado 5 de maduración se encontró en el híbrido Bravona, con una diferencia de 18,9%.

Los frutos de tomate están compuestos predominantemente por células de parénquima y microfibrillas de células suspendidas en una matriz de glicoproteínas, agua, pectina y polisacáridos de hemicelulosa (Redgwell y Fischer, 2002; Scheible y Pauly, 2004). Estos compuestos le confieren consistencia a los tejidos y con ellos adquieren una mayor resistencia al penetrómetro; por tanto, cuando los frutos

**TABLA 2.** Valores promedio para el pH medido en el jugo y la resistencia de la pulpa al penetrómetro en frutos de tomate de tres híbridos cosechados en diferentes grados de madurez.

Híbrido	Grado de maduración	pH	Firmeza (lb·pulg <sup>-2</sup> )	Tiempo para maduración (d)
Marimba	1	4,45 ab	9,17 ab	15 e
	2	4,46 ab	9,08 ab	9 bc
	3	4,58 bc	9,17 ab	8 b
	4	4,68 bc	9,06 ab	4 a
	5	4,87 c	9,10 ab	
Sofia	1	4,34 ab	10,00 bcd	15 e
	2	4,48 ab	10,20 cd	14 e
	3	4,38 ab	9,99 bcd	11 d
	4	4,36 ab	9,79 abcd	10 cd
	5	4,43 ab	9,68 cd	
Bravona	1	4,22 a	10,56 e	26 f
	2	4,58 cd	9,52 abc	15 e
	3	4,55 abc	9,80 abcd	9 bc
	4	4,49 ab	9,41 abc	9 bc
	5	4,67 bc	8,88 a	
CV (%)		5,24	6,83	38,56

CV, coeficiente de variación.

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $P < 0,01$ ).

se cosechan en grados tempranos de maduración, la actividad enzimática que desnaturaliza los compuestos que le confieren rigidez a los frutos es menor que en aquellos frutos cosechados en estados tardíos de desarrollo, como sucedió en los tres híbridos evaluados (tabla 2).

Con respecto al tiempo transcurrido entre el momento de la cosecha y en el que se alcanza el grado 5 de maduración, los híbridos Sofia y Marimba tuvieron un comportamiento similar cuando se cosecharon en el grado 1 de maduración; no sucedió así con el material Bravona, que se demoró en madurar alrededor de 25 días cuando fue cosechado en el mismo estado de madurez. En cuanto a esta variable se presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), lo que fue corroborado con la prueba de Tukey (tabla 2).

De igual manera se encontraron diferencias en el tiempo comprendido entre el tiempo de corte y el de maduración, en dependencia con el grado de maduración en que fueron cosechados los frutos (Ferreira *et al.*, 2005). Los frutos de tomate, a pesar de tener un comportamiento climático, deben cosecharse con un grado de madurez que permita un almacenamiento prolongado sin que se vean alteradas las

características fisicoquímicas de los frutos (González, 2001). Durante la poscosecha de los frutos, también se debe considerar la fuerte influencia de la variedad sobre el comportamiento de los frutos de tomate, en relación con el tiempo comprendido en el tiempo de corte y su maduración.

## Agradecimientos

Este estudio se desarrolló con el apoyo de la Dirección de Investigaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en el marco del plan de trabajo del grupo de investigación Ecofisiología vegetal, adscrito al programa de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

## Literatura citada

- Abou-Aziz, A.B., S.M. El-Nataway, F.K. Adel-Wahab y A.A. Kader. 1976. The effect of storage temperature on quality and decay percentage of 'Pairi' and 'Taimour' mango fruit. *Scientia Hort.* 5, 65-72.
- Auito, W.R. y W.J. Bramlage. 1986. Chilling sensitivity of tomato fruits in relation to ripening and senescence. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(2), 201-205.

- Ball, J.A. 1997. Evaluation of two lipid-based edible coatings for their ability to preserve post harvest quality of green ball peppers. M.Sc. thesis. Blacksburg, Virginia. 89 p.
- Beaulieu, J.C. y J.R. Gorny. 2001. Fresh-cut fruits. pp. 1-49. En: Gross, K.C., M.E. Saltveit y C.Y. Wang (eds.). The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA Handbook 66. USDA, Washington, D.C.
- Casierra-Posada, F., M.C. Cardozo y J.F. Cárdenas-Hernández. 2007. Análisis del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero. Agron. Colomb. 25(2), 299-305
- Casierra-Posada, F., E.J. García y P. Lüdders. 2004. Determinación del punto óptimo de cosecha en lulo (*Solanum quitoense* Lam., var. *quitoense* y *septentrionale*). Agron. Colomb. 22(1), 32-39
- Cebula, S y A. Kalisz. 1996. [Effect of the degree of fruit maturity and partial defoliation on the growth, yields and quality of sweet pepper in greenhouse production.] Biul. Warzywn. 44, 15-27. [En polaco con resumen en inglés]
- Chapagain, P.B. y Z. Wiesman. 2004. Effect of potassium magnesium chloride in the fertigation solution as partial source of potassium on growth, yield and quality of greenhouse tomato. Scientia Hort. 99, 279-288.
- Corporación Colombia Internacional. 2006. Oferta agropecuaria ENA. Cifras 2006. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá. pp. 14-62.
- Elkner, K. 1994. [The effect of stage of ripening and time of storage after harvest on the quality of tomato for processing.] Biul. Warzywn. 41, 135-155. [En polaco con resumen en inglés].
- Ferreira, M.D., T.O.A. Franco, R.F. Kasper, A.C.O. Ferraz, S.L. Honório y M. Tavares. 2005. Post-harvest quality of fresh-marketed tomatoes as a function of harvest periods. Scientia Agricola (Piracicaba) 62(5), 446-451.
- Fluck, R.C. y L.H. Halsey. 1973. Impact forces and tomato bruising. Florida Agricultural Experiment Station Journal Series 5109, 239-242,
- Fraser, P.D., M.R. Truesdale, C.R. Bird, W. Schuch y P.M. Bramley. 1994. Carotenoid biosynthesis during tomato fruit development. Plant Physiol. 105, 405-413.
- Galvis, J.A. y A. Herrera. 1999. El lulo *Solanum quitoense* Lam. Manejo de poscosecha. Convenio SENA - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 59 p.
- Galvis-Vanegas, J.A. 1987. Fisiología pós-colheita de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivar Ângela. Tesis de maestría. UNICAMP, FEA, Campinas (Brasil). 123 p.
- González, M. 2001. Cosecha y poscosecha. pp. 99-103. En: Escobar, H. y R. Lee (eds.). Producción de tomate bajo invernadero. Centro de investigaciones y asesorías agroindustriales, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Guttormsen, G. y J. Hoe. 1985. Climatic effects in Chinese cabbage for early production. Acta Hort. 122, 77-79.
- Hardenbrg, R.E., A.E. Watada y C.Y. Wang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks. Agric. Handbook N° 66. U.S. Department of Agriculture. 130 p.
- Hobson, G.E. 1981. The short-term storage of tomato fruit. J. Hort. Sci. 56, 363-368.
- Jackman, R.L.; A.G. Marangoni y D.W. Stanley. 1990 Measurement of tomato fruit firmness. HortScience 25, 781-783.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest biology and technology: an overview. pp. 15-20. En: Kader, A.A. (ed.). Postharvest technology of horticultural crops. Publication 3311. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, California.
- Kaniszewski, S. 1982. [Influence of irrigation and nitrogen fertilization on the yield and plants nutrient status of leek.] Biul. Warzywn. 26, 95-106. [En polaco con resumen en inglés]
- Khadi, B.M., J.V. Goud y V.B. Patil. 1987. Variation in ascorbic acid and mineral content in fruits of some varieties of chili (*Cap-sicum annum* L.). Plant Food Hum. Nutr. 37, 9-15.
- Kołota, E. y K. Adamczewska-Sowinska. 2001. Evaluation of new leek cultivars for early growing. Veg. Crops Res. Bull. 54, 29-34.
- Landwehr, T. y F.A. Torres. 1995. Capítulo 3: Maduración de las frutas e índices de madurez. pp. 27-41. En: Manejo poscosecha de frutas. Instituto Universitario Juan de Castellanos, Tunja. 234 p.
- Mohsenin, N.N. 1986. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers, Nueva York. 841 p.
- Moretti, C.L. y S.A. Sargent. 2000 Alteração de sabor e aroma em tomates causado por impacto. Scientia Agricola 57, 385-388.
- Moretti, C.L., S.A. Sargent, D.J. Huber, A.G. Galbo y R. Puschmann. 1998. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule, and placental tissues of tomatoes with internal bruising. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123, 656-600.
- Mozofar, A. 1994. Plant vitamins: agronomic, physiological and nutritional aspects. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Okezie, B.O. 1998. World food security: the role of postharvest technology. Food Technol. 52, 64-69.
- Perez, K., J. Mercado. y H. Soto-Valdez. 2003. Effect of storage temperature on the shelf life of Hass avocado (*Persea americana*). Food Sci. Tech. Int. 10(2), 73-77.
- Picha, D. y C.B. Hall. 1982. Effect of potassium fertilization and season on fresh market quality characters. HortScience 17, 634-635.
- Renquist, R.A. y J.B. Reid. 1998. Quality of processing tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruit from four bloom dates in relation to optimal harvest timing. New Zeal. J. Crop Hort. Sci. 26, 161-168
- Redgwell, R.J. y M. Fischer. 2002. Fruit texture, cell wall metabolism and consumer perceptions. pp. 46-88. En: Knee, M. (ed.). Fruit quality and its biological basis. Sheffield Academic Press, Sheffield.
- Salunkhe, D.K., S.J. Jadhav y M.H. Yu. 1974. Quality and nutritional composition of tomato fruit as influenced by certain biochemical and physiological changes. Qualitas Plantarum 24, 85-113.

Scheible, W.R. y M. Pauly. 2004. Glycosyltransferases and cell wall biosynthesis: novel players and insights. *Curr. Opin. Plant Biol.* 7, 285-295

Shewfelt, R.L. 1986. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. *Food Tech.* 40, 70-80.

Sørensen, J.N., A.S. Johansen y K. Kaack. 1995. Marketable yield and nutritional quality of leeks affected by water and nitrogen supply and plant age at harvest. *J. Sci. Food Agric.* 68(3), 367-373.

Thompson, A.K. 1998. Tecnología post-cosecha de frutas y hortalizas. Convenio SENA-Reino Unido, Armenia (Colombia). 262 p.