

EVALUACIÓN DE CALIDAD EN FRUTOS DE SIETE GENOTIPOS NATIVOS DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*)

P. Juárez-López¹; R. Castro-Brindis^{1¶};
T. Colinas-León¹; P. Ramírez-Vallejo²;
M. Sandoval-Villa²; D. W. Reed³;
L. Cisneros-Zevallos³; S. King³

¹Instituto de Horticultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.
Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.
Correo-e: rcbbrindis@hotmail.com (*Autor responsable).

²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco.
Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

³Department of Horticultural Sciences. Texas A&M University.
202 Horticulture Forest Science Building. College Station,
Texas 77843-213. United States of America.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad en frutos de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*): JCPRV-05, JCPVR-09, JCPRV-10, JCPRV-43, JCPRV-70, JCPRV-71, y JCPRV-76, cultivados en hidroponía sin recirculación y bajo invernadero. Como testigo se usó un híbrido comercial de jitomate tipo "cherry" (H-790). Se evaluó firmeza, días para alcanzar 7 % de pérdida de peso (DPP), pH, sólidos solubles totales, acidez titulable, contenido de licopeno, de β-caroteno y de ácido ascórbico. Se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) en todas las variables, excepto en pH, el cual varió de 4.1 a 4.4. En firmeza, H-790 superó 19.5 % al genotipo nativo que presentó mayor resistencia (JCPRV-05). En DPP, H-790 superó en 20.6 % a JCPRV-10 que presentó el mayor lapso de los genotipos nativos. En sólidos solubles totales, JCPRV-05 superó a H-790 en 10 %. En acidez titulable, JCPRV-43 superó 23 % a H-790. Respecto al contenido de licopeno, JCPRV-09 fue superior 6.1 % a H-790. En contenido de β-caroteno, JCPRV-76 superó 4.0 % a H-790, y en contenido de ácido ascórbico, JCPRV-76 superó 35.4 % a H-790. Con excepción de firmeza, DPP y pH de frutos, la mayoría de los genotipos nativos evaluados superaron al híbrido comercial (H-790) en todos los parámetros. Se consideró que estos materiales podrían ser usados como fuente de germoplasma en programas de mejoramiento genético del jitomate para incrementar la calidad interna de los frutos de esta especie.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: antioxidantes, licopeno, ácido ascórbico, hidroponía, México.

EVALUATION OF QUALITY IN FRUITS OF SEVEN NATIVE TOMATO (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) GENOTYPES

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the fruit quality of seven genotypes native tomato (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*): JCPRV-05, JCPVR-09, JCPRV-10, JCPRV-43, JCPRV-70, JCPRV-71, and JCPRV-76 were grown in hydroponics without recirculation and under greenhouse. A commercial cherry tomato hybrid was used as a control (H-790). Firmness, days at 7 % of weight loss (DWL), pH, total soluble solids, titratable acidity, lycopene, β-carotene and ascorbic acid content were evaluated. There were significant differences in all variables, except pH, which ranged from 4.1 to 4.4. In firmness, H-790 exceeded by 19.5 % to the native genotype which showed the highest penetration resistance (JCPRV-05). In DWL, H-790 exceeded by 20.6 % to JCPRV-10 which presented the greatest period of native genotypes. In total soluble solids, JCPRV-05 exceeded by 10 % to H-790. In acidity, JCPRV-43 exceeded by 23 % to H-790. In regard to the lycopene content, JCPRV-09 was 6.1 % higher than H-790. In β-carotene content, JCPRV-76 exceeded by 4.0 % to H-790; JCPRV-76 exceeded by 35.4 % to H-790 in ascorbic acid content. Except for firmness, pH and DPP fruit, most native evaluated genotypes exceeded to commercial hybrid (H-790) for all parameters. It was considered that these materials could be used as a source of germplasm in breeding programs of tomato in order to increase the internal quality of fruits of this specie.

ADDITIONAL KEY WORDS: antioxidants, lycopene, ascorbic acid, β-carotene, hydroponics, Mexico.

INTRODUCCIÓN

El jitomate tiene su centro de origen en los Andes (Perú, Ecuador y Chile), y su domesticación y cultivo tuvieron lugar en México; por lo que existe gran diversidad de formas silvestres en este país (Jones *et al.*, 2000; Rick, 1986). Se ha reportado que varios genotipos nativos de jitomate producen frutos con una concentración de sólidos solubles mayor al de las variedades cultivadas (Martínez-Barajas, 2003; Young *et al.*, 1993); sin embargo, existe escasa información acerca de otros parámetros de calidad de genotipos nativos de esta especie. Los criterios de calidad más importantes para el jitomate son: firmeza (Batu, 2004) y sólidos solubles totales y acidez titulable (Jones, 1999); además, es importante considerar las propiedades nutracéuticas y efecto anticancerígeno que le confieren la presencia de licopeno (Collings *et al.*, 2006; Simonne *et al.*, 2006; Agarwal y Rao, 2000) y de ácido ascórbico (Franke *et al.*, 2004; Sahlin *et al.*, 2004). El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad en frutos de siete genotipos nativos de jitomate provenientes de los estados de Guerrero y Puebla, México, y compararlos con un híbrido comercial de jitomate "cherry".

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y manejo precosecha

Las semillas de los genotipos nativos fueron colectadas en los estados de Guerrero (JCPRV-05, JCPRV-09, JCPRV-10, JCPRV-70 y JCPRV-76) y Puebla (JCPRV-43 y JCPRV-71). Como testigo se usó un híbrido comercial de jitomate cherry (H-790). Tanto los genotipos nativos como el testigo se cultivaron durante el ciclo primavera-verano de 2007 en hidroponía sin recirculación y en un invernadero cubierto de plástico de la Universidad Autónoma Chapingo (Chapingo, Estado de México), ubicada a 19° 29' LN y 98° 53' LO, a una altitud de 2,240 m. Las plantas se regaron diariamente tres veces al día con la solución de Steiner (1984) al 100 %. Los frutos analizados estaban sanos y en etapa maduro con color rojo uniforme. Con excepción de "días para presentar 7 % de pérdida de peso", todos los parámetros se evaluaron inmediatamente después de la cosecha.

Firmeza

Se determinó en la parte ecuatorial de frutos con piel, mediante un penetrómetro digital compact Gauge (MECMESIN®, EUA). El diámetro del puntal fue de 9 mm en la parte más ancha del cono y de 9 mm de longitud.

Días para alcanzar 7 % de pérdida de peso (DPP)

Se consideraron los días que tardaron los frutos en presentar el 7 % de pérdida de peso ya que se considera que cuando el fruto ha perdido entre el 5 y 10 % de agua debido a la transpiración, la apariencia resulta indeseable

debido al marchitamiento, disminuye la calidad en la firmeza y en valor nutricional (Ballesteros, 1995).

DPP se determinó pesando diariamente los frutos en una báscula modelo AJ150 (Mettler®, EUA) con aproximación de 0.0001 g. Esta variable se determinó mediante la diferencia entre el peso inicial y el peso final (expresado en porcentaje) y se evaluó en condiciones ambientales de laboratorio con temperatura promedio de 25 °C y humedad relativa promedio de 30 %. Se reportan los días que tardaron los frutos en presentar 7 % de pérdida de peso acumulado.

pH

Se licuaron 10 g de tomates enteros con piel y se agregaron 30 ml de agua destilada; después, el pH se midió directamente con un potenciómetro eléctrico modelo SS-3 (Zeromatic®, EUA).

Sólidos solubles totales (SST)

Los SST se determinaron agregando directamente dos gotas de jugo del fruto sobre el sensor de un refractómetro modelo N1-á (Atago®, Japón) con escala de 0-32 %. Se hizo una calibración con agua destilada antes de cada medición.

Acidez titulable (AT)

Se utilizaron frutos enteros con piel. La AT se determinó de acuerdo con el método AOAC 942.15 (AOAC, 1995).

Licopeno y β-caroteno

Se licuaron 50 g de frutos enteros con piel en agua destilada (1:1), después se secó la muestra hasta peso constante. Un peso conocido de muestra se mezcló con hexano:acetona:etanol (2:1:1) para extraer el licopeno y el β-caroteno (Sadler *et al.*, 1990). El contenido de licopeno y β-caroteno se determinó por espectrofotometría a 472 y 450 nm respectivamente, usando un coeficiente de extinción ($E^{1\%}_{1\text{ cm}}$) de 3,450 para licopeno y de 2,580 para β-caroteno (Sharma y Le, 1996; Davis, 1976).

Ácido ascórbico

El contenido de ácido ascórbico se determinó mediante la metodología descrita por Albrecht (1993). Se licuaron 50 g de frutos enteros (con piel). Un peso conocido de muestra se tituló con colorante 2,6-diclorofenol-indofenol usando ácido metafosfórico al 3 % como medio de extracción.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones, cuya unidad experimental consistió de un fruto recién cosechado en etapa rojo maduro uniforme y a cada genotipo como un tratamiento. Se

realizaron análisis de varianza y comparación de medias de Tukey. Se consideraron diferencias significativas a una $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Firmeza

En firmeza, se encontraron valores desde $4.1 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ (JCPRV-70) hasta $7.7 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ en el híbrido comercial de jitomate tipo cherry (H-790) (Cuadro 1). El genotipo nativo con mayor resistencia a la penetración (JCPRV-05) presentó $6.23 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$, lo que significó 19.5 % menos firmeza que H-790. Todos los genotipos evaluados (incluyendo al testigo) tuvieron al momento de la cosecha una firmeza aceptable. Al respecto, Batu (2004) señaló que los frutos de jitomate deben tener $1.45 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ como mínimo de firmeza para ser comercializados.

Días para presentar 7 % de pérdida de peso (DPP)

El híbrido comercial tipo "cherry" superó en 20.6 % (12.6 días) al JCPRV-10, que presentó el mejor comportamiento de los tomates (10 días) en DPP (Cuadro 1). JCPRV-70 y JCPRV-76 presentaron los menores valores (ambos con 5.3 días), lo que sugirió que la comercialización de estos materiales está restringida a mercados locales.

pH

El pH fue el único parámetro evaluado donde no se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) entre los genotipos evaluados respecto al híbrido comercial (Cuadro 1). Se encontraron valores de pH de 4.1 a 4.4. Estos resultados son aproximados con los reportados por otros investigadores, quienes en frutos de jitomate en etapa de madurez rojo uniforme han reportado valores de pH desde 4.0 hasta 4.8 (Cantwell, 1998; Jiménez *et al.*, 1996; Nuez, 1995).

Sólidos solubles totales (SST)

Los valores de SST variaron desde 5.8 (JCPRV-70) hasta 8.0 °Brix (JCPRV-05) (Cuadro 1). El híbrido comercial de jitomate cherry (H-790) presentó 7.2 °Brix, lo que significó 10 % menos que el genotipo nativo con mejor comportamiento (JCPRV-05). Los resultados obtenidos son aproximados a los de Binoy *et al.* (2004) quienes reportaron de 5 a 7 °Brix en 12 híbridos de jitomate. El genotipo JCPRV-05 y el H-790, tuvieron valores superiores a los encontrados por Raffo *et al.* (2002) en jitomate cherry 'Naomi' (6.07 °Brix) y a los de Cantwell (1998) en jitomate 'Sunny' (5.15 °Brix). De acuerdo con Young *et al.* (1993) muchos genotipos nativos producen frutos con mayores SST, debido a que sus frutos tienen mayor capacidad para acumular o incorporar fotosintatos. Por su parte, Binoy (2004) indicó que los sólidos solubles totales tienen implicaciones directas en los jitomates destinados a la industria; además, se sugiere que los frutos de esta especie tengan más de 5.5 °Brix (Gould, 1992). Por lo antes expuesto, se puede asegurar que todos los genotipos evaluados en este trabajo presentaron características óptimas para este parámetro.

Acidez titulable (AT)

Los valores hallados en AT fueron desde 0.50 hasta 1.01 % para JCPRV-05 y JCPRV-43, respectivamente; mientras que el híbrido comercial de jitomate tipo cherry (H-790) tuvo una AT de 0.77 % (Cuadro 1), lo que representó 23 % menos que el genotipo nativo con mejor comportamiento (JCPRV-43). En general, los resultados del presente estudio fueron superiores a los reportados por Binoy *et al.* (2004) quienes en 12 híbridos comerciales de jitomate reportaron valores desde 0.32 hasta 0.72 %. Con excepción de JCPRV-05, todos los genotipos evaluados (incluyendo al híbrido H-790) presentaron valores de AT superiores a los de Raffo *et al.* (2002), quienes en frutos de jitomate "cherry" 'Naomi' reportaron 0.69 % de AT.

CUADRO 1. Variación de firmeza, días para presentar 7 % de pérdida de peso, pH, sólidos solubles totales y acidez titulable de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) y un híbrido comercial de jitomate tipo cherry (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*).

Genotipo	Firmeza ($\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}$)	DPP 7 %	pH	SST (°Brix)	AT (% AC)
JCPRV-05	6.2 a,b ^z	8.0 b,c,d	4.3 a	8.0 a	0.50 c
JCPRV-09	5.4 b,c	9.6 b,c	4.1 a	6.3 a,b	1.00 a
JCPRV-10	5.4 b,c	10.0 b	4.3 a	6.0 a,b	0.82 b
JCPRV-43	4.9 b,c	7.6 c,d	4.4 a	6.7 a,b	1.01 a
JCPRV-70	4.1 c	5.3 e	4.2 a	5.8 b	0.76 b
JCPRV-71	4.8 b,c	7.0 d,e	4.3 a	7.5 a,b	0.76 b
JCPRV-76	4.7 b,c	5.3 e	4.2 a	7.8 a	0.82 b
H-790 (híbrido)	7.7 a	12.6 a	4.4 a	7.2 a,b	0.77 b
DMS	2.02	2.15	0.26	2.01	0.10
CV (%)	9.0	8.3	2.2	9.1	4.0

^zValores con la misma letra dentro cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^N: newtons; DPP 7 %: días para presentar 7 % de pérdida de peso; SST: sólidos solubles totales; AT: acidez titulable; AC: ácido cítrico; DMS: diferencia mínima significativa; CV: coeficiente de variación.

Licopeno

El contenido de licopeno varió de 33.4 hasta 51.9 mg·100 g⁻¹ de peso seco (PS) para JCPRV-76 y JCPRV-09, respectivamente (Cuadro 2). El híbrido comercial H-790 tuvo 48.7 mg·100 g⁻¹ de PS, lo que significó 6.1 % menos de licopeno que el genotipo nativo que presentó el mayor contenido (JCPRV-09). Los resultados obtenidos fueron aproximados a los de Toor y Savage (2005), quienes reportaron contenidos de licopeno desde 25 hasta 49 mg·100 g⁻¹ de PS en híbridos comerciales de jitomate. Sahlin *et al.* (2004), observaron valores de licopeno de 23.6 hasta 45.6 mg·100 g⁻¹ de PS en jitomate 'Arranca' y de 24.8 hasta 47.9 mg·100 g⁻¹ de PS en jitomate 'Excell'; sin embargo, los resultados del presente estudio son menores a los de Raffo *et al.* (2002) quienes en jitomate "cherry" 'Naomi' encontraron un contenido de licopeno de 141 mg·100 g⁻¹ de PS. Al respecto, Toor *et al.* (2006) señalaron que la gran variación en el contenido de licopeno en diferentes cultivares se atribuye al medio ambiente y al genotipo, los cuales pueden afectar considerablemente la biosíntesis de carotenoides; otro factor que puede influir en el contenido de licopeno en jitomate es el sistema de producción, ya sea en invernadero o a campo abierto. En general, se ha observado que en condiciones de invernadero el contenido de licopeno es mayor que a campo abierto (Brand *et al.*, 2003); sin embargo, se han encontrado resultados contrastantes que pueden atribuirse al genotipo (Sass-Kiss *et al.*, 2005).

β-caroteno

El contenido de β-caroteno varió de 28.6 hasta 45.1 mg·100 g⁻¹ de PS para JCPRV-76 y JCPRV-09, respectivamente (Cuadro 2). El híbrido comercial H-790 presentó 43.3 mg·100 g⁻¹ de PS, que significó 4.0 % menos que el genotipo nativo con el mejor comportamiento. Niizu y Rodriguez-Amaya (2005) reportaron valores de 3.2 de mg·100 g⁻¹ de PF en jitomate 'Carmen'; los mismos autores encontraron 61.5 mg·100 g⁻¹ de PF en *Daucus carota*.

CUADRO 2. Contenido de licopeno, β-caroteno, y ácido ascórbico de siete genotipos nativos de tomate (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) y un híbrido comercial tipo cherry (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*).

Genotipo	Licopeno (mg·100 g ⁻¹ de PS ^a)	β-caroteno (mg·100 g ⁻¹ de PS)	Ácido ascórbico (mg·100 g ⁻¹ de PF)
JCPRV-05	44.6 b,c ^b	39.3 a,b	42.8 d
JCPRV-09	51.9 a	45.2 a	53.1 b
JCPRV-10	50.1 a,b	43.4 a	37.0 e
JCPRV-43	40.5 c,d	36.2 b,c	62.7 a
JCPRV-70	37.3 d,e	31.6 c,d	62.2 a
JCPRV-71	34.2 d,e	29.5 d	48.2 c
JCPRV-76	33.4 e	28.6 d	65.6 a
H-790 (híbrido)	48.7 a,b	43.3 a	42.4 d
DMS	6.91	6.44	4.90
CV (%)	5.7	6.1	3.4

^aValores con la misma letra dentro cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^bPS: peso seco; PF: peso fresco.

DMS: diferencia mínima significativa.

Generalmente, los datos publicados para β-caroteno se reportan con base en peso fresco y no se presentan los valores con base en peso seco; en consecuencia, no es posible establecer una comparación con los resultados de la presente investigación. Se infiere que en el presente trabajo se encontraron valores mayores de licopeno que de β-caroteno debido a que el licopeno constituye del 80 al 90 % de los carotenoides presentes en jitomate (Shi y Le, 2000).

Ácido ascórbico

Se hallaron valores desde 37.0 hasta 65.6 mg·100 g⁻¹ de PF (peso fresco) para JCPRV-10 y JCPRV-76, respectivamente (Cuadro 2). El híbrido comercial H-790 tuvo 42.4 mg·100 g⁻¹, lo que significó 35.4 % menos que el genotipo nativo de mejor comportamiento (JCPRV-76). Estos resultados son aproximados a los de Jones (1999), quien mencionó que el contenido de ácido ascórbico en jitomate cherry es de 50 mg·100 g⁻¹ de PF. Todos los genotipos evaluados, incluyendo al H-790, presentaron contenidos de ácido ascórbico superiores a los reportados por Gould (1992) y Badui (1993) quienes indicaron valores de ácido ascórbico en frutos de jitomate de 20 y 23 mg·100 g⁻¹ de PF, respectivamente. Algunos autores sugieren que es necesario desarrollar variedades que tengan concentraciones de ácido ascórbico superiores a 20 mg·100 g⁻¹ de PF (Gould, 1992). Por lo antes mencionado, se puede asegurar que todos los genotipos nativos evaluados en este trabajo tuvieron un comportamiento óptimo para esta característica. Además, podrían ser considerados como fuentes de germoplasma en programas de mejoramiento genético para incrementar el contenido de ácido ascórbico en frutos de esta especie.

CONCLUSIONES

El híbrido comercial de jitomate tipo "cherry" (H-790) superó a todos los genotipos nativos evaluados en firmeza y en días para presentar 7 % de pérdida de peso; sin

embargo, la mayoría de los genotipos nativos evaluados fueron superiores al híbrido comercial en sólidos solubles, acidez titulable, contenido de licopeno, de β-caroteno y de ácido ascórbico, por lo que estos materiales podrían ser usados como fuente de germoplasma en programas de mejoramiento genético para incrementar la calidad interna de los frutos de esta especie.

LITERATURA CITADA

- ALBRECHT, J. A. 1993. Ascorbic acid and retention in lettuce. *Journal of Food Quality* 16: 311-316.
- AOAC, 1995. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- AGARWAL, S; RAO, A. V. 2000. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. *Canadian Medical Association Journal* 163: 739-744.
- BADUI, D. S. 1993. Química de los alimentos. Ed. Longman de México. Tercera ed. México, D. F. 648 p.
- BALLESTEROS, R. F. 1995. Postcosecha del tomate para consumo en fresco. In: El Cultivo del Tomate. Nuez, F. Capítulo 15. Ed. Mundi-Prensa. España. pp. 589-623.
- BATU, A. 2004. Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. *Journal of Food Engineering* 61: 471-475.
- BRAND, S; LUGASI, A; BARNA, É; HÓVÁRI, J; PÉK, Z; HELYES, L. 2003. Effects of growing methods and conditions of the lycopene content of tomato fruits. *Acta Alimentaria* 32: 269-278.
- BINOY, G; KAUR, C; KHUDIYA, D. S; KAPOOR, H. C. 2004. Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry* 84: 45-51.
- CANTWELL, M. 1998. Postharvest horticulture serie Núm. 9. Postharvest Outreach Program. Department of Pomology. University of California. Davis, CA. pp. 31-32.
- COLLINGS, J. K; PERKINS-VEAZI, P; ROBERTS, W. 2006. Lycopene: from plant to humans. *HortScience* 41: 1135-1144.
- DAVIS, B. H. 1976. Carotenoid. In: T.W. Goodwin (ed.), *Chemistry and Biochemistry of Plants Pigments*. Academic Press. London. pp. 38-165.
- FRANKE, A. A.; CUSTER, L. J.; ARAKAKI, C.; MURPHY, S. P. 2004. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis* 17: 1-35.
- GOULD, W. A. 1992. Tomato production, processing and technology. CTI Publications. Baltimore, MA, USA. pp. 295-297.
- JIMÉNEZ, M; TREJO, E; CANTWELL, M. 1996. Cherry tomato storage and quality evaluation. *Vegetables Research Reports*. University of California. Davis, CA. USA. 17 p.
- JONES, J. B. 1999. Tomato plant culture. Ed. CRC Press. 1990 p. Boca Ratón, Florida, USA. 199 p.
- JONES, J. B; JONES, J. P; STALL, R. E; ZITTER, T. A. 2000. Plagas y enfermedades del tomate. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 2-3.
- MARTÍNEZ-BARAJAS E. 2003. Análisis de la acumulación de azúcares en pericarpios de dos genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum*). *Agrociencia* 37: 363-370.
- NIIZU, P; RODRÍGUEZ-AMAYA, D. B. 2005. New data on the carotenoid composition of raw salad vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis* 18: 739-749.
- NUEZ, V., F. 1995. Desarrollo de nuevos cultivares. In: El Cultivo del Tomate. Nuez V, F. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 625-669.
- RAFFO, A; LEONARDI, C; FLOGIANO, V; AMBROSINO, P; SALUCCI, M; GENNARO, L; BUGIANESI, R; GIUFFRIDA, F; QUAGLIA, G. 2002. Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi F1) harvested at different ripening stages. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50: 6550-6556.
- RICK, C. M. 1986. Germoplasm resources in the wild tomato species. *Acta Horticulturae* 190: 39-47.
- SADLER, G; DAVIS, J; DEZMAN, D. 1990. Rapid extraction of lycopene and β-carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates. *Journal of Food Sciences* 55: 1460-1461.
- SAHLIN, E; SAVAGE, G. P; LISTER, C. E. 2004. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food Composition and Analysis* 17: 635-647.
- SASS-KISS, A; KISS, J; MILOTAY, P; KEREK, M. M; TOTH-MARKUS, M. 2005. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International* 38: 1023-1029.
- SHARMA, S. K; LE, M. M. 1996. Lycopene in tomatoes and tomato pulp fractions. *Italian Journal of Food Science* 2: 107-113.
- SHI, J; LE, M. M. 2000. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Reviews Food Science and Nutrition* 110: 1-42.
- SIMONNE, A. H; BEHE, B. K; MARSHALL, M. M. 2006. Consumers prefer low-priced and high-lycopene-content fresh-market tomatoes. *HortTechnology* 16: 674-681.
- STEINER, A. A. 1984. The universal nutrient solution. In: Proceedings of the Sixth International Congress on Soilles Culture. ISOSC. Wageningen, The Netherlands. pp: 633-650.
- TOOR, R. K; SAVAGE, G. P. 2005. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International* 38: 487-494.
- TOOR, R. K; SAVAGE, G. P; LISTER, C. E. 2006. Seasonal variations in the antioxidant composition of greenhouse grown tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 1-10.
- YOUNG, T. E; JUVIC, J. A; SULLIVAN, G. 1993. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. *American Journal of Horticultural Sciences* 118: 286-292.