



El jitomate (*Solanum lycopersicum*): aporte nutrimental, enfermedades postcosecha y tecnologías para su almacenamiento en fresco

C. M. Notario-Medellín* y M. E. Sosa-Morales

Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Fundación Universidad de las Américas Puebla.
Exhacienda Sta. Catarina Mártir S/N, Cholula, Puebla. C.P.72810. México.

Resumen

Este trabajo trata sobre las variedades de jitomate (*Solanum lycopersicum*) producidas en México, sus propiedades nutrimentales, sus enfermedades postcosecha y las tecnologías empleadas para su almacenamiento en fresco. El jitomate es un alimento de importancia mundial cuyo consumo contribuye en la prevención de enfermedades cardiovasculares y varios tipos de cáncer, lo cual está asociado especialmente al licopeno. Las principales variedades cultivadas en México son bola, cherry y saladette, las cuales pueden ser atacadas por hongos y bacterias (particularmente por *Botrytis cinerea*). Por otra parte, existen varias técnicas para prolongar la vida útil de jitomate, tales como tratamientos térmicos, tratamientos con ozono, envasado en atmósferas modificadas, almacenamiento con atmósferas controladas y películas comestibles, y se puede concluir que para mantener la calidad del producto durante el almacenamiento en fresco, es necesario utilizar la combinación de algunos de estos métodos.

Palabras clave: jitomate (*Solanum lycopersicum*), propiedades nutrimentales, enfermedades postcosecha, tecnologías de almacenamiento.

Abstract

This work discusses the tomato varieties (*Solanum lycopersicum*) produced in Mexico, their nutritional properties, their postharvest diseases and the technologies used for their storage. Tomato is an important food around the world, its consumption contributes to cardiovascular diseases prevention, and to avoid several types of cancer, which is associated especially with its high lycopene content. The main varieties cultivated in Mexico are bola, cherry and saladette, which can be attacked by fungi and bacteria (mainly *Botrytis cinerea*). Moreover, to extend the shelf life of tomato, several techniques have been reported, such as cooling, heat treatments, ozone treatments, modified atmosphere packaging, storage in controlled atmospheres and edible films. In resume, it is necessary to use a combination of some of these methods in order to maintain product quality during storage.

Keywords: tomato (*Solanum lycopersicum* L.), nutritional properties, postharvest diseases, storage techniques.

*Programa de Maestría en Ciencia de Alimentos
Tel.: +52 222 229 2126, fax: +52 222 229 2727
Dirección electrónica: carmen.notariomn@udlap.mx

Introducción

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es un producto agrícola con una alta importancia económica a nivel mundial y tiene una gran popularidad por ser cultivado en todo el mundo (FAOSTAT, 2011).

El consumo de esta hortaliza es una parte importante de la dieta humana, ya que es un alimento muy versátil, con formas de consumo variadas. Altas ingestas de este producto están estrechamente relacionadas con un impacto benéfico en la salud, ya que es capaz de reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y diferentes tipos de cáncer, atribuido principalmente a su alto contenido de antioxidantes (licopeno, ácido ascórbico y compuestos fenólicos) (Bugianesi *et al.*, 2004; Borguini y Ferraz, 2009).

Por otra parte, el jitomate es altamente susceptible a ser atacado por microorganismos (bacterias y hongos), los cuales causan el deterioro de este alimento y disminuyen su calidad. Existen diferentes técnicas para su almacenamiento en fresco, las cuales aumentan su vida útil y mantienen sus características sensoriales en un nivel aceptable para los consumidores (Siripatrawan y Assatarakul, 2009; Rodoni *et al.*, 2010; Das *et al.*, 2006; Ramos-García *et al.*, 2010).

El objetivo de este trabajo es investigar en la literatura las variedades de jitomate producidas en México, las propiedades antioxidantes del jitomate y las enfermedades que lo atacan, así como las tecnologías empleadas para su almacenamiento en fresco que eviten el ataque microbiano y que mantengan su calidad preservando sus propiedades físicas y nutrimentales.

Revisión bibliográfica

1. Generalidades

La palabra jitomate deriva de los vocablos náhuatl *xictl* (ombligo) y *tomatl* (tomate) que significa tomate de ombligo. Es originario de la región Sur Central de Perú, y por su amplia habilidad de adaptación puede cultivarse tanto en ambientes secos como húmedos. Debido a evidencias históricas, culturales, lingüísticas y etnobotánicas, se cree que fue domesticado en México alrededor del año 1523, distribuyéndose a Europa después de la conquista española (Moreno, 2010). En la Tabla I se muestra la clasificación taxonómica del jitomate.

Tabla I. Clasificación taxonómica del jitomate.

Reino	Plantae
Subreino	Trachobiota (plantas vasculares)
Sbddivisión	Spermatophyta (plantas con semilla)
División	Magnoliophyta (plantas con flores)
Clase	Magnoliopsida (Dicotiledoneas)
Subclase	Asteride
Orden	Solanales
Familia	Solanáceas
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>lycopersicum</i> L.

USDA (2012).

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), es uno de los productos básicos de mayor valor y producción a nivel mundial, ocupando en el año 2010, el décimo lugar con un valor de 53,270,325 USD y 145,751,507 ton producidas (FAOSTAT, 2011). En el mismo año, México se ubicó en décimo lugar con un aporte de 2,997,640 ton (1,107,819 USD), siendo China el principal productor con un volumen de 41,879,684 ton (15,477,223 USD), seguido de Estados Unidos de América con 12,902,000 ton (4,768,114 USD) (FAOSTAT, 2011). En la Tabla II se muestran

Tabla II. Principales países productores de jitomate en el periodo 2005 – 2010 (Toneladas).

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
China	31,618,470	32,519,322	36,096,890	39,938,708	45,365,543	41,879,684
Estados Unidos de América	11,918,300	12,257,200	14,185,200	12,735,100	14,181,300	12,902,000
India	8,825,400	9,820,400	10,055,000	10,303,000	11,148,800	11,979,700
Egipto	7,600,000	8,576,070	8,639,020	10,985,400	10,278,500	8,544,990
Turquía	10,050,000	9,854,880	9,945,040	9,204,100	10,745,600	10,052,000
Italia	7,187,010	6,351,200	6,530,160	5,976,910	6,878,160	6,024,800
Irán	4,781,020	5,064,570	5,534,270	4,826,400	5,887,710	5,256,110
España	4,810,300	3,800,550	4,081,480	4,049,750	4,603,600	4,312,700
Brasil	3,452,970	3,362,660	3,431,230	3,867,660	4,310,480	3,691,320
México	2,800,120	2,899,150	3,150,350	2,936,770	2,591,400	2,997,640

Adaptado de FAOSTAT (2011).

los 10 principales países productores de jitomate en el periodo de 2005 a 2010.

Por otra parte, México se ubicó en segundo lugar como país exportador de jitomate en el año 2009 (1,136,300 toneladas con un valor de 1,066 pesos/tonelada), superado únicamente por Países Bajos (976,435 toneladas con un valor de 1,607 pesos/tonelada) (FAOSTAT, 2011).

Dentro de la producción mexicana de esta hortaliza, Sinaloa es el estado con un mayor aporte (668,303 ton) seguido de Baja California (180,135 ton) y Michoacán de Ocampo (140,185 ton). Para este mismo año, el estado de Puebla se encontró en décimo sexto lugar con una producción de 29,954 toneladas (INEGI, 2011).

Las principales variedades de jitomate producidas en México son: bola, saladette, cherry y Río grande, siendo la variedad saladette la que en el año 2010 se ubicó en primer lugar de acuerdo a su producción (1,060,084 ton) y valor de producción (5,313,640 miles de pesos) (SIAP, 2011). En

la Tabla III se muestra la producción obtenida en el año 2010 para las diferentes variedades de jitomate.

El jitomate bola es una de las variedades más populares, se caracteriza por su forma redonda y tiene un peso promedio entre 70 y 100 g, un diámetro de 4.7 a 6.7 cm y posee de 4 a 6 lóculos (Costa y Heuvelink, 2005). El jitomate saladette se caracteriza por tener 3 lóculos, una forma larga elongada y un color rojo brillante. El jitomate cherry es la variedad más pequeña, es de color rojo y tiene un sabor

Tabla III. Volumen de producción de las principales variedades de jitomate producidas en México en el año 2010.

Tipo/Variedad	Producción (ton)	Valor producción (miles de pesos)
Bola	191,606	1,058,233
Bola invernadero	38,520	251,048
Bola malla sombra	90,655	564,548
Cherry	33,330	244,047
Cherry orgánico	13,087	146,814
Río grande	3,541	17,107
Saladette	1,060,084	5,313,640
Saladette invernadero	3,360	26,880
Saladette malla sombra	32,153	168,777

Adaptado de SIAP (2011).

muy dulce, con un peso entre 10 y 20 g y diámetro de 1.6 a 2.5 cm. (Costa y Heuvelink, 2005).

2. Propiedades del jitomate

2.1. Nutrimentales

En general, el jitomate es un alimento que se caracteriza por tener un alto contenido de humedad, la cual se encuentra entre 90 y 97%, es bajo en grasas, proteínas y azúcares (0.7-1.1%, 0.2-0.7%, 1.2-2.5%, respectivamente), y es una fuente importante de β -caroteno, licopeno y vitamina C, sin embargo, su aporte nutrimental depende de la variedad (FAO, 2010). En la Tabla IV se muestra la composición proximal de algunas variedades de jitomate (FAO, 2010).

2.2. Antioxidantes

Estudios recientes han demostrado que la ingesta de frutas y hortalizas reduce el riesgo de padecimiento de cáncer (Riboli y Norat, 2003; Liu, 2004; Greenwald *et al.*, 2001), lo cual ha sido estrechamente relacionado con los compuestos antioxidantes que estos alimentos poseen, principalmente carotenoides (Liu, 2004; Perera y Yen, 2007). De acuerdo a varios estudios (Ilhay *et al.*, 2011; Aherne *et al.*, 2009; Muratore *et al.*, 2005; Zanfini *et al.*,

2007) el jitomate es una fuente importante de carotenoides, principalmente licopeno y β -caroteno, los cuales pueden inhibir la reactividad de especies oxidantes responsables de muchas enfermedades (Ilhay *et al.*, 2011). Por esta razón muchos trabajos se han centrado en la determinación de los carotenoides presentes en el jitomate, algunos de los cuales se describen a continuación y son resumidos en la Tabla V.

En un trabajo realizado por Strazzullo *et al.* (2007) determinaron la actividad antioxidante y contenido de carotenoides (licopeno y β -caroteno) tanto en la fracción hidrofílica como lipídica en jitomates procedentes de nueve cultivos diferentes, encontrando que la actividad antioxidante del jitomate es una respuesta de la interacción de los diferentes componentes antioxidantes presentes, entre ellos licopeno y β -caroteno. En la fracción acuosa, se encontraron valores de Capacidad Antioxidante Equivalente a Trolox (TEAC por sus siglas en inglés) de 14.2 a 27.4 μM , y en la fracción lipofílica estos valores variaron de 0.065 a 0.48 μM , dependiendo del cultivo. En todos los casos, el caroteno mayoritario (en la fracción lipofílica) fue el β -caroteno, que se encontró en concentraciones desde 0.005% hasta 0.06%, dependiendo del cultivo.

Tabla IV. Composición proximal de algunas variedades de jitomate.

Variedad	Energía (kJ)	Energía (Kcal)	Agua (g)	Proteína total (g)	Grasa total (g)	Cenizas (g)	β -caroteno (mcg)	β -caroteno cis (mcg)	Licopeno (mcg)	Luteína (mcg)	Vitamina C (mg)
Cherry	51.5	12.3	95.2 ± 1.2	0.78 ± 0.02	0.49 ± 0.05	0.90 ± 0.10	350.4 ± 38.4	24 ± 10	1680 ± 163	38.4 ± 9.6	82 ± 20
Cherry Pera	67.6	16.2	92.6 ± 1.3	1.05 ± 0.06	0.42 ± 0.06	1.41 ± 0.09	355.2 ± 37.0	22.20 ± 7.4	207.2 ± 29.6	140.6 ± 29.6	39 ± 12
Daniela Larga Vida	43.7	10.4	96.0 ± 1.0	0.8 ± 0.02	0.28 ± 0.06	0.75 ± 0.14	80 ± 16.0	12.0 ± 8.0	516.0 ± 44.0	28.0 ± 8.0	62 ± 12
Lido	62.3	14.9	94.7 ± 0.8	0.75 ± 0.08	0.67 ± 0.04	1.00 ± 0.11	26.5 ± 10.6		1542.3 ± 137.80	15.9 ± 10.6	130 ± 25
Pera	37.4	8.9	96.0 ± 1.4	0.56 ± 0.03	0.26 ± 0.04	0.78 ± 0.13	224.0 ± 28.0	16.0 ± 4.0	480 ± 58	32.0 ± 12.0	164 ± 22
Racimo	52.8	12.6	93.3 ± 1.4	0.91 ± 0.10	0.20 ± 0.04	1.25 ± 0.16	26.8 ± 6.7	13.40 ± 6.7	1567.8 ± 161	20.1 ± 6.7	174 ± 21
Raf	65.8	15.7	93.9 ± 1.5	0.96 ± 0.07	0.47 ± 0.06	1.14 ± 0.14	91.5 ± 18.3	12.2 ± 6.1	2421.7 ± 262.3	61.0 ± 18.3	155 ± 0.10
Rambo	41.6	9.9	95.8 ± 0.8	0.55 ± 0.08	0.44 ± 0.03	0.82 ± 0.18	117.6 ± 16.8		407.4 ± 46.2	33.6 ± 8.4	263 ± 22

Adaptado de FAO (2010).

Tabla V. Contenido de los carotenoides más representativos en algunas variedades de jitomate.

Variedad	Carotenoide (mg/100g)				Consideraciones	Referencia
	Licopeno	β-caroteno	Fitoeno	Luteína		
Cherry	1.81 - 2.30	0.462 - 0.489		0.031 - 0.183	Zona geográfica	Aherne <i>et al.</i> , 2009
	21.5 - 36.9	6.6			Cocido	Bugianesi <i>et al.</i> , 2004
	3.43 2.46 - 13.27	0.99 0.49 - 0.71	0.13 - 1.99	0.015 - 0.021	Fresco Estación, zona geográfica y madurez en cosecha	Muratore <i>et al.</i> , 2005 Zanfini <i>et al.</i> , 2007
Plum	2.59 -7.959	0.36 - 0.44		0.016 - 0.109	Zona geográfica	Aherne <i>et al.</i> , 2009
	3.98 - 4.77	0.68 - 0.89			Varios genotipos	Muratore <i>et al.</i> , 2005
Bola	1.47 - 3.17	0.23 - 0.35		0.029 - 0.099	Zona geográfica	Aherne <i>et al.</i> , 2009
	0.917	0.035			Ninguna	Candelas <i>et al.</i> , 2006
Salad	1.94 - 2.35	0.21 -0.42	0.09 - 0.12	0.014 - 0.016	Zona geográfica, estación de cosecha	Zanfini <i>et al.</i> , 2007
Cluster	2.23 - 8.47	0.37 - 0.62	0.11 -0.44	0.014 - 0.020	Estación, zona geográfica y madurez en cosecha	Zanfini <i>et al.</i> , 2007

Aherne *et al.* (2009), analizaron el impacto de la localización geográfica sobre el contenido y la bioaccesibilidad de carotenoides en diferentes variedades de jitomate (plum, cherry y bola). Sus resultados muestran que de los tres tipos de carotenoides determinados (β -caroteno, licopeno y luteína), el compuesto antioxidante mayoritario en todos los casos fue el licopeno, con contenidos que van desde 1,471–3,169 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ para jitomate bola, hasta 2,589.0–7,959.9 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ para variedad plum; la luteína se encontró en menor proporción en las tres variedades de jitomate, siendo la variedad plum la que tuvo la concentración más baja (16.5–109.8 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$) y la variedad cherry la más alta (31.8–183.4 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$).

Por otra parte, Zanfini *et al.* (2007), determinaron el contenido de diferentes carotenoides (luteína, licopeno, β -caroteno y fitoeno), en tres variedades de jitomate (Salad, cluster y cherry) de tres regiones de Italia (Lazio, Toscana y Sicilia). Sus resultados concuerdan con lo reportado por Aherne *et al.* (2009), ya que en todas las variedades de jitomate analizadas, el licopeno se encontró en mayor proporción (2.35±0.53 a 13.27±2.82

$\text{mg}/100 \text{ g}$) con respecto al contenido de β -caroteno, fitoeno y luteína, siendo esta última la que se encontró en cantidades más bajas (0.016±0.012 a 0.021±0.012 $\text{mg}/100 \text{ g}$). Con respecto a la variedad, el jitomate cherry obtuvo las cantidades más elevadas de los cuatro componentes determinados, y el jitomate salad las más bajas; por otra parte, se analizó la influencia del grado de madurez y la estación de cosecha sobre el contenido de carotenoides, obteniendo los valores más altos en frutos cosechados en el verano y completamente maduros (rojos).

De acuerdo a lo anterior y a otras investigaciones realizadas (Aherne *et al.*, 2009; Muratore *et al.*, 2005; Zanfini *et al.*, 2007; Bugianesi *et al.*, 2004; Candelas *et al.*, 2006), el licopeno es el carotenoide mayoritario en el jitomate; ello se puede observar en la Tabla V, la cual muestra el contenido de licopeno, β -caroteno, fitoeno y luteína de las variedades de jitomate cherry, plum, bola, salad y cluster; puede observarse que el contenido de carotenoides depende de diferentes factores, tales como: variedad del jitomate, zona geográfica del cultivo, estado de madurez del jitomate y estado fresco o cocido del jitomate, siendo este último

(cocido) en el cual se observan los contenidos más altos de licopeno y β -caroteno (21.5 mg/100 g y 6.6 mg/100 g, respectivamente).

Según lo citado por Singh y Goyal (2008), el consumo de licopeno tiene efectos positivos sobre la salud, ya que se ha comprobado que reduce ataques cardíacos y accidentes cerebro vasculares, además de reducir el riesgo a padecer diferentes tipos de cáncer (rectal, próstata, mama, pulmón y páncreas).

Además de los carotenoides presentes en el jitomate, esta hortaliza también es fuente importante de vitamina C, tocoferoles y fenoles, los cuales son compuestos antioxidantes cuya ingesta está relacionada con beneficios a la salud (Strazzullo *et al.*, 2007; Ilhay *et al.*, 2011; Jacob *et al.*, 2010). En un trabajo realizado por Ilhay *et al.* (2011) se determinó el contenido de licopeno, β -caroteno, luteína, fenoles, flavonoides, ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico, así como la actividad antioxidante de seis cultivos de jitomate de alto contenido de licopeno y un cultivo ordinario (Donald). Los resultados para el jitomate Donald fueron los siguientes: contenidos de licopeno y β -caroteno de 96.9 y 5.8 mg/kg, respectivamente; compuestos fenólicos totales y flavonoides de 190 mg GAE/kg (mg de ácido gálico equivalente por kg de muestra) y 140 mg RE/kg (mg de rutina equivalente por kg de muestra), respectivamente; contenido total de vitamina C igual a 227.9 mg/kg; actividad antioxidante hidrofilica de 405.8 μ M Trolox/100 g y actividad antioxidante lipofílica de 133.5 μ M Trolox/100 g.

3. Enfermedades postcosecha comunes en jitomate

Los jitomates después de ser cosechados tienen una vida limitada, ya que no captan agua ni los nutrientes necesarios para continuar con sus funciones vitales. La senescencia ocurre de manera natural en el

producto, y ocasiona el ablandamiento de los tejidos y la pérdida de sustancias antimicrobianas naturales del alimento y lo hace más susceptible al ataque microbiano (Mahovic *et al.*, 2006; Bartz y Brecht, 2005).

Aunque los microorganismos patógenos pueden encontrarse en lugares calientes y húmedos, el daño por frío (ocasionado por temperaturas inferiores a 15 °C) así como las grietas o heridas de la superficie del producto causada por daño mecánico en la manipulación y/o el almacenamiento, predisponen al alimento a las enfermedades postcosecha, ya que muchos organismos patógenos son oportunistas y lo invaden cuando éste está dañado (Bayer, 2010).

Los microorganismos principales causantes de la descomposición del jitomate durante su almacenamiento son las bacterias y los hongos, por lo que es posible dividir a las enfermedades postcosecha en bacterianas y fúngicas (Bartz y Brecht, 2005).

3.1. Enfermedades bacterianas en jitomate

Las enfermedades bacterianas frecuentes en el fruto de jitomate son: pudrición blanda, pudrición ácida y cáncer bacteriano; estas enfermedades se caracterizan por formar superficies viscosas y pegajosas sobre los jitomates (Mahovic *et al.*, 2006; Cerkauskas, 2005; Bartz y Brecht, 2002).

3.1.1. Pudrición blanda

Esta enfermedad es producida por cuatro bacterias: *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas* y *Bacillus* spp., las cuales se dispersan en soluciones acuosas y penetran el fruto a través de heridas o grietas. La enfermedad se favorece con una humedad relativa alta (90-95%) y temperaturas de 30 a 35°C. Los jitomates infectados presentan una masa viscosa sobre la piel, la cual posteriormente se seca y la piel se rompe,

dando lugar a una masa arrugada con olor a podrido (Fig. 3) (Mahovic *et al.*, 2006; Cerkauskas, 2005; Bartz y Brecht, 2002).

3.1.2. Pudrición ácida

Las bacterias ácido lácticas gram positivas *Lactobacillus* spp. y *Leuconostoc* spp., ocasionan la pudrición ácida en jitomate, caracterizada por generar lesiones ligeramente blandas. Estas bacterias pueden propagarse a través de equipo contaminado y líquidos de frutos descompuestos (Mahovic *et al.*, 2006; Bartz y Brecht, 2002).

3.1.3. Cáncer bacteriano

Es una enfermedad causada por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) cuyos brotes se producen anualmente en todo el mundo. Ocasiona pérdida del área fotosintética, marchitez, muerte prematura y pudrición de los frutos. Los primeros síntomas se presentan en las hojas (marchitez, rizado y bronceado), generalmente de un solo lado de la planta, provocando lesiones necróticas (6 mm) o puntos circulares (3 mm) y manchas similares en tallos y peciolos. En el centro se producen pequeñas manchas de color claro con el centro café y rugoso, las cuales se conocen como “ojos de pájaro” y pueden llegar a cubrir todo el fruto (Productores de Hortalizas, 2006; Álvarez y Delgadillo, 2004).

3.2. Enfermedades fúngicas en jitomate

Existen muchas especies fúngicas que causan descomposición en el jitomate, las cuales pueden reproducirse en calor y condiciones de humedad y producen esporas que pueden resistir a la sequedad. Las esporas se dispersan a través del agua, viento, animales y equipos. Dentro de estas enfermedades se encuentran la pudrición ácida fúngica, pudrición por *Rhizopus*, pudrición de semillas, pudrición por *Fusarium*, y moho gris, siendo esta última una

de las más importantes (Mahovic *et al.*, 2006; Kader, 2011; Alvarez y Delgadillo, 2004).

3.2.1. Pudrición ácida fúngica

Es ocasionada por *Geotrichum candidum* que se caracteriza por formar un micelio de color blanco sobre el fruto; los frutos infectados presentan lesiones acuosas, decoloradas y opacas. La infección inicia por lo general en el pedúnculo, y posteriormente se extiende al resto del fruto, ocasionando su pudrición y rápida descomposición. Los frutos podridos poseen suficiente inóculo que puede ser transportado por insectos y contagiar a otros frutos. La temperatura óptima para el desarrollo de esta enfermedad es 30 °C, sin embargo, la enfermedad puede presentarse en alimentos refrigerados, principalmente en los que han sufrido daño por frío; la infección puede ocurrir en un rango de temperaturas de 5 °C a 38 °C (Kader, 2011).

3.2.2. Pudrición por *Rhizopus*.

Rhizopus stolonifer es el hongo que causa esta enfermedad, la cual se caracteriza por lesiones acuosas que segregan un líquido claro y se cubren de estructuras fúngicas algodonosas; además, se puede observar una esporulación que forma una corona oscura alrededor de la estructura algodonosa. El patógeno *Rhizopus stolonifer* necesita la presencia de grietas en el fruto para poder penetrarlo, y durante el almacenamiento puede contagiar a los frutos adyacentes; su temperatura óptima de crecimiento es de 25 °C, aunque también puede desarrollarse en condiciones de refrigeración (Bayer, 2010; TNAU, 2008; Mahovic *et al.* 2006).

3.2.3. Pudrición de semillas

Esta enfermedad, ocasionada por *Phytophthora* spp, generalmente se desarrolla en frutos que tienen contacto con el suelo, principalmente en condiciones húmedas y cálidas, y es propagada

por agua. La pudrición de semillas se manifiesta por pequeñas decoloraciones seguidas de una pudrición circular en forma de llagas que se oscurecen en el centro, y el micelio blanco se extiende a los lados (Mahovic *et al.*, 2006; Álvarez y Delgadillo, 2004).

3.2.4. Pudrición del moho negro

Esta enfermedad es producida por los microorganismos *Alternaria arborescens* y *Stemphylium botryosum* o *S. consortiale*; ellos atacan principalmente a los frutos completamente maduros que están expuestos a la humedad de una manera directa, ya sea por lluvia o por riego. La enfermedad inicia con lesiones pequeñas e irregulares y de tono marrón sobre el fruto; avanzada la enfermedad, las lesiones se vuelven negras y hundidas; y en condiciones cálidas y húmedas, puede formarse una capa negra y aterciopelada debido a la esporulación. Generalmente, estas lesiones aparecen sobre la cicatriz del pedúnculo o sobre grietas. Esta enfermedad no se extiende entre frutos contiguos (Ontario CropIPM, 2009; Mahovic *et al.*, 2006).

3.2.5. Marchitamiento por *Fusarium*

El hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* generalmente ataca el jitomate antes de la cosecha, iniciando en la parte inferior del tallo y distribuyéndose al resto de la planta causando su muerte. Sin embargo, ocasionalmente puede encontrarse en el fruto, en el que se produce una decoloración del tejido vascular y se generan lesiones, las cuales se cubren de un micelio blanco con tonos rosados, naranjas o hasta violetas (TNAU, 2008; Gleason y Edmunds, 2006; Mahovic *et al.*, 2006).

3.2.6. Antracnosis

Esta enfermedad es producida por varias especies del género *Colletotrichum*. Generalmente se presenta en frutos maduros y se caracteriza por lesiones que inicialmente son redondas, blandas y pequeñas con centro marrón, las cuales posteriormente se expanden, se hunden y se oscurecen, formando anillos concéntricos con pequeños puntos negros en el centro. En condiciones húmedas, las esporas forman áreas que van de tonos crema hasta rosa salmón; varias lesiones pueden unirse causando el deterioro de un área grande que puede ser aprovechada por otros microorganismos para causar la pudrición total del fruto (Kennelly, 2009; Delahaut y Stevenson, 2004; Gleason y Edmunds, 2006).

3.2.7. Moho gris

El microorganismo causal del moho gris es *Botrytis cinerea*. Esta enfermedad puede presentarse en cualquier etapa del desarrollo de la planta, principalmente en condiciones húmedas frías y se considera la enfermedad más importante en invernadero, ya que los daños pueden ser totales. Las condiciones óptimas de desarrollo de *Botrytis cinerea* son temperatura de 18 a 23 °C y humedad relativa superior a 85%. El moho es un patógeno oportunista, ya que aprovecha las lesiones presentes en el fruto para poder penetrarlo y atacarlo; durante la cosecha éste puede estar presente en forma latente y ocasionar lesiones muy pequeñas que no son detectables (pequeños anillos blancos conocidos como marcas fantasma), sin embargo, la infección continua desarrollándose en etapas posteriores produciendo grandes pérdidas. Los frutos contaminados presentan manchas circulares con bordes blancos, seguido de necrosis café-rojiza que posteriormente se cubre de un polvo grisáceo (Álvarez y Delgadillo, 2004; Mahovic *et al.*, 2006).

4. Tecnologías para almacenamiento de jitomate fresco

Existen diversas técnicas para prolongar la vida útil de frutas y hortalizas durante su almacenamiento. Dentro de las tecnologías empleadas se puede encontrar el almacenamiento a bajas temperaturas, uso de atmósferas controladas y modificadas, tratamientos térmicos y películas comestibles, entre otros, algunos de los cuales son descritos a continuación (Quezada *et al.*, 2003; Suslow y Cantwell, 2006; Akbudak *et al.*, 2007; Sosa-Morales *et al.*, 2011).

4.1. Refrigeración

La refrigeración es una técnica en la cual la temperatura del alimento es reducida por debajo de la del ambiente; el calor sensible es retirado del alimento para reducir su temperatura (de acuerdo a su comportamiento frente al frío), actuando sobre los procesos fisiológicos del producto (respiración, maduración, germinación) y de los microorganismos, lo que resulta en la prolongación de la vida útil del alimento (Brennan y Grandison, 2012; Bermúdez, 2000).

El almacenamiento a bajas temperaturas es ampliamente usado para reducir la velocidad de maduración y el daño causado por hongos en frutas y hortalizas, sin embargo, debido a la sensibilidad de los alimentos a temperaturas bajas, pueden ocaionarse daños por frío en los productos refrigerados (Siripatrawan y Assatarakul, 2009). En el caso de los jitomates, el daño por frío puede presentarse cuando son almacenados a temperaturas inferiores a 10 °C por periodos mayores a 2 semanas, y a 5 °C por periodos mayores a 6-8 días; éste se caracteriza por falta de madurez (color y sabor), color irregular, picaduras en la superficie, formación de áreas blandas y oscurecimiento de las semillas; de esta forma existe mayor susceptibilidad de que el

producto sea atacado por microorganismos (Suslow y Cantwell, 2006; El Assi, 2004). Para reducir el daño por frío causado en la refrigeración puede aplicarse en combinación con otras técnicas de conservación tales como tratamientos térmicos, atmósferas controladas y modificadas, entre otras (Siripatrawan y Assatarakul, 2009; El Assi, 2004).

4.2. Tratamientos térmicos postcosecha

El tratamiento térmico postcosecha de frutas y hortalizas es un tratamiento físico no contaminante que retarda el proceso de madurez y controla la actividad de los microorganismos presentes en el alimento, por lo que resulta ser efectivo para controlar el ataque microbiano (principalmente fungico) en productos vegetales, además de inhibir algunas enzimas que causan su deterioro (Akbudak *et al.*, 2007; Sosa-Morales *et al.*, 2011).

Dentro de los tratamientos térmicos postcosecha, se encuentra la inmersión en agua caliente (baños de agua con temperatura superior a 40 °C), exposición a aire caliente (corriente de aire a 45 °C o más) o tratamientos con vapor (similar a la exposición a corriente de aire, pero utilizando aire saturado) (Sosa-Morales *et al.*, 2011).

Akbudak *et al.* (2007) analizaron el efecto de la inmersión en agua caliente (54 °C por 5 minutos) previo al empacado en atmósferas modificadas sobre los parámetros de calidad (pérdida de peso, sólidos solubles totales, firmeza, acidez titulable y contenidos de ácido ascórbico, licopeno y β-caroteno) del jitomate cherry durante su almacenamiento refrigerado (5-7 °C y 90±5% de humedad relativa) y encontraron que el tratamiento con agua caliente en combinación con un bajo contenido de O₂ reducían la pérdida de calidad del producto durante su almacenamiento.

Por otra parte, Soto-Zamora *et al.* (2004), aplicaron un tratamiento con aire caliente (34 ó 38 °C por 34 horas) en jitomate “rhapsody”, y analizaron su efecto sobre la calidad durante el almacenamiento a 4 °C ó 20 °C por más de 4 semanas. Los jitomates sometidos a tratamiento con aire caliente a 38 °C y humedad relativa del 95% por 24 horas, y almacenados a 4 °C por 22 días mostraron daño por frío y bajas cantidades de licopeno. De igual manera, el calentamiento a 34°C tampoco previno el daño por frío en los jitomates almacenados a 4 °C durante 22 días, sin embargo, el daño fue menor que en los tratados a 38 °C, además de obtener un mayor contenido de licopeno. En ambos casos (jitomates tratados a 38 °C y a 34°C) el daño por frío fue mayor que en el control (sin tratamiento) al almacenarlos a 4 °C durante todo el periodo de almacenamiento (22 días).

4.3. Películas y recubrimientos comestibles

Una alternativa para la conservación de frutas y hortalizas es el uso de películas y recubrimientos comestibles, que son envolturas delgadas protectoras (a base de carbohidratos, lípidos y proteínas) que recubren la superficie del alimento y crean una barrera a los gases, reduciendo la cantidad de O₂, aumentando los niveles de CO₂ y resultando en la conservación de la calidad del alimento (Ramos-García *et al.*, 2010).

Los recubrimientos comestibles (RC), son matrices continuas formadas alrededor del alimento, comúnmente por inmersión en la solución del recubrimiento, mientras que las películas comestibles (PC) son matrices preformadas que posteriormente se usan para cubrir el alimento. Ambas (RC y PC) disminuyen el deterioro del producto y además le proporcionan brillo, mejoran la textura de la corteza y disminuyen la pérdida de peso por deshidratación (Ramos-García *et al.*, 2010; Quintero *et al.*, 2010; Amaya *et al.*, 2010). Los RC y PC además de servir como barrera,

funcionan como vehículo para la incorporación de aditivos (antioxidantes, colorantes y antimicrobianos) que le brindan características de funcionalidad al producto (Ramos-García *et al.*, 2010).

En un trabajo realizado por Dávila-Aviña *et al.* (2011), se evaluó el efecto de películas a base de caranauba (Stafresh 2505™) y aceite mineral (Stafresh 151™) sobre la calidad de jitomate bola (cv. Grandela); las películas se aplicaron en el jitomate fresco y en dos estados de madurez (rayados y rojos), y la calidad del jitomate se evaluó a los 0, 5, 10, 15, 21 y 28 días de almacenamiento a una temperatura de 10 °C; para analizar la velocidad de respiración se mantuvieron a 20 °C por 16 días. Ellos obtuvieron que la película a base de caranauba redujo la actividad enzimática del jitomate, y en el caso de la película de aceite mineral éste redujo la velocidad de respiración, los cambios de color, la pérdida de peso y la actividad enzimática en ambos grados de madurez (rayados y rojos), sin afectar su firmeza, acidez y pH, por lo que concluyeron que la película a base de aceite mineral puede conservar la calidad y extender la vida útil del jitomate.

4.4. Tratamientos con ozono

El ozono posee un poder desinfectante que puede incrementar la vida útil de frutas y hortalizas; éste es atribuido a su potencial altamente oxidante que destruye los componentes vitales de las células de los microorganismos (ácidos grasos insaturados, aminoácidos, péptidos y proteínas), además de deteriorar los ácidos nucleicos (Han *et al.*, 2002; Das *et al.*, 2006; Bhat, 2012).

Rodoni *et al.* (2010) evaluaron el efecto del tratamiento con ozono sobre la calidad de jitomate. Los jitomates fueron expuestos a ozono gaseoso a una concentración de 10 µL/L durante 10 minutos, y se observó una

disminución en el deterioro, en el reblandecimiento y en la pérdida de peso del jitomate, sin presentar cambios en el color, en el contenido de azúcares, en la acidez y en la actividad antioxidante.

4.5. Atmósferas controladas y modificadas

Tanto el envasado en atmósferas modificadas (EAM) como el almacenamiento en atmósferas controladas (AC) son usados para incrementar la vida útil de productos vegetales y reducir la presencia de microorganismos patógenos relacionados con el consumo de frutas y hortalizas frescas o mínimamente procesadas (Das *et al.*, 2006).

El envasado en atmósferas modificadas consiste en la modificación de los niveles de O₂ y CO₂ de la atmósfera con el propósito de reducir la respiración y la producción de etileno, retardar la maduración y el reblandecimiento, y disminuir los cambios asociados con la madurez de frutas y hortalizas, alargando así su vida útil (Das *et al.*, 2006).

La modificación de la atmósfera puede crearse de dos maneras: pasiva (intercambio entre la respiración del fruto con el medio, utilizando un material adecuado) o activa (inyección de mezcla específica de gases), para lograr los niveles de O₂ (3-8%) y CO₂ (2-5%) adecuados para reducir la respiración del producto (Das *et al.*, 2006). Este método es comúnmente empleado para mantener la calidad de frutas y hortalizas; sin embargo, por sí solo no tiene la capacidad suficiente para extender su vida útil, y resulta conveniente combinarlo con otras técnicas (Corbo *et al.*, 2004; Akbduak y Akbudak, 2007).

Por otra parte, según Baugher y Singha (2003), el almacenamiento en AC consiste en alterar la concentración de gases atmosféricos dentro de una cámara de refrigeración en la

cual se almacenan frutas y hortalizas con el objetivo de extender su vida útil.

El jitomate es un fruto climatérico, que aún después de ser cosechado, continúa con el proceso de respiración e incrementando la producción de etileno, lo cual impacta en los atributos de calidad (color y reblandecimiento del tejido) (Akbudak *et al.*, 2007). Tanto EAM como AC han sido aplicadas en jitomate, principalmente en la variedad cherry, con el objetivo de incrementar la vida útil durante su almacenamiento (Akbudak *et al.*, 2007; Das *et al.*, 2006; Gómez y Camelo, 2002; Siripatrawan y AssatarakuL, 2009).

Gómez y Camelo (2002), determinaron el efecto del almacenamiento en atmósferas controladas de jitomate Diva, sobre el color y firmeza del mismo; ellos emplearon 3 niveles de baja concentración de O₂ (1, 3 y 5%) y un testigo (21 %, completando hasta el 100% con N₂). Encontraron que, conforme la concentración de O₂ disminuyó, los cambios en color y firmeza se redujeron, alcanzando los niveles más aceptables por el consumidor a los 7, 12, 14 y 21 días de almacenamiento con 21%, 5%, 3% y 1% de O₂, respectivamente.

Conclusiones

De acuerdo a la investigación realizada, se señala que en México las variedades más representativas de jitomate son la variedad cherry, bola y saladette. Este producto agrícola es rico en antioxidantes como: vitamina C, licopeno y carotenoides, los cuales pueden ayudar a la prevención de cáncer. El jitomate puede ser atacado principalmente por hongos y bacterias que producen diferentes enfermedades en el fruto, sin embargo, la enfermedad de mayor importancia, sobre todo cuando son producidos en invernadero, es el moho gris (manchas circulares cubiertas con polvo grisáceo) causado por *Botrytis cinerea*.

Diversos autores han reportado el uso de tecnologías de conservación tales como refrigeración, tratamientos térmicos, atmósferas controladas y modificadas, tratamientos con ozono y películas comestibles para alargar la vida útil del jitomate; sin embargo cabe mencionar que ningún método por sí solo logra mantener las características físicas (color y textura) y antioxidantes del producto, por lo que es necesario combinar estas técnicas para obtener una mejor calidad.

Agradecimientos

La autora C.M. Notario-Medellín, agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), por el apoyo y financiamiento de sus estudios de posgrado.

Referencias

- Aherne, A. S. A., Jiwan, M. A., Daly, T. y O'Brien, N. M. 2009. Geographical Location has Greater Impact on Carotenoid Content and Bioaccessibility from Tomatoes than Variety. *Plant Foods for Human Nutrition.* 64:250-256.
- Akbudak, B. y Akbudak, N. 2007. Effects of hot water treatment and modified atmosphere packaging on the quality and cold storage life of cherry tomatoes. *Journal of Food Science and Technology.* 44: 216–219.
- Akbudak, B., Akbudak, N., Seniz, V. y Eris, A. 2007. Sequential treatments of hot water and modified atmosphere packing in cherry tomatoes. *Journal of Food Quality.* 30:896-910.
- Álvarez, R. y Delgadillo, F. 2004. Enfermedades del tomate y chile Bell. *Memorias del IV Simposio Cerkauskas, R. 2005. Tomato Diseases. Soft Rot. AVRDC. The World Vegetable Center. Fact Sheet. En* http://www.avrdc.org/pdf/tomato/soft_rot.pdf*, accesada 10/04/2012*
- Corbo, M. R., Altieri, C., Amato, D., Campaniello, D., Del Nobile, M. A. y Sinigaglia, M. 2004. Effect of temperature on shelf life and microbial population of Nacional de Horticultura. *Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción.* Torreón, Coah, México. 13-15 Octubre 2004.
- Amaya, P., Peña, L., Mosquera, A., Villada, H. y Villada, D. 2010. Efecto del uso de recubrimientos sobre la calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*). *Dyna.* 77(162):67-73.
- Bartz, J. y Brecht, J. 2005. Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables. Segunda edición. Taylor & Francis e-Library. EE.UU. 816 p
- Baugher, T. A. y Singha, S. 2003. *Concise encyclopedia of temperate tree fruit.* Food Products Press, EE.UU. 313 p.
- Bayer CropScience. 2010. *Enfermedades de conservación del tomate.* En <http://oberon.bayercropscience.es/Conservaciontomate.pdf>, accesada 18/02/2012.
- Bermúdez, V. 2000. *Tecnología Energética SPUPV / Universidad Politécnica de Valencia.* Universidad Politécnica de Valencia, España. 303 p.
- Libro docente
- Bhat, R. 2012. *Progress in Food Preservation.* WILEY-BLACKWELL. U.K. 238 p.
- Borguini, R. y Ferraz, E. 2009. Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. *Food Reviews International.* 25:313–325.
- Brennan, J. G. y Grandison, A. S. 2012. *Food Processing Handbook.* Segunda edición. WILEY-VCH, Singapur. 131 p
- Bugianesi, R., Salucci, M., Leonardi, C., Ferracane, R., Catasa, G., Azzini, E. y Maiani, G. 2004. Effect of domestic cooking on human bioavailability of naringenin, chlorogenic acid, lycopene and β-carotene in cherry tomatoes. *European Journal of Nutrition.* 43:360-366.
- Candelas, M., Alanís, M. G. J. y Del Rí, F. 2006. Cuantificación de licopeno y otros carotenoides en tomate y polvo de tomate. *Revista Mexicana de Agronegocios.* 10(19):1-11
- Costa, J. M. y Heuvelink, E. 2005. Introduction: the tomato crop and industry. En: E. Heuvelink (Ed). *Crop production science in horticulture 13. Tomatoes.* CABI Publishing. London, UK. pp. 1-19.
- lightly processed cactus pear fruit. *Postharvest Biology and Technology.* 31: 93–104.

- Das, E., Güaraka, G. C. y Bayindirli. 2006. Effect of controlled atmosphere storage, modified atmosphere packing and gaseous ozone treatment on eh survival of *Salmonella Enteritidis* on cherry tomatoes. *Food Microbiology*. 23:430-438.
- Dávila-Aviña, J. E. J., Villa-Rodriguez, J., Cruz-Valenzuela, R., Rodriguez-Armenta, M., Espino-Díaz, M., Ayala-Zavala, J. F., Olivas-Orozco, G. I., Heredia, B. y González-Aguilar, G. 2011. Effect of Edible Coatings, Storage Time and Maturity Stage on Overall Quality of Tomato Fruits. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 6 (1): 162-171.
- Delahaut, K. y Stevenson, W. 2004. *Tomato disorders: Post-harvest fruit diseases*. University of Wisconsin System. En <http://learningstore.uwex.edu/assets/pdfs/A3799.PDF>, accesada 4/04/2012.
- El Assi, N. M. 2004. Alleviating chilling injury and maintain quality of tomato fruit by hot water treatment. *Journal of Agricultural Science*. 16 (1) 1-7.
- FAO. 2010. INFOODS Food Composition Database for Biodiversity, version 1.0. En http://www.fao.org/infooods/tables_int_en.stm Accesada 9/02/2012
- FAOSTAT. 2011. *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Food and Agricultural commodities production*. En <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, accesada 9/02/2012.
- Gleason, M. y Edmunds, B. 2006. *Tomato Diseases and disorders*. Iowa State University. University Extension. En http://www.extension.iastate.edu/publications/pm12_66.pdf, accesada 2/04/2012.
- Gómez, P. A., y Camelo, A. F. L. 2002. Calidad postcosecha de tomates almacenados en atmósferas controladas. *Horticultura Brasileira*. 20(1):38-43.
- Greenwald, P., Clifford, C. K. y Milner, J. A. 2001. Dieta y prevención del cáncer. *European Journal of Cancer*. 1:365-382.
- Han, Y., Floros, J. D., Linton, R. H., Nielsen, S. S. y Nelson, P. E. 2002. Response surface modeling for the inactivation of *E.coli* O157:H7 on green peppers (*Capsicum annuum*) by ozone gas treatment. *Journal of Food Science*. 67(3):1188-1193.
- Ilhay, R., Hdider, Ch., Lenucci, M. S., Tlili, I. y Dalessandro, G. 2011. Phytochemical composition and antioxidant activity of high-lycopene tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars grown in southern Italy. *Scientia Horticulturae*. 127:255-261.
- INEGI. 2011. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. *Volumen de producción de tomate rojo (jitomate)*. En http://www2.inegi.org.mx/sistemas/mapematicome_xicocifras3d/default.aspx?e=0&m=0&src=0&sec=M&ind=1009000032&enn=Estados%20 Unidos%20Mexicanos&ani=2009, accesada 9/02/2012.
- Jacob, K., García-Alonso, F. J., Ros, G. y Periago, M.J. Stability of carotenoids, phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant capacity of tomatoes during thermal processing. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 60(2):192-198
- Kader, A. A. 2011. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California. Agricultural and Natural Resources. En http://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=O1zhx2OWftQC&oi=fnd&pg=PR7&dq=postharvest+technology+of+horticultural+crops+pdf&ots=4fv04lwIBO&sig=Qlb1dIAzA5VddD5wny5Y_l6VkRg#v=onepage&q&f=true, accesada 10/04/2012.
- Kennelly, M. 2009. Tomato Leaf and Fruit Diseases and Disorders. Kansas State University. Plant Pathology. L721. En <http://www.ksre.ksu.edu/library/plant2/l721.pdf>, accesada 4/04/2012
- Liu, R. H. 2004. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *The Journal of Nutrition*. 134:3479S-3485S.
- Mahovic, M. J., Sargent, S. A., Bartz, J. A. y Lon, E. 2006. *Identificación y control postcosecha de las enfermedades del tomate en la florida*. Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/HS/HS33400.pdf>, accesada 19/02/2012.
- Moreno, Y. 2010. *Diversidad morfológica y agronómica de poblaciones nativas de jitomate del centro, sur y sureste de México*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 129 p.
- Muratore, G., Licciardello, F. y Maccarone, E. 2005. Evaluation of the chemical quality of new type of small-sized tomato cultivar, the plum tomato (*Lycopersicon lycopersicum*). *Italian Journal of Food Science*. 1(17):75-81.
- Ontario CropIPM, 2009. Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs. *Black Mold (Alternaria Fruit Rot)*. En: <http://www.omafra.gov.on.ca/IPM/english/tomatoes/diseases-and-disorders/black-mold.html#advanced>, accesada 2/04/2012.

- Perera, C. O. y Yen, G. M. 2007. Functional properties of carotenoids in human health. *International Journal of Food Properties.* 10:201-230.
- Productores de Hortalizas. 2006. *Plagas y enfermedades del tomate.* Guía de identificación y manejo. www.hortalizas.com, accesada 9/02/2012.
- Quezada, J., Díaz, M., Gutiérrez, M., y Debeaufort, F. 2003. Application of edible coatings to improve shelf-life of Mexican guava. *Acta Horticultura* 599:589-594. Citado en Ramos-García, M.L., Bautista-Baños, S., Barrera-Necha, L.L., Bosquez-Molina, E., Alia-Tejacal, I. y Estrada-Carrillo, M. 2010. Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología* 28: 44- 57.
- Quintero, C., Falguera, V. y Aldemar, H. 2010. Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Tumbaga.* 5:93-118.
- Ramos-García, M. L., Bautista-Baños, S., Barrera-Necha, L. L., Bosquez-Molina, E., Alia-Tejacal, I. y Estrada-Carrillo, M. 2010. Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología* 28:44- 57.
- Riboli, E. y Norat, T. 2003. Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetable on cancer risk. *American Journal of Clinical Nutrition* 78(suppl):559S-69S.
- Rodoni, L., Casadel, N., Concellón, A. Chaves, A. R. y Vicente, A. R. 2010. Effect of short-term ozone treatments on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit quality and cell wall degradation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 58:594-599.
- SIAP. 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. *Anuario Agropecuario.* http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=261&Itemid=429, accesada 9/02/2012.
- Singh, P. y Goyal, G.K. 2008. Dietary lycopene: its properties and anticarcinogenic effects. *Comprehensive reviews in food science and food safety.* 7:255-270.
- Siripatrawan, U. y Assatarakul, K. 2009. Methyl jasmonate coupled with modified atmosphere packing to extend shelf life tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill,) during cold storage. *Institute of Food Science and Technology.* 44:1065-1071.
- Sosa-Morales, M. E., López-Malo, A. y García, H. S. 2011. *Postharvest Heat Treatments in Fruits. Advances in Post-Harvest Treatments and Fruit Quality and Safety.* Nova Science Publishers, Inc. New York. pp 31-39.
- Soto-Zamora, G., Yahia, E. M., Brecht, J. K. y Gardea, A. 2004. Effects of postharvest hot air treatment on the quality “rhapsody” tomato fruit. *Journal of Food Quality.* 28:492-504.
- Strazzullo, G., De Giulio, A., Tommonaro, G., La Pastina, C., Poli, A., Nicolaus, B. y De Prisco, R. 2007. Antioxidant activity and lycopene and beta-carotene contents in different cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *International Journal of Food Properties.* 10:321-329.
- Suslow, T. V. y Cantwell, M. 2006. Tomato. *Technology Research and Information Center.* Department of Plant Sciences. University of California. Davis, CA.
- TNAU. 2008. TamilNadu Agricultural University. Coimbatore. *Post harvest diseases: tomato.* En http://agritech.tnau.ac.in/crop_protection/crop_prot_crops%20diseases_postharvest_tomato.html, accesada 2/04/2012.
- USDA. 2012. United States Department of Agriculture. *Natural Resources Conservation Service. Clasification.* En <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=SOLY2>, accesada 9/02/2012.
- Zanfini, A., Dreassi, E., La rosa, C., Addario, C. y Corti, P. 2007. Quantitative variations of the main carotenoids in Italian tomatoes in relation to geographic location, harvest time, varieties and ripening stage. *Italian Journal of Food Science.* 19(2):181-190.