

Un tesoro perecedero en México: el tomate, tecnologías para prolongar su vida de anaquel¹

A perishable treasure in Mexico: tomato, technologies to prolong its shelf- life

Judith Ruiz Martínez,¹ António A. Vicente,² Julio César Montañéz Saenz,³
Raúl Rodríguez Herrera⁴ y Cristóbal Noé Aguilar González⁵

Revisión Científica

Ruiz Martínez, J.; Vicente, A.A.; Montañéz Saenz, J.C.; Rodríguez Herrera, R. y Aguilar González, C.N. Un tesoro perecedero en México: el tomate, tecnologías para prolongar su vida de anaquel. 54, 42-48, 2012.

RESUMEN

El tomate, a pesar de ser uno de los frutos de mayor consumo en todo el mundo y de gran importancia en México, presenta grandes pérdidas en postcosecha. A lo largo de los años se han empleado diversas técnicas para su conservación, las cuales abarcan desde bajas temperaturas y sustancias químicas hasta la aplicación de empaques para atmósferas modificadas (MAP) o de cubiertas comestibles a base de lípidos, polisacáridos y proteínas, con lo que se prolonga su vida de anaquel, siendo las cubiertas comestibles compuestas, con la adición de agentes antioxidantes, el método más utilizado. Aún se requieren de mayores estudios que permitan la obtención de un método que resuelva las pérdidas de toma-

Palabras clave: tomate, pérdidas postcosecha, cubiertas comestibles, conservación, calidad.

Key words: tomato, postharvest losses, edible coatings, preservation, quality.

Recibido: 6 de Enero de 2012, aceptado: 4 de Abril de 2012

¹ Departamento de investigación en alimentos. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México, judith_0205@hotmail.com.

² IBB-Institute for Biotechnology and Bioengineering, Centre of Biological Engineering, Universidade do Minho, Campus Gualtar 4710-057, Braga, Portugal, avicente@deb.uminho.pt.

³ Departamento de investigación en alimentos. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México, julio.montanez@uadec.edu.mx.

⁴ Departamento de investigación en alimentos. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México, rrh961@hotmail.com.

⁵ Departamento de investigación en alimentos. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México, cristobal.aguilar@uadec.edu.mx.

te en postcosecha y contribuya al mejoramiento de la economía de países en desarrollo que lo producen y comercializan. En este documento se analiza y describe la importancia del tomate, así como las técnicas que se han estado empleando con el fin de prolongar su vida de anaquel.

ABSTRACT

Despite being one of the most consumed fruits worldwide, and one of the most important products in countries like Mexico, tomato fruit still presents huge postharvest losses. Through the years, there have been multiple techniques used for its preservation, from low temperatures and chemical substances, to modified atmospheres achieved with modified atmosphere packaging (MAP), or with the application of edible coatings made from several compounds (lipids, polysaccharides and proteins) that prolong the shelf life of tomato. Composite edible coatings, added with antioxidant agents, are among the most promising techniques. Nevertheless, more research efforts are needed to obtain a method that could solve the tomato loss issues and contribute to the economic improvement of developing countries that produce and commercialize them. This paper analyzes and describes the importance of tomato, as well as the techniques that have been used, aimed at extending its shelf life.

INTRODUCCIÓN

El tomate o jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una planta perenne en forma de arbusto que se cultiva anualmente y puede desarrollarse de

forma rastrera, semi-erecta o erecta. Es uno de los frutos que contiene mayor cantidad de vitaminas y minerales, tiene bajo valor calórico y se caracteriza por un elevado contenido de agua, de 90 a 94%. Además, se reportan importantes contenidos de azúcares solubles (fructosa, glucosa y sacarosa), menor proporción de proteínas, fibra, ácidos orgánicos (cítrico y málico) y licopeno (Fernández-Ruiz *et al.*, 2004).

México es de los mayores productores de tomate a nivel mundial y el primero en exportación de dicho fruto. El cultivo, la cosecha y la comercialización del tomate genera millones de empleos de manera directa e indirecta, sin embargo, es una de las hortalizas que presenta mayores pérdidas de hasta un 50% del total de la producción por deterioro, tanto por factores físicos como biológicos (Bombelli y Wright, 2006). El objetivo de la presente revisión es describir la importancia del tomate, así como las técnicas que se han estado empleando con el fin de prolongar su vida de anaquel.

Generalidades

Los tomates son diversos en tamaño y forma, sin embargo, una de las formas que prevalece es la elongada (Brewer *et al.*, 2007). Las plantas se encuentran recubiertas por una capa que las protege del medio exterior, la cutícula. Ésta es químicamente heterogénea en la naturaleza, se encuentra formada básicamente de una fracción lipídica, que es soluble en solventes orgánicos, y otra matriz insoluble, la cutina, la cual forma el entramado presente en la cutícula. La cutina es un biopolímero formado principalmente de la inter-esterificación de los ácidos hidroxialcanóicos C16 y C18, que diversos estudios señalan como un polímero amorfo reticulado (Matas *et al.*, 2004).

Los tomates son una buena fuente de moléculas bioactivas, especialmente carotenoides, de los cuales destaca el licopeno, lo que les confiere no sólo un alto valor nutricional, sino también propiedades benéficas para la salud por su gran actividad antioxidante, aportando un importante valor añadido desde el punto de vista del consumidor (Colle *et al.*, 2010). El licopeno representa un compuesto interesante para la industria de los alimentos, al utilizarlo como colorante, así como en la industria farmacéutica para prevención del cáncer y en la elaboración de cosméticos (Inserra, 2008). Además de los carotenoides, el tomate contiene una gran variedad de

antioxidantes, que son compuestos que inhiben las reacciones de oxidación. El contenido de antioxidantes del tomate depende principalmente de factores genéticos, ambientales y estado de maduración (Javanmardi y Kubota, 2006).

Los cultivos de tomate pertenecen a los de mayor comercialización en todo el mundo y el de mayor valor económico (INFOAGRO, 2011). Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción de los últimos años se debe, principalmente, al aumento en el rendimiento y, en menor proporción, al aumento de la superficie cultivada (FAO, 2009).

México se encuentra en el décimo lugar a nivel mundial en la producción de tomate, sin embargo, ocupa el primer lugar en exportación del fruto según datos de la SAGARPA (2011a); su principal mercado es Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) con 95%. Los estados con mayor aportación son Sinaloa, Baja California, Michoacán, Zacatecas y Jalisco, como se muestra en la figura 1 (SIAP, 2011); juntos totalizan 68% de la producción nacional (FAOSTAT, 2011).

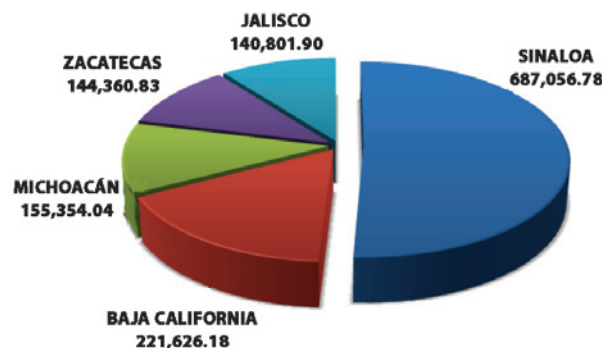


Figura 1. Estados con mayor producción de tomate en México (valores en toneladas) (SIAP, 2011).

En México, la oferta de tomate es sustentable con una producción de 2 millones de toneladas promedio al año, con activos rurales de un poco más de 70 mil hectáreas dedicadas a la siembra del tomate. Los tipos de tomate más importantes producidos, tanto a campo abierto como en agricultura protegida, son el tipo Saladette (el más producido), seguido por los tipos Bola (steak), Cherry, en Racimo y otras especialidades como los tipos Mimi y Campari (SAGARPA, 2011b), siendo el tomate Cherry el de mayor exportación, tanto a Estados Unidos y Canadá como a Japón (INEGI, 2009).

Calidad

La calidad, es uno de los elementos más importantes de los productos de cualquier categoría, en términos del tomate, se refiere al cumplimiento de los atributos sensoriales y fisiológicos del fruto. La Norma Mexicana para productos alimenticios no industrializados para consumo humano para tomate, NMX-FF-031-197-SCFI, determina la clasificación con base en los grados de calidad del fruto, denotando al producto como México 1, México 2 y México 3. Para lo cual, se analizan factores como el color, sabor, apariencia y textura, así como de la minimización de riesgos biológicos, químicos y físicos para la salud humana, animal y vegetal (SAGARPA, 2010). El estándar de calidad del tomate se basa, primordialmente, en la uniformidad y en la ausencia de defectos de crecimiento y manejo. El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial. En cuanto a la forma deseable del producto, se considera que debe ser redondo, forma globosa, globosa aplanada u ovalada, dependiendo del tipo, tener un color uniforme que vaya de anaranjado a rojo intenso, sin hombros verdes. Su apariencia debe ser lisa y con cicatrices pequeñas correspondientes a la punta floral y al pedúnculo, no debe presentar grietas de crecimiento, quemaduras de sol, daños por insectos, ni daño mecánico o magulladuras, además de ser firme al tacto, es decir, no estar suave ni deformarse fácilmente debido a sobremadurez.

Los tomates en estado verde maduro pueden almacenarse antes de que ocurra la maduración, a 12.5 °C durante 14 días, sin reducción significativa de su calidad sensorial y desarrollo de color. La pudrición puede aumentar si se les almacena más de dos semanas a esta temperatura. Después de alcanzar el estado maduro firme, la vida es generalmente de 8 a 10 días si se aplica una temperatura entre 7 y 10 °C. Durante la distribución comercial, es posible encontrar que se aplican temperaturas de tránsito o de almacenamiento de corto plazo inferiores a lo recomendado, por lo que es muy probable que ocurra daño por frío después de algunos días (IN-FOAGRO, 2011).

Enfermedades

Entre los patógenos que causan enfermedades al tomate en postcosecha podemos encontrar a hongos como *Geotrichum candidum*, responsable de la pudrición ácida del tomate, así como

Rhizopus stolonifer Ehrenb. (Ex Fr.) Lind, donde se presentan formaciones llenas de agua y exudación de líquido. También destaca la presencia de *Alternaria arborescens* y *Stemphylium botryosum*, causando ambos la pudrición de moho negro. Por otra parte, el moho gris o pudrición del fruto por *Botrytis cinerea* impide que se lleve a cabo una maduración satisfactoria del fruto, ocasionando que la fruta afectada no sea vendible. La pudrición por *Fusarium oxysporum* se desarrolla en forma de ramillete algodonado de micelio blanco, que tiene tonalidades que van desde sombras de rosado y de anaranjado a violeta (Mahovic *et al.*, 2009).

En cuanto a las bacterias que causan deterioro, la más común y agresiva es *Erwinia carotovora*, causante de la pudrición blanda de los tomates. Afortunadamente estas bacterias no pueden penetrar directamente a través de la piel cerosa de un tomate, sin embargo, la presencia de pequeñas magulladuras le permiten infectar los tejidos del fruto. Ciertas especies de *Pseudomonas*, *Xanthomonas* y *Bacillus* pueden causar pudrición blanda en los tomates, con un modo de acción y signos, similares a los de *Erwinia* (Mahovic *et al.*, 2009).

Uno de los principales virus que causan enfermedades en este fruto es el virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV) (De la Torre *et al.*, 2002), el cual ha sido identificado en tomate proveniente del estado de Sinaloa, observándose síntomas diferentes tales como necrosis, clorosis, enaciones, atrofiados y lesiones locales (Contreras *et al.*, 2007). Además de verse afectados los frutos por insectos, entre los que destacan los pulgones, mosca blanca, orugas, gusanos y minador de la hoja (Productores de hortalizas, 2006).

Conservación

Para combatir los diferentes factores que ocasionan deterioro en los tomates y conservar su calidad, se han empleado diversos métodos, entre los que se encuentran el uso de bajas temperaturas, tratamientos químicos y atmósferas modificadas, estas últimas obtenidas mediante la aplicación de empaques para atmósferas modificadas (MAP) y controladas o cubiertas comestibles.

El tomate se almacena a bajas temperaturas (10-15 °C) con la finalidad de prolongar su vida de anaquel. Sin embargo, por debajo de los 12.5 °C, los tomates pueden ser afectados por daño por enfriamiento, el cual es un término que se uti-

liza para describir el daño físico que ocurre en diversas plantas y productos vegetales como resultado de su exposición a bajas temperaturas, sin llegar a la congelación (Luengwilai *et al.*, 2012). La severidad de este daño es mayor en los tomates verdes que en los rojos y aumenta conforme al tiempo de almacenamiento y temperatura (Lu *et al.*, 2010).

Por otra parte, se han utilizado tratamientos químicos empleando soluciones de bicarbonato de potasio a bajas concentraciones por debajo de 2% para evitar fermentaciones, controlar el pH y para desarrollar texturas y sabores deseados, al mismo tiempo, resulta eficiente contra contaminación por bacterias y levaduras. Sin embargo, Bombelli y Wright (2006) reportan que el empleo exclusivo de bicarbonato de potasio no mejora la calidad de los tomates durante la postcosecha, por lo que el empleo de este tratamiento se considera que pudiera ser factible solamente al adicionarlo a algún otro componente, como las ceras.

En cuanto a MAP, uno de los métodos empleados son los empaques para atmósferas de esta clase, lo cual se refiere a la utilización de materiales especializados de empaque para contener un producto con una composición de gases específica que permite prevenir o retardar el deterioro postcosecha. Se han relacionado los cambios bioquímicos y fisiológicos con la alteración favorable del contenido de O₂ y CO₂ en los productos. La combinación de niveles bajos de O₂ en películas de empaque y tratamiento térmico afectan el desarrollo de color en los tomates mediante varias vías. La aplicación adicional de calor, que inhibe parcialmente el desarrollo de color y los niveles bajos de oxígeno, hace este proceso más eficiente, aunque los mecanismos por los cuales se logra la acción sinérgica de estos factores resulta aún desconocida (Ali *et al.*, 2004). La aplicación de MAP en tomate es efectiva para el mantenimiento de la calidad tanto del fruto completo (figura 2) como cortado (Bailén *et al.*, 2006).

Las atmósferas controladas se han utilizado también para la conservación de los tomates, principalmente en estado verde, previniendo el ataque de bacterias como *Salmonella enteritidis* (Das *et al.*, 2006). Otro de los métodos de conservación de los tomates es la aplicación de cubiertas comestibles. Dichas cubiertas se definen como capas finas de cera u otro material que se



Figura 2. Aplicación de empaque con atmósferas modificadas para la conservación del tomate completo (Bestpackaging, 2010).

aplican sobre la superficie de los alimentos; han sido empleadas desde hace más de 800 años (Rahman, 2008). Una cubierta comestible debe garantizar la estabilidad del alimento y prolongar su vida útil.

De acuerdo a las condiciones de almacenamiento de frutas y hortalizas se deben considerar algunos factores tanto mecánicos y químicos que se involucran en el diseño de las cubiertas comestibles (Miranda, 2003). Las cubiertas comestibles pueden ser elaboradas a partir de biopolímeros, como polisacáridos, proteínas y lípidos, los cuales presentan bondades como su biodegradabilidad, comestibilidad, apariencia estética, buenas propiedades de barreras contra el oxígeno y vapor de agua, además de que en muchas ocasiones son obtenidos de residuos, lo que los hace altamente redituables.

Con base en su composición, las cubiertas pueden ser clasificadas en tres categorías, las hidrocoloidales, las lipídicas y las compuestas. Las hidrocoloidales son elaboradas a base de polisacáridos o proteínas, los cuales presentan baja permeabilidad al oxígeno, dióxido de carbono y lípidos, pero alta permeabilidad al vapor de agua, debido a la naturaleza hidrofílica (Krochta *et al.*, 1994).

Se ha demostrado la efectividad del uso de cubiertas a base de polisacáridos, como el quitosán y la goma arábiga, para retardar la maduración del tomate y reducir la incidencia de su pudrición (Ghaouth *et al.*, 1992; Casariego *et*

al., 2008). Sin embargo, en el caso de la goma arábica, se requiere de mayores estudios sobre el intercambio de gases en el fruto, además de establecer la influencia de la cubierta sobre el crecimiento microbiano y sobre los procesos fisiológicos relacionados con el tomate (Ali *et al.*, 2010).

Por su parte, las cubiertas lipídicas, gracias a su hidrofobicidad, presentan baja permeabilidad al vapor de agua, por lo cual resultan efectivas para preservar la calidad de los tomates (Dávila Aviña *et al.*, 2011). Las ceras comestibles son significativamente más resistentes al transporte de humedad que la mayoría de las películas elaboradas con otro tipo de lípidos, incluso de las que no son elaboradas con lípidos. La aplicación de una capa de lípidos como suplemento en la superficie de frutas reemplaza las ceras naturales de la cutícula, las cuales pueden ser parcialmente removidas durante el lavado. Las ceras naturales que se aplican a productos perecederos frescos para reducir la transpiración son: cera de abejas, cera de carnauba, cera de candelilla y cera de salvado de arroz, entre otras (Bósquez Molina y Vernon Carter, 2005).

Los modelos de cubiertas compuestas están elaboradas con la mezcla de proteínas y lípidos o polisacáridos y lípidos. En la actualidad, las investigaciones se han focalizado sobre este tipo de cubiertas porque combinan las ventajas de cada uno de los componentes utilizados, reduciendo así sus desventajas, como la elevada permeabilidad a la humedad de las cubiertas proteicas y glicerol (Kim *et al.* 2001; Durango *et al.*, 2011). Se han realizado estudios donde se prueba la combinación de proteína de soya, ácido oléico, carboximetil celulosa y glicerol, con la adición de benzoato de potasio, obteniéndose resultados favorables para prolongar la vida de anaquel de los tomates (Nandane y Jain, 2011). Galietta *et al.* (2005) reportan el empleo exitoso de proteínas de suero de leche en combinación con monoestearato de glicerilo acetilado para la conservación de tomates.

El hallazgo más reciente dentro del campo de las cubiertas comestibles compuestas se refie-

re a la implementación de aditivos y elementos bioactivos como antioxidantes, tales como el ácido elágico (Ochoa, *et al.*, 2011) y antimicrobianos. La tendencia actual de obtención de dichos compuestos es a partir de residuos industriales y aceites esenciales de diversas plantas (Sánchez González *et al.*, 2011), lo cual representa una opción de bajo costo, al incluir materias primas de deshecho y que además han demostrado ser útiles en la protección de los frutos contra patógenos (Campos *et al.*, 2011).

Aunque existen abundantes reportes sobre recubrimientos comestibles (Cerqueira *et al.*, 2009; Jiang *et al.*, 2010; Janharasskul *et al.*, 2011; Bonilla *et al.*, 2012), se requieren de mayor cantidad de estudios, en particular, referentes a su aplicación *in vivo* (Galietta *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

A pesar de que se han aplicado diversos métodos para la conservación del tomate, éste sigue presentando pérdidas. Si bien, la utilización de cada una de las tecnologías de manera individual resulta eficiente, la tendencia actual se basa en el uso sinérgico de las tecnologías de conservación, como las bajas temperaturas con atmósferas modificadas (Tano *et al.*, 2007) y recubrimientos comestibles, estos últimos, a su vez, formulados mediante la mezcla de diversos elementos como proteínas, polisacáridos, lípidos y antioxidantes que ayuden a fortalecer las barreras naturales del fruto para su conservación, obteniendo así productos de mejor calidad y valor nutritivo. El aprovechamiento de residuos agroindustriales para la obtención de moléculas bioactivas, como los antioxidantes, con los cuales pueda llevarse a cabo la formulación de mejores recubrimientos comestibles, que además de proporcionar beneficios a la salud humana, otorguen protección a los frutos, representa una buena alternativa para la reducción de pérdidas en postcosecha de hortalizas como el tomate, con lo cual se logre fortalecer la economía de los productores y por ende, la economía de los países en desarrollo que lo producen y comercializan, como México.

LITERATURA CITADA

- ALI, S.; NAKANO, K.; MAEZAWA, S., Combined effect of heat treatment and modified atmosphere packaging on the color development of cherry tomato. *Postharvest Biology and Technology*, 34: 113-116, 2004.
- BAILÉN, G.; GUILLÉN, F.; CASTILLO, S.; SERRANO, M.; VALERO, D.; MARTÍNEZ ROMERO, D., Use of Activated Carbon inside Modified atmosphere packages to maintain tomato fruit quality during cold storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 2229-2235, 2006.
- BOMBELLI, E.; WRIGHT, E., Tomato fruit quality conservation during post-harvest by application of potassium bicarbonate and its effect on *Botrytis cinerea*. *Ciencia e Investigación Agraria*, 33: 167-172, 2006.
- BONILLA, J.; ATARÉS, L.; VARGAS, M.; CHIRALT, A., Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: possibilities and limitations. *Journal of Food Engineering*, 110: 208-213, 2012.
- BÓSQEZ MOLINA, E.; VERNON CARTER, E.J., Efecto de plastificantes y calcio en la permeabilidad al vapor de agua de películas a base de goma de mezquite y cera de candelilla. *Revista Mexicana de Ingeniería química*, 4: 157-162, 2005.
- BREWER, M.T.; MOYSEENKO, J.B.; MONFORTE, A.J.; VAN DER KNAAP, E., Morphological variation in tomato: a comprehensive study of quantitative trait loci controlling fruit shape and development. *Journal of Experimental Botany*, 58 (6): 1339-1349, 2007.
- CAMPOS, C.; GERSCHENSON, L.; FLORES, S., Development of Edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food and Bioprocess Technology*, 4: 849-875, 2011.
- CASARIEGO, A.; SOUZA, B.W.S.; VICENTE, A.A.; TEIXEIRA, J.A.; CRUZ, L.; DÍAZ, R., Chitosan coating surface properties as affected by plasticizer, surfactant and polymer concentrations in relation to the surface properties of tomato and carrot. *Food Hydrocolloids*, 22: 1452-1459, 2008.
- CERQUEIRA, M.; LIMA, A.; TEIXEIRA, J.; MOREIRA, R.; VICENTE, A., Suitability of novel galactomannans as edible coatings for tropical fruits. *Journal of Food Engineering*, 94: 372-378, 2009.
- COLLE, I.; LEMMENS, L.; TOLESA, G.; VAN-BUGGENHOUT, S.; DE-VLEESCHOUWER, K.; VAN-LOEY, A.; HENDRICKX, M., Lycopene degradation and isomerization kinetics during thermal processing of an olive oil/tomato emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 12784-12789, 2010.
- CONTRERAS, R.; DEPESTRE, T.; RODRÍGUEZ, Y. El virus del bronceado del tomate (TSWV) y su incidencia en el cultivo del pimiento. *Temas de ciencia y tecnología*, 11(32): 33-39, 2007.
- DAS, E.; GÜRAKAN, G.C.; BAYINDIRLI, A., Effect of controlled atmosphere storage, modified atmosphere packaging and gaseous ozone treatment on the survival of *Salmonella enteritidis* on cherry tomatoes. *Food microbiology*, 23(5): 430-438, 2006.
- DÁVILA AVIÑA, J.E.; VILLA RODRÍGUEZ, J.; CRUZ VALENZUELA, R.; RODRÍGUEZ ARMENTA, M.; ESPINO DÍAZ, M.; AYALA ZAVALA, J.F.; OLIVAS OROZCO, G.I.; HEREDIA, B.; GONZÁLEZ AGUILAR, G., 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, 2011.
- DE LA TORRE, R.; CERVANTES, L.; HOUSTON, H.; VALVERDE, R., Variación fenotípica de algunos aislamientos mexicanos del virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV). *Agrociencia*, 36(2): 211-221, 2002.
- DURANGO, A.M.; SOARES, N.; ARTEAGA, M.R., Filmes y revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables en la conservación de alimentos. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 9: 122-128, 2011.
- FERNÁNDEZ RUIZ, V.; GALIANA, L.; SÁNCHEZ MATA, M.C., Internal quality characterization of fresh tomato fruits. *Hort Science*, 39(2): 339-345, 2004.
- GALIETTA, G.; HARTE, F.; MOLINARI, D.; CAPDEVIELLE, R.; DIANO, W., Aumento de la vida útil poscosecha de tomate usando una película de proteína de suero de leche. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, 6(2): 117-123, 2005.
- GHAOUTH, A.; PONNAMPALAM, R.; CASTAIGNE, F.; ARUL, J., Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. *HortScience*, 27(9): 1016-1018, 1992.
- INSERRA, P., Dietary intake of lycopene and risk of prostate cancer. *Wild-type food in health promotion and disease prevention*, 3: 463-467, 2008.
- INEGI. Productos del reino vegetal. *Anuario estadístico del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos*. Secc. 2 Cap. 7: 33-34, 2009.
- JANJARASSKUL, T.; MIN, S.; KROCHTA, J. Storage stability of ascorbic acid incorporated in edible whey protein films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 12428-12432, 2011.
- JAVANMARDI, J.; KUBOTA, C., Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41: 151-155, 2006.

- JIANG, Y.; LI, Y.; CHAI, Z.; LENG, X., Study of the Physical Properties of whey protein isolate and gelatin composite films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 5100-5108, 2010.
- KIM, S.-J., USTUNOL, Z. Solubility and Moisture Sorption Isotherms of whey-protein-based edible films as influenced by lipi and plasticizer incorporation. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 9: 4388-4391, 2001.
- KROCHTA, J.; BALDWIN, E.; NISPEROS CARRIEDO, M., Cubiertas y películas comestibles para mejorar la calidad de los alimentos. *Technomic Publishing*, Co. Basilea, Suiza, 1994.
- LU, J.; CHARLES, M.; VIGNEAULT, C.; GOYETTE, B.; VIJAYA, G.S.; RAGHAVAN, V., Effect of heat treatment uniformity on tomato ripening and chilling injury. *Postharvest Biology and Technology*, 56: 155-162, 2010.
- LUENGWILAI, K.; BECKLES, D.; SALTVEIT, M., Chilling-injury of harvested tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Micro-Tom fruit is reduced by temperature pre-treatments. *Postharvest biology and technology* (63): 123-128, 2012.
- MAHOVIC, M.J.; SARGENT, S.A.; BARTZ, J.A.; LON KAN, E.E., Identificación y control postcosecha de las enfermedades del tomate en la Florida. *University of Florida IFAS Extension*. Publicación HS1080. 2009.
- MATAS, A.J.; CUARTERO, J.; HEREDIA, A., Phase transitions in the biopolyester cutin isolated from tomato fruit cuticles. *Thermochimica Acta*, 409: 165-168, 2004.
- MIRANDA, M., Comportamiento de películas de quitosán compuesto en un modelo de almacenamiento de aguacate. *Revista de la Sociedad Química de México*, 47: 331-336, 2003.
- NANDANE, A.S.; JAIN, R.K., Effect of composite edible coating treatment on physical, textural and microbial quality of tomatoes stored at ambient conditions. *International Journal of Emerging trends in Engineering and Development*, 2(1), 2011.
- OCHOA, E.; SAUCEDO POMPA, S.; ROJAS MOLINA, R.; DE LA GARZA, H.; CHARLES RODRÍGUEZ, A.V.; AGUILAR, C.N., Evaluation of a Candelilla wax-based edible coating to prolong the shelf life quality and safety of apples. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6(1): 92-98, 2011.
- Productores de Hortalizas. Plagas y enfermedades del tomate. *Guía de identificación y manejo*. 6-23. 2006.
- RAHMAN, M.S., Surface treatments and Edible coatings in food preservation. *Handbook of Food Preservation*. Second edition. Chapter 21: 477, 2008.
- SAGARPA, Jitomate. *Monografía de cultivos*. 2-10. 2010
- SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; VARGAS, M.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; CHIRALT, A.; CHÁFER, M., Use of essential oils in bioactive edible coatings. *Food Engineering Reviews*, 3: 1-16, 2011.

Dictiotopografía

- Bestpackaging. Passive, active and dynamic modified atmosphere packaging. De: bestpackaging.com. Consultado en marzo de 2012.
- FAO. Importancia económica del cultivo en la región, país y el mundo. De: fao.org. Consultado en marzo de 2009.
- FAOSTAT. Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Tomate. De: faostat.fao.org. Consultado en octubre de 2011.
- INFOAGRO. El cultivo del tomate. De: infoagro.com/hortalizas/tomate3.htm. Consultado en octubre de 2011.
- SAGARPA. La exportación de jitomate mexicano genera ingresos por mil 200 mdd anuales. De: sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/Paginas/2010-B133.aspx. Consultado en octubre de 2011a.
- SAGARPA. Estudio de oportunidades de Mercado e inteligencia comercial y estudio de logística internacional de tomate. De: sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/TOMATE.pdf, consultado en octubre de 2011b.
- SIAP. Producción agrícola, cíclicos y perennes 2010, tomate rojo. De: siap.sagarpa.gob.mx. Consultado en noviembre de 2011.
- SOLORAF. Cómo consumir el tomate. De: soloraf.es/elraf/como_consumir_el_tomate_raf. Consultado en noviembre de 2011.