

Retardo de la maduración organoléptica del tomate (*Lycopersicum esculentum*) cv. milano a partir de métodos combinados

Delay of the organoleptic ripening of the tomato (*Lycopersicum esculentum*) cv. Milano using combined methods

Trujillo N. Yanine^{1*}, Cardozo G. Cindy², Garza S. José², Ríos P. Cindy²

¹Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos (GINTAL), Universidad de Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga, Pamplona, Norte de Santander, Colombia

²Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Programa Ingeniería de Alimentos, Universidad de Pamplona

Recibido 10 de Enero 2011; aceptado 9 de Abril de 2011

RESUMEN

Retardar la maduración organoléptica del tomate, poscosecha, requiere conocer qué condiciones de conservación debe aplicarse al fruto para preservar su calidad, y permitir su comercialización en un mayor margen de tiempo. Se buscó determinar una tecnología que permita lograr, una vez cosechado el tomate en estado pintón, ralentizar el proceso de maduración, sin dañar sus características fisicoquímicas. Para ello se utilizaron frutos de tomate cv. milano, desinfectados y posteriormente sometidos por inmersión, en solución de un retardante de maduración en concentración de 500 ppm en combinación del cloruro de calcio al 1% en condiciones de vacío, empleándose la ingeniería de matrices (40 mbr). Posteriormente fue aplicado, tanto en el tomate tratado como sin tratar, una película de alginato de sodio 1%. Una vez aplicado el recubrimiento, los tomates se secaron a temperatura ambiente (20°C) por un tiempo aproximado de media hora, se empacaron (180gr aproximado) en bolsas de polietileno de alta densidad y envases de tarrina con

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. E-mail: yaninetrujillo@unipamplona.edu.co

perforaciones (diámetro de orificio: 2mm) y sin perforaciones. Se almacenaron a temperatura de $5 \pm 1^\circ\text{C}$ y 70% humedad relativa por un tiempo de 21 días. Se logró establecer que las muestras mejor conservadas fueron las recubiertas con alginato de sodio en envase de tarrina perforada, con o sin aplicación de retardante.

Palabras clave: color, empaque, madurez, recubrimiento, tomate.

ABSTRACT

Slowing the organoleptic ripening of the tomato post harvest requires to know the conservation conditions that should apply to the fruit to preserve its quality, and allows its commercialization in a greater timeframe. We sought to determine a technology that would achieve once harvested the tomato in the unripe state, delaying the aging process without damaging its physicochemical characteristics. For this we used fruit tomato cv. Milano, they were disinfected and then subjected to immersion in a solution of a ripening retardant in concentration of 500 ppm in combination with calcium chloride at 1% in vacuum conditions, using the engineering matrices (40 mbr). Later it was applied in both the treated and the untreated tomato, a layer of 1% of sodium alginate. Once applied the covering, the tomatoes dried at environment temperature (20°C) for a approximately half an hour, they were packed (approximately 180g) in polyethylene bags of high density and in perforated and unperforated containers (hole diameter of: 2mm). They were stored at a temperature of $5 \pm 1^\circ\text{C}$ and 70% of relative humidity for a period of 21 days. Results showed that the best preserved samples were coated with sodium alginate in a perforated container, with or without application of the retarder.

Keywords: color, packaging, maturity, coating, tomato.

INTRODUCCIÓN

Los parámetros que establecen la calidad en el tomate se pueden clasificar en físicos, como el color, la firmeza, y el tamaño; químicos como el pH, la acidez y los sólidos solubles; y por último, encontramos los enzimáticos, en los que se destaca la actividad de la enzima Poligalacturonasa, enzima que

interviene en el ablandamiento de éste tipo de fruto. (Casierra *et al.*, 2008).

El color en el tomate es una característica de calidad muy importante, ya que determina la madurez y vida poscosecha. Es el factor determinante en cuanto a la aceptabilidad

por parte del consumidor. Este parámetro se evalúa mediante un equipo llamado colorímetro, que sitúa el color en el espacio mediante tres coordenadas: L* “luminosidad”, a* “contribución del color rojo” y b* “contribución del color amarillo” (González *et al.*, 2007). La coloración de los frutos maduros varía desde amarillo a rojo, y está dada por la degradación de la clorofila y el desarrollo de pigmentos carotenoides (amarillo-anaranjados), y licopeno, pigmento típico de este fruto, de color rojo (<http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/tomate-tomaterajitomate.htm>)

La firmeza está íntimamente ligada con el estado de madurez. La percepción de la firmeza que realiza el consumidor consiste en tomar un fruto entre los dedos índice y pulgar y ejercer presión sobre él; de acuerdo a cuánto ceda el fruto bajo la fuerza ejercida, producirá en el comprador una sensación agradable o no, y por lo tanto, decidirá si lleva el producto o lo rechaza. La calidad de los tomates está influenciada por la dureza de la epidermis, la firmeza de la pulpa y la estructura interna del fruto (relación material pericarpio/material lóculos), los cuales varían mucho entre cultivares.

El tomate, según la clasificación morfológica, es un fruto que se caracteriza por presentar un ciclo de vida que se ve acortado desde el momento en el que se inicia la maduración organoléptica ó comercial. Cuando se adquiere este grado de madurez, sólo se conserva, en condiciones atmosféricas, por un tiempo de tres días (Moreno, 2007).

Dentro de los signos más visibles de la maduración organoléptica en frutos de tomate, están el cambio de la coloración verde hacia tonos anaranjados y rojos, acompañado

del ablandamiento de sus tejidos en el que se involucra la síntesis de la enzima poligalacturonasa. (Artés, 1998; Artés y Escriche, 1994; Artés *et al.*, 1998a, b; Escriche, *et al.*, 1988 y 1991; Casas *et al.*, 1994; Gross *et al.*, 2003; Kader, 2000).

De acuerdo con las nuevas exigencias en lo que respecta la calidad de un producto, estos cambios generan pérdidas a nivel de los distribuidores por su reducción de la vida útil del tomate, una menor aceptación por parte del consumidor, y, como consecuencia de todo ello, mayores pérdidas poscosecha del fruto.

En busca de disminuir esas pérdidas, muchos estudios han evaluado el uso de diferentes métodos para regular los procesos de maduración y senescencia del tomate en fresco. Así, se han implementado tecnologías adecuadas como el uso de atmósfera modificada y la aplicación de tratamientos químicos de poscosecha como etanol, etileno y retardantes, los cuales han incrementando su período de vida útil, logrando de esta forma aprovechar las ventajas comerciales que este producto ofrece (Inestroza, 1998). La modificación de la atmósfera que rodea al producto vegetal dentro de un polímero plástico se puede lograr en forma pasiva o activa. En frutas y hortalizas cosechadas, la reducción de los niveles de oxígeno se puede lograr con embalajes plásticos, a través de la respiración del propio producto (Kacler *et al.*, 1989), disminuyendo así, la velocidad de los procesos de maduración y retardando la producción de etileno, y extendiendo la vida comercial de los productos frutihortícolas (Church, 1994; Day, 1994).

El empleo de películas plásticas individuales se ha planteado como una alternativa

más para el control de la maduración y senescencia, al crear una atmósfera modificada en equilibrio con bajo oxígeno y alto CO₂ en el interior del embalaje, por otro lado las películas por efecto de la respiración permite establecer una microatmósfera saturada que reduce las pérdidas de agua por transpiración (Manejo y poscosecha y procesamiento de frutas y hortalizas, 2002).

Es por esto que se hace necesario desarrollar estudios en los que se involucren métodos que permitan retardar la maduración organoléptica del tomate, que ofrezcan alternativa tecnológica asequible sin que genere grandes costos por su adopción. Por ello,

la presente investigación se plantea con el objetivo de determinar una tecnología de conservación eficaz para retardar la maduración organoléptica en el tomate cv. Milano, a partir del almacenamiento en bolsa de polietileno de alta densidad y tarrina.

Asimismo, en este estudio se plantea trabajar en tomate variedad Milano debido a su importancia en la producción tanto a nivel regional como nacional, además por tratarse de un fruto en el que la producción se destina mayoritariamente en el consumo en fresco (ensaladas) y a que no existen estudios en los que se relacione el uso de esta variedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se emplearon 20 kilogramos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) de variedad Milano en estado de madurez grado 1 de acuerdo con la clasificación realizada por Heuvelink (2005), en el cual el fruto presenta una superficie verde sin tonalidades rojas visibles.

La muestra de tomate se adquirió del centro de acopio cenabastos, ubicado en la ciudad de Cúcuta (Norte de Santander).

Métodos de conservación

Los frutos de tomate fueron inicialmente desinfectados en solución de hipoclorito de sodio a 200 ppm por un tiempo de 3 minutos. Posteriormente el lote se dividió en 3 partes con el fin de evaluar la efectividad

de los métodos de conservación. Así un lote fue sometido por inmersión con solución de un retardante en combinación del cloruro de calcio al 1% en condiciones de vacío, empleándose la ingeniería de matrices (40 mbr). Con el fin de evaluar el retardo de la maduración organoléptica del tomate cv milano, el segundo lote se sometió el tomate tratado y sin tratar a una formación de gel por medio del alginato de sodio al 1%. El tercer lote se empleó con el fin de evaluar la efectividad de recubrimiento y de empaques primarios. En total fueron 12 los tratamientos empleados, tal y como se describe en la tabla 1.

Tabla 1
Tratamientos de conservación empleados

	Descripción
1	Testigo empaque Polietileno
2	Testigo empaque Polietileno Perforado
3	Testigo empaque Tarrina
4	Testigo empaque Tarrina Perforada
5	Retardante + CaCl ₂ + recubrimiento + Polietileno
6	Retardante + CaCl ₂ + recubrimiento + Polietileno perforado
7	Retardante + CaCl ₂ + recubrimiento + Tarrina
8	Retardante + CaCl ₂ + recubrimiento + Tarrina Perforada
9	Recubrimiento + Polietileno
10	Recubrimiento + Polietileno Perforado
11	Recubrimiento + Tarrina
12	Recubrimiento + Tarrina Perforada

Aplicado el recubrimiento (espesor de 0,375mm), los tomates se secaron a temperatura ambiente (20°C) por un tiempo aproximado de media hora, se empacaron (180gr aproximado) en bolsas de polietileno de alta densidad y envases de tarrina con perforaciones (diámetro de orificio: 2mm) y sin perforaciones. Se almacenaron a temperatura de 5 ±1°C y 70% humedad relativa por un tiempo de 21 días.

Determinaciones analíticas

La efectividad de los tratamientos de conservación en el retraso de la maduración organoléptica fue evaluada a partir de propiedades fisicoquímicas (pérdida de peso, pH, sólidos solubles totales, firmeza, color) durante los días 0, 8 y 21 de almacenamiento, por duplicado.

Transpiración

Fue determinada por diferencia de peso y reportada como porcentaje de pérdida de peso.

pH

Se obtuvo una muestra homogénea de tomate a la cual se eliminó por agitación el gas carbónico, determinándose por lectura directa con el potenciómetro.

Acidez total

10 ml de zumo de tomate se titularon con NaOH al 0,1 N, empleando como indicador fenolftaleína, realizando la valoración hasta llegar a un pH de 8,1. La acidez titulable fue calculada como % de ácido cítrico mediante la siguiente fórmula:

donde,

N = normalidad del NaOH

V₁ = volumen del NaOH utilizado en la valoración

V₂ = volumen de muestra tomada

Sólidos totales

Se determinó por lectura directa en el refractómetro con escala entre 0 y 30°Brix.

Firmeza

Determinada por penetrometría empleando un penetrómetro de operación manual Wagner modelo FT10.

Color

Se empleó un espectrofotocolorímetro X-RITE modelo SP62 y tomas fotográficas sobre una superficie negra, para registrar la evolución en el tiempo. Se empleó un espacio de color CIEL*a*b*, observador 10°, iluminante D65.

Análisis estadístico

Para determinar diferencias entre tratamientos los resultados fueron analizados a partir de un paquete estadístico IBM SPSS

Statistics 20.0.0, por medio de un análisis descriptivo y univariante (ANOVA), empleándose la prueba de comparación múltiple POST-HOC de diferencias mínimas significativas (DMS), asumiendo un error de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados de la evolución del pH y de la pérdida de peso se presentan en la tabla 2 y 3.

Tabla 2
Resultados promedios de la evolución de transpiración (%pérdida de peso)

	% Pérdida de peso	
	Día	
	8	15
1	0,3098	0,6856
2	0,2956	0,1118
3	0,5716	1,221
4	0,3351	0,2961
5	0,1086	-0,3725
6	0,0521	0,2465
7	0,0861	-0,1726
8	0,0094	0,012
9	0,146	1,2286
10	0	0,0432
11	-0,086	0,0434
12	0,0122	0,0386

Media \pm Error estándar

n= 2

Se observa que de las 12 muestras de tomate analizadas a diferentes métodos de conservación, tres de ellas presentaron un porcentaje de pérdida de peso menor, recubiertas con alginato de sodio al 1% y cloruro de calcio (CaCl_2) al 1.5% una empacada en bolsa de polietileno de alta densidad perforada (PEP) y otras en envase de tarrina perforada y sin perforar. Sin embargo, la muestra de tomate recubierta con Alginato de sodio

y CaCl_2 empacada en bolsa de PE presentó el efecto contrario, obteniéndose una mayor pérdida de peso, incluso supera la obtenida en las muestras testigos.

Tabla 3
Resultados promedios de la evolución de pH

	pH		
	Día		
	0	8	15
1	4,17 \pm 0,0283	4,34 \pm 0,0212	4,43 \pm 0,0000
2	4,17 \pm 0,0283	4,31 \pm 0,0212	4,41 \pm 0,0141
3	4,17 \pm 0,0283	4,22 \pm 0,0141	4,43 \pm 0,0141
4	4,17 \pm 0,0283	4,23 \pm 0,0283	4,39 \pm 0,0071
5	4,17 \pm 0,0283	4,34 \pm 0,0071	4,41 \pm 0,0212
6	4,17 \pm 0,0283	4,31 \pm 0,0283	4,37 \pm 0,0071
7	4,17 \pm 0,0283	4,24 \pm 0,0000	4,38 \pm 0,0071
8	4,17 \pm 0,0283	4,22 \pm 0,0212	4,30 \pm 0,0000
9	4,17 \pm 0,0283	4,29 \pm 0,0283	4,43 \pm 0,0000
10	4,17 \pm 0,0283	4,29 \pm 0,0000	4,31 \pm 0,0141
11	4,17 \pm 0,0283	4,3 \pm 0,0071	4,33 \pm 0,0000
12	4,17 \pm 0,0283	4,24 \pm 0,0212	4,26 \pm 0,0071

Media \pm Error estándar

n= 2

De acuerdo con las muestras testigos, el pH es una de las propiedades del tomate que presentó variación representativa a lo largo del almacenamiento refrigerado, ya que incremento conforme a la madurez del fruto.

Los resultados estadísticos indican que existen diferencias significativas en el porcentaje de pérdida de peso (p -valor= 0,023) y el potencial de hidrógenos (pH) (p -valor= 0,024).

En la tabla 4 se muestran los resultados de evolución del índice de madurez.

A lo largo de los 21 días de almacenamiento el método de conservación que presentó el mayor índice de madurez fue la muestra con recubrimiento empacada en bolsa de polietileno de alta densidad. Asimismo, se observa, que el método de conservación que presenta menor pérdida de peso, durante los 15 días de almacenamiento, es la de tomate con Retardante + CaCl₂ + recubrimiento + Tarrina Perforada. Por el contrario las muestras con mayor pérdida de peso en porcentaje, son las testigos empacadas en tarrina perforada y sin perforar, lo que indica que el tomate cv. Milano requiere de un método de conservación al ser empacado en este tipo de plástico.

Tabla 4

Resultados promedios del índice de madurez del tomate

	INDICE DE MADUREZ	
	DIA 8	DIA 15
1	7,94	19,23
2	8,69	22,38
3	6,98	30,00
4	6,25	18,21
5	5,75	16,7
6	5,88	20,87
7	7,7	20,00
8	5,67	11,19
9	4,17	24,2
10	5,95	13,88
11	6,25	19,00
12	4,76	12,64

n= 2

En cuanto a la evolución de la firmeza, figura 1, se tiene que las muestras de tomates con o sin tratamiento con retardante impregnado al vacío y recubrimiento empacado en envase de tarrina perforada, se logra obtener una mayor firmeza durante los 21 días de almacenamiento.

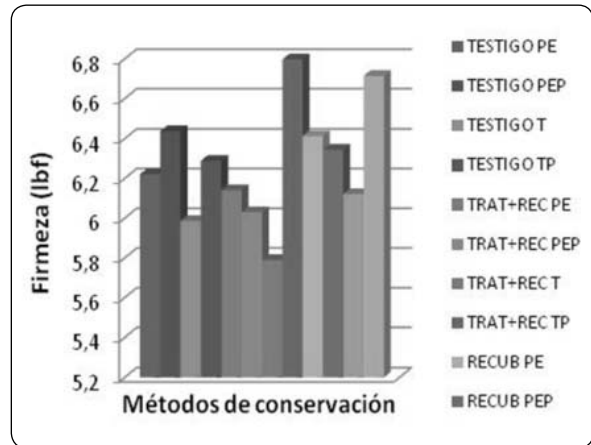


Figura 1. Evolución de la Firmeza (lb-f) en tomates cv. Milano

La figura 2, muestra la evolución de la luminosidad del color, en donde se observa que después de 21 días de almacenamiento refrigerado, los tomates testigos empacados en bolsas de polietileno presentan mayor luminosidad con respecto a las muestras testigos empacados en envase tarrina.

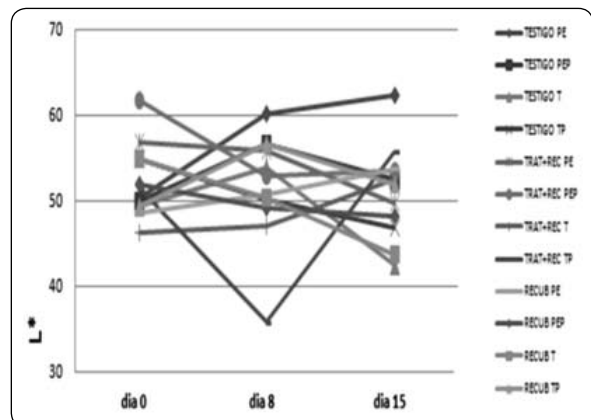


Figura 2. Evolución del parámetro de luminosidad en tomates cv. Milano almacenados a 4°C.

Observando los resultados del tono a* (figura 3), de los métodos de conservación aplicados, se establece que las muestras recubiertas empacadas en polietileno perforado, tarrina perforada y sin perforar, son los que logran mantener un control en la maduración organoléptica del tomate, ya que son los que logran mantener las tonalidades verdes.

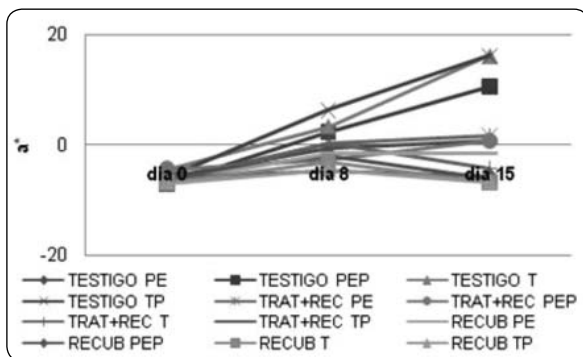


Figura 3. Evolución del parámetro a^* en tomates cv. Milano almacenados a 5°C.

En la figura 4 se muestran los resultados promedio de la evolución del parámetro (b^*) del color del tomate variedad milano, donde se establece nuevamente cuales de los métodos de conservación lograron conservar sus tonalidades verdes sin anteponer tonalidades amarillas, siendo más eficiente la conservación con recubrimiento en envase de tarrina perforada.

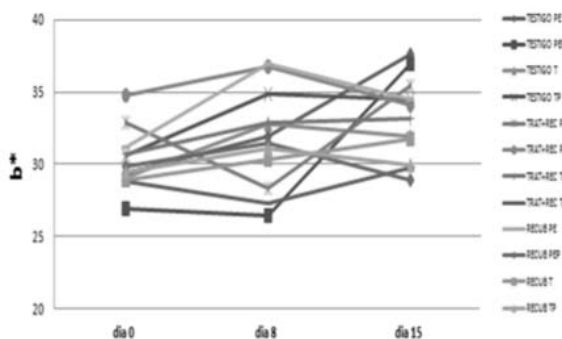


Figura 4. Evolución del parámetro b^* en tomates cv. Milano almacenados a 5°C.

En la tabla 5 se muestra los resultados promedios estadísticos para el color, en donde se demuestra que existen para los parámetros a^* y b^* diferencias significativas.

Tabla 5
Resultados promedios estadísticos de la evolución de las propiedades fisicoquímicas del Tomate

	L^*	a^*	b^*
1	57,58±5,87	-1,92±3,21 ^{a,b}	32,97±3,84 ^w
2	52,99±4,06	1,95±8,35 ^{c,d,e,f}	30,13±6,21 ^{w,y}
3	48,55±5,30	5,02±9,417 ^{a,g,h}	31,26±2,70 ^z
4	50,53±5,08	5,52±10,10 ^{b,o,p}	33,34±3,10 ^{aa}
5	54,13±5,17	-1,41±5,19 ^{g,o}	32,23±3,36
6	56,03±4,68	-2,14±3,31 ^{h,p}	35,19±1,35 ^x
7	48,58±6,18	-3,57±3,77 ^{i,q}	32,23±1,74
8	47,64±10,52	-4,63±2,06 ^{c,i,r}	28,64±2,55 ^{w,aa,bb,f}
9	50,97±3,02	-3,26±2,81 ^{k,s}	34,22±3,76 ^{y,ff,gg}
10	49,78±2,12	-5,34±1,66 ^{d,j,t}	30,11±2,30 ^{cc,gg}
11	49,63±7,86	-5,57±1,97 ^{e,m,u}	30,32±1,59 ^{dd,hh}
12	52,55±4,45	-6,02±1,24 ^{f,h,v}	30,19±1,52 ^{ee,ii}
p-valor	0,080	0,001	0,017

$n = 12$, $X \pm$ Desviación típica (DT)

p -valor ≤ 0.05 existen diferencias significativas a, b, c... letras iguales entre columnas existen diferencias mínimas significativas.

Según los resultados estadísticos las muestras de testigo empacados en tarrina con y sin perforación presentan las mayores tonalidades rojas (a^*) y se logran reducir en las muestras con recubrimiento empacados en polietileno perforado y tarrina. La formación de tonalidades amarillas es mayor en la muestra con recubrimiento envasada en tarrina perforada.

CONCLUSIONES

El uso de alginato de sodio al 1%, la tarrina perforada, como empaque primario, así como el uso de retardante de maduración se logra conservar las características físico-

químicas (pH, %acidez, °Bx, color, firmeza y % de pérdida de peso) durante los 21 días de almacenamiento en refrigeración, logrando un control de la maduración organoléptica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artés, F. (1998). Avances recientes en la postrecolección de productos hortícolas. *Phytoma*. 100: 167-176.
- Artés, F., Sánchez, E. y Tijskens, L.M.M. (1998a). Quality and shelf life of tomato improved by intermittent warming. *Lebensm. Wissenschaft und -Technology* 31, (5): 427-431.
- Artés, F., García, F., Marquina, J., Cano, A. y Fernández-Trujillo, J.P. (1998b). Physiological responses of tomato fruit to cyclic intermittent temperature regimes. *Postharvest Biol. Technol.* 14:3, 283-296.
- Artés, F. y Escriche A.J. (1994). Intermittent warming reduces chilling injury and decay of tomato fruit. *Journal of Food Science*. 59: 1053-1056.
- Casas, J.L., Moreno, A., Cuartero, J., Artés, F., Marín, J.G. y Acosta, M. (1994). Comportamiento post-cosecha de frutos de tomate de larga duración. En: *Maduración y Postrecolección. La calidad en frutos y hortalizas*. Edits: Albi, M.A., Gutiérrez, F. y Roca, M. Edit. SEFV, SECH y CSIC. 353-358.
- Church, N. 1994. Development in modified atmosphere packaging and relative technologies. *Trends Food Sd. Technol.* 5(11):345-352.
- Day, B.P.F. 1994. Modified atmosphere and active packaging of fruits and vegetables. In: *Int. Symnp. Minimal Proc. of Foods*. Majvik, Kirkkonumi. Finland (14-15 April, 1994).
- Escriche, A.J., Bernal, M., Marín, J.G., Medina, F. Y Artés F. (1991). Cambios químicos asociados con la conservación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) cv Bornia F1 en la postrecolección. *Agrochimica XXXV*: 490-501.
- Escriche, A.J., Tomás, M., Artés, F., Guzmán, G. y Marín, J.G. (1988). Estudios sobre la maduración de tomate para conserva. *Aliment. Equipos Tecnol.* 6:121-129.
- Gross, K.C. Wang, C. Y. y Saltveit, M. (2003). The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. *Agricultural Handbook* 66. USDA.
- Inestroza, J.E. Tecnología para regular el proceso de maduración en tomate. (1998). *Avances en Horticultura* 3(1). Edición on-line. p.1-7.
- Kacler, A.A.; Zagory, D. & E.L. Kerber. (1989). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28:1-30.
- Kader, A.A. (2000). Modified atmospheres during transport and storage. En: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Third edition. Edit. A.A. Kader. University of California. 11: 85-92.
- Pedroza, I. R., Vernon-carter, E.J., Durán de Bazúa M.C. y Chávez M.P. (1996). Situación actual de los alimentos microencapsulados para larvas de crustáceos y presentación de un problema tipo utilizando oligosacaridos como agentes encapsulantes. En: *Avances en nutrición acuícola III. Memorias del tercer simposium internacional de nutrición acuícola*. UANL. Monterrey, Nuevo León. México.
- Yáñez, F. J. Microencapsulación de *Lactobacillus* sp., empleando mezclas de biopolímeros de gomas arábica, gelana y de semillas de mezquite, por polimerización interfacial. (2007). Tesis de Doctorado. Centro de investigación y estudios avanzados. Instituto Politécnico Nacional.