

R. Rotondo, I. Firpo, F. Drincovich, J. Ferratto, G. Polenta

EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y DISTINTOS ENVASES SOBRE LA CALIDAD DE PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUM* L.) SOLO O MEZCLADO CON CEBOLLA DE VERDEO (*ALLIUM SCHOENOPRASUM* L.) MÍNIMAMENTE PROCESADOS

Separata ITEA

INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA, VOL. **103** N.º 2 (95-103), 2007

Efecto de la temperatura y distintos envases sobre la calidad de pimiento (*Capsicum annum* L.) solo o mezclado con cebolla de verdeo (*Allium schoenoprasum* L.) mínimamente procesados

R. Rotondo*, I. Firpo*, F. Drincovich**, J. Ferratto***, G. Polenta****

* Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR), CC 14 (S2125ZAA) Zavalla, Argentina. rrotondo@unr.edu.ar

** Facultad de Bioquímica y Farmacia, UNR.

*** Consejo de Investigación, UNR.

**** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la temperatura y envases sobre la calidad de pimiento mínimamente procesado solo y en mezclas con cebolla de verdeo, durante un periodo de almacenamiento de 14 días. Los factores considerados fueron: 1) Composición (pimiento solo y con cebolla de verdeo); 2) Envases (bolsas para atmósfera modificada Disever® y bandejas plásticas con film de PVC); 3) Temperatura (5 y 10 °C) y 4) Período de almacenamiento (0, 4, 7 y 14 días). Se analizaron las siguientes variables: Pérdida de peso (%); Tensión de oxígeno (%); pH y Contenido de carotenoides (µg/g de pimiento fresco). La pérdida de peso fue superior en las bandejas, principalmente a 10 °C, para el pimiento solo y la mezcla con cebolla, en las tres fechas. En todos los casos, se observó un incremento en la pérdida de peso a lo largo del almacenamiento. La Tensión de Oxígeno en ambas composiciones, presentó valores mayores en los productos almacenados a 5 °C. Esta diferencia fue más acentuada en las bandejas que en las bolsas. A los siete días los productos presentaron buenas características organolépticas. Bajo las condiciones ensayadas el único producto que conservó las características físico-químicas analizadas a los catorce días de almacenamiento, fue el pimiento solo, en bolsas de atmósfera modificada a 5 °C.

Palabras clave: poscosecha, atmósfera modificada, calidad, refrigeración.

Summary

Effect of the temperature and packaging on the quality of minimally processed pepper (*Capsicum annum* L.), alone and mixtures with chives (*Allium schoenoprasum* L.)

The purpose of this work was to evaluate the effect of temperature and packaging on the quality of minimally processed pepper alone and mixtures with chives, while fourteen days storage.

Considerated factors were: 1) composition (pepper alone and with chives); 2) packaging (modified atmosphere and plastic trays with PVC film); 3) Temperature (5 and 10 °C) and 4) Storage period (0, 4, 7 and 14 days). Analyzed variables were: Loss of weight (%); Oxygen tension (%); pH; Carotenoides content (µg/g of fresh pepper).

In loss of weight interaction between dates, packaging and temperatures was observed, being higher in trays at 10 °C in pepper alone and with chives, in all dates. All cases showed increase in loss of weight in the storage. In Oxygen Tension interaction between composition, packaging and temperatures was observed, being higher in both compositions, at 5 °C. The difference was higher in trays than in bags. For 7 days, products showed acceptable organoleptic characteristics. In the essay conditions, the only product that had organoleptic conditions up to the 14 day, was pepper alone in bags at 5 °C.

Key words: postharvest, modified atmosphere, quality, refrigeration.

Introducción

El cultivo de pimiento y cebolla se ha hecho universal, estando presente en casi todas las zonas del mundo, incluido en Argentina (Nuez Viñals *et al.*, 1996), donde el mayor consumo de estas hortalizas es en estado fresco y en menor medida en conserva y deshidratado.

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas constituyen alimentos que se están desarrollando en forma rápida e importante, siendo de interés para muchas facetas de la industria alimenticia, en respuesta a una fuerte demanda, tanto individual como institucional, de alimentos de conveniencia pero de alta calidad y semejante a los frescos (Wiley, 1997). Se debe a las ventajas que reúnen para el consumidor: menor tiempo de preparación de las comidas, calidad uniforme y constante de los productos durante todo el año, facilidad de almacenamiento, ya que al ser porciones requieren menos espacio, mayor aprovechamiento, reduciendo el descarte, posibilidad de inspeccionar la calidad del producto en la recepción y antes del uso (Viña y Chaves, 2003); vida útil prolongada, garantía de seguridad y una sólida calidad nutritiva y sensorial (Wiley, 1997). Sin embargo, el daño mecánico ocasionado durante el procesamiento los convierte en productos altamente perecederos, sobre los que hay que trabajar para aumentar su calidad poscosecha.

En otros países, dentro de los numerosas hortalizas procesadas con esta tecnología, se citan los trozos de pimiento para estofado, pimientos sin corazón y partidos a la mitad para ensalada, cuadraditos para sopas, salsas y cortado en tiras como aderezos para pizzas (Yildiz, 1995); pimiento limpio y trozado en cuadros y pimiento italiano cortado en tiras, especial para freír (Segura y Díaz, 2001). En Argentina no existen antecedentes de comercialización de esta hortaliza mínimamente

procesada, sola o en mezcla con cebolla, con lo cual se constituiría en un producto comercial de interés, después de solucionar los aspectos tecnológicos.

Varios son los factores a tener en cuenta en la producción de alimentos mínimamente procesado y especialmente en pimiento y cebolla, entre ellos la temperatura y los envases durante el almacenamiento.

Las temperaturas de refrigeración lentifican el crecimiento de la mayoría de los microorganismos y son eficaces para reducir la actividad enzimática. La utilización de atmósfera modificada tiene las ventajas de reducir los niveles de O₂ y enriquecer los de CO₂, pudiendo lentificar la intensidad respiratoria, retrasar la pérdida de textura, reducir los cambios en la composición asociados con la maduración, degradación de clorofila y pardeamiento enzimático, paliando las alteraciones fisiológicas y los daños por frío, manteniendo el color y protegiendo las vitaminas de los productos frescos, de ese modo se consigue la calidad durante una vida útil más amplia (Day, 1995).

Con respecto a la calidad nutritiva Howard y Hernández-Brenes (1998) concluyeron que el envasado de anillos de pimiento jalapeño en atmósfera modificada produce mayor retención de vitaminas, α y β -carotenos y mayor retención de humedad durante el almacenamiento y en forma suplementaria sirven para retardar la estimulación de las enzimas por heridas y pueden mejorar la retención de nutrientes. Otros fenómenos que revisten importancia en la calidad de éstos productos son la deshidratación, el desarrollo de apariencia blanco-traslúcida en los sectores de corte, la producción de olores extraños, la liberación de exudados y la condensación de agua dentro de los envases (Viña y Chaves, 2003).

A pesar de los avances tecnológicos para el mantenimiento de la calidad y prolongación

de la vida útil de los productos mínimamente procesados, el factor limitante para la calidad óptima es el papel de los microorganismos en la alteración y seguridad de los mismos. También puede darse en productos procesados la aparición y desarrollo de *Clostridium botulinum*, bacteria del suelo, saprofítica, esporógena y anaeróbica. Un pH de 4,5 o menos impedirá la formación de la toxina en la mayoría de los alimentos, si bien el pH mínimo para la germinación de esporas es más elevado. La temperatura es un factor importante para determinar si habrá producción de toxina y a qué velocidad ocurrirá; la óptima es de 26-28 °C a 35 °C (Frazier y Westhoff, 1993).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos temperaturas y dos formas de envasado sobre algunos aspectos físico-químicos relacionados con la calidad poscosecha de pimiento cortado en tiras solo o mezclado con cebolla de verdeo cortada, durante un período de almacenamiento de 14 días.

Materiales y métodos

El ensayo se desarrolló en la planta de procesamiento industrial de hortalizas (Salad Time®), ubicada en Ibarlucea (Argentina); el almacenamiento y mediciones se realizaron en la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas de la Universidad Nacional de Rosario, Santa Fe, Argentina.

Se utilizaron frutos de pimiento tipo cuatro cascós, var. *Syros* (Fitó) en su mayoría totalmente rojos y cebolla blanca de verdeo var. *Esmerald isle* (Asgrow). Se siguió el diagrama general de elaboración de productos procesados en fresco: selección y clasificación, lavado del material entero, corte, lavado y desinfección con agua clorada (125 ppm, 17 °C, pH 6,8), lavado, escurrido, centrifugado (2 minutos); oreado (30 minutos), mezclado, pesado y envasado.

El ensayo se realizó con un Diseño completamente aleatorizado, con tres repeticiones, analizado como un factorial 2 x 2 x 2 x 4 (composición del producto, envases, temperatura y fechas de medición), a través de un ANOVA y test de Duncan para la comparación de medias. Se utilizó el programa SAS System versión 6,12 (SAS User's, 1985).

Los factores considerados fueron:

1: Composición del producto

- a) Pimiento rojo cortado en tiras (0,5 a 0,7 cm ancho y 5 a 7 cm largo; 250 g).
- b) Pimiento cortado en tiras, con cebolla de verdeo cortada en juliana (125 g de cada uno).

2: Envases

- a) Bolsas para atmósfera modificada Disever® (DISE S.A. Argentina; 15 x 20 cm), con un coeficiente de transmisión al oxígeno de 2200 cm³.m⁻².atm⁻¹.día⁻¹; de 8.500 cm³.m⁻².atm⁻¹.día⁻¹ al dióxido de carbono y de 3,5 g.m⁻².día⁻¹ al vapor de agua. Presenta en la cara interna un *master* que actúa como antivaho.

- b) Bandejas plásticas transparentes de polipropileno, cubiertas con *film* de PVC de 10 micras de espesor, con un coeficiente de transmisión al oxígeno de 3800 cm³.m⁻².atm⁻¹.día⁻¹; de 13.600 cm³.m⁻².atm⁻¹.día⁻¹ al dióxido de carbono y de 9 g.m⁻².día⁻¹ al vapor de agua.

3: Temperatura de almacenamiento

- a) 5 °C y b) 10 °C.

4: Tiempo de almacenamiento

- a) Día cero; b) día cuatro, c) día siete y d) día catorce

Además se hicieron tres repeticiones de los productos con pimiento y pimiento con cebolla, en bolsas almacenados a 10 °C, los cuales el día 6 y 13 del ensayo fueron expues-

tos a 25 °C, durante 24 hs (en cámara a temperatura constante), para ser evaluados luego del exceso de temperatura.

Las variables analizadas fueron las siguientes:

* *Pérdida de peso*, expresado en % p/p, medido como la variación porcentual de peso en relación al día inicial. Para determinar el peso se utilizó una balanza Mettler PR1200.

* *Tensión de oxígeno*, expresado en % v/v. Las muestras de gases se extrajeron del interior de los envases con una jeringa de 50 cm³ y se inyectaron en una cámara con un sensor de oxígeno (celda galvánica, Qubit Systems Inc.).

* *pH*, se midió solamente en el jugo de pimienta de las dos composiciones, luego de procesar las muestras en licuadora a máxima velocidad. Las determinaciones se realizaron con un pHmetro H19017 (Hanna Instruments).

* *Contenido de carotenoides*, en µg.g⁻¹ de pimienta fresca, utilizando la técnica de Hornero-Méndez y Mínguez-Mosquera (2001), para la determinación de fracciones de pigmentos carotenoides isocrómicos rojo (Capsantina y Capsorubina) y amarillo (β-Caroteno, β-Cryptoxantina y Zeaxantina).

También se realizaron observaciones subjetivas (3 personas) de *olor desagradable*, formación de *líquido indeseable* y *calidad visual*

Resultados y discusión

Los valores de F con la significancia estadística para los factores e interacciones, figuran en la tabla 1, para todas las variables consideradas.

Tabla 1: Valor F con la significancia estadística para los factores e interacciones, en las variables consideradas

Table 1: F value with statistical significance for factors and interaction, for studied variables

Factor/interacción	Valor F Pérdida de peso	Valor F Tensión oxígeno	Valor F pH	Valor F Fracción roja	Valor F Fracción amarilla
Día	53,12 **	8,09 **	15,87 **	3,25 *	1,57 ns
Composición	2,86 ns	45,28 **	24,80 **	4,18 *	0,53 ns
Envase	183,75 **	132,45 **	56,53 **	0,58 ns	2,03 ns
Temperatura	104,67 **	18,76 **	5,82 *	0,86 ns	1,39 ns
Día x composición	1,69 ns	0,35 ns	6,74 **	1,52 ns	1,10 ns
Día x envase	37,03 **	0,27 ns	13,91 **	1,81 ns	0,35 ns
Día x temperatura	19,31 **	0,44 ns	0,89 ns	1,62 ns	0,89 ns
Composición x envase	0,01 ns	4,37 *	0,33 ns	1,63 ns	0,08 ns
Composición x temperatura	0,08 ns	2,06 ns	0,55 ns	0,01 ns	2,17 ns
Envase x temperatura	95,22 **	3,13 ns	0,07 ns	0,02 ns	0,06 ns
Comp. x envase x temperatura	0,14 ns	7,02 *	2,31 ns	1,70 ns	3,08 ns
Día x comp. x envase	0,82 ns	0,12 ns	0,46 ns	0,66 ns	1,66 ns
Día x envase x temperatura	51,28 **	0,12 ns	7,74 **	0,62 ns	2,53 ns
Día x comp. x envase x tem.	0,32 ns	2,07 ns	1,73 ns	0,42 ns	1,58 ns

ns= no significativo; * = p < 0,05; ** = p < 0,01

* *Porcentaje de pérdida de peso*: no se observó interacción entre los cuatro factores. La figura 1 muestra la evolución del % de pérdida de peso para los distintos tratamientos a lo largo del tiempo. Los resultados del presente trabajo indican la existencia de interacción ($F = 51,28$; $p < 0,01$) entre día, envase y temperatura, siendo superior en las bandejas respecto a las bolsas, principalmente a 10 °C. Por otro lado, debe destacarse que en el caso de utilizarse bandejas, sería más adecuado almacenarlas a 5 °C. Esta afirmación sirve tanto para pimiento solo como para las mezclas, en los tres días evaluados (figura 1).

En todos los casos, se observó un incremento en la pérdida de peso a lo largo del almacenamiento. Esta pérdida podría deberse, en parte, al hecho de que casi todas las hortalizas tienen un alto grado de humedad interna y cuando se mantienen en una atmósfera con menor humedad relativa, sus

tejidos desprenden vapor de agua (Hardenburg *et al.*, 1988). La mayor pérdida de peso ocurrida en las bandejas puede explicarse por la mayor permeabilidad al vapor de agua del film que cubre a la misma (PVC de 10 micras de espesor) con respecto a la bolsa (Disever® de 50 micras de espesor). Por otro lado, es evidente que la conservación a una mayor temperatura produjo un aumento en la presión de vapor en el interior del producto y en consecuencia una mayor deshidratación del material.

* *Tensión de oxígeno*: no se observó interacción cuádruple. La figura 2 muestra el porcentaje de oxígeno en el interior de los distintos envases para las distintas temperaturas de conservación (valores medios de las cuatro mediciones en el tiempo). En el caso de esta variable, se observó interacción ($F = 7,02$; $p < 0,05$) entre composición, envase y temperatura. Los resultados mostraron que el porcentaje de oxígeno fue mayor en los productos almace-

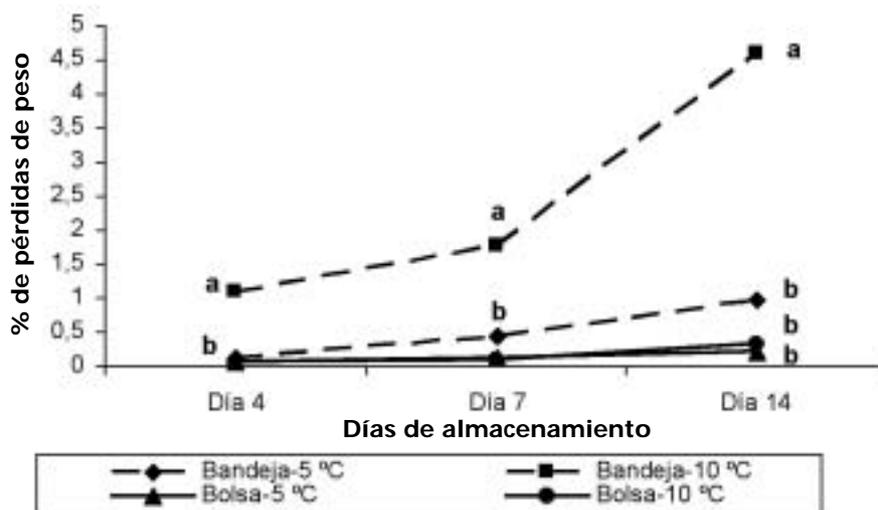


Figura 1. Pérdida de peso % (promedio de ambas composiciones), con dos tipos de envasado, durante el almacenamiento a 5 °C y 10 °C.

Figure 1. Percentage in loss of weight (both composition average), with two types of packaging, during 5 °C and 10 °C storage.

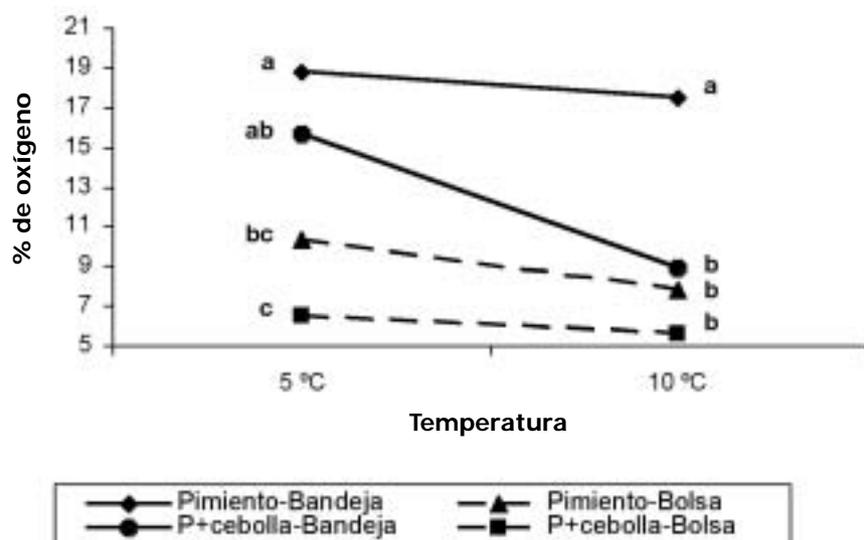


Figura 2. Niveles de Oxígeno (%) alcanzados por los productos (pimiento solo y pimiento con cebolla) en los dos tipos de envasado y almacenados a 5 °C y 10 °C (valores medios de los cuatro tiempos de medición).

Figure 2. Oxygen tension level (%) for alone pepper and pepper with onion in both packaging and during 5 °C and 10 °C storage (average of four periods of measurement).

nados a 5 °C (14,86 %), probablemente por la menor actividad respiratoria de los productos lo que determina un consumo menor de oxígeno en relación a la conservación a 10 °C (12,7 %). Por otro lado se observó que, tanto en los productos con pimiento solo, como en aquellos con pimiento y cebolla, la diferencia de Tensión de Oxígeno entre temperaturas fue más acentuada en las bandejas (18,18 % a 5 °C; 15,13 % a 10 °C, promedio de ambas composiciones), que en las bolsas (11,56 % a 5 °C; 10,27 % a 10 °C). Esta diferencia sería debido a que las bolsas poseen menor permeabilidad al oxígeno que las bandejas.

Es interesante el hecho de que, tanto para los productos envasados en bandejas como en bolsas, la composición de pimiento solo, presentó mayor porcentaje de oxígeno con respecto al pimiento con cebolla. Según Har-

denburg *et al.* (1988), la velocidad de respiración (expresada como producción de dióxido de carbono) del pimiento dulce entero a 5 y 10 °C es de 10 y 14 mg.kg⁻¹.hora⁻¹, respectivamente; en cambio, la tasa respiratoria de la cebolla de verdeo a 5 °C es de 17-39 mg.kg⁻¹.hora⁻¹ y a 10 °C es 36 a 62 mg.kg⁻¹.hora⁻¹. Los menores valores de la composición mixta serían debidos a la mayor actividad respiratoria de la cebolla.

Comparando las fechas de medición (consideradas como factor independiente), los resultados del presente trabajo indican que existieron diferencias significativas ($F = 8,09$; $p < 0,01$) entre los días inicial (21,00 %), 4 (13,26 %), 7 (10,68 %). Sin embargo, a partir de este día, los valores de tensión de oxígeno se estabilizaron (día 14, 10,22 %), probablemente por haberse alcanzado el equilibrio entre producción y difusión a través del film.

* *pH*: la figura 3 muestra la evolución del pH de los productos para las distintas formas de envasado a lo largo del tiempo (valores medios de las dos composiciones). Los valores de pH no presentaron diferencias importantes durante el almacenamiento. Si bien en algunos casos las diferencias entre los factores fueron estadísticamente significativas, ello es atribuible a la alta reproducibilidad en la medición de esta variable, que determina un bajo coeficiente de variación de los datos.

No se observó interacción entre los cuatro factores. Se observó interacción estadísticamente significativa entre días, envase y temperatura ($F = 7,74$; $p < 0,01$). El presente trabajo indica que los menores valores de pH se encontraron en los productos envasados en bandejas, y en los dos últimos días de medición (figura 3).

Debe destacarse que desde el punto de vista de la inocuidad de los productos, los valores de pH medidos en el presente ensayo fueron superiores a los deseables para impedir

la formación de la toxina de Clostridium botulinum en la mayoría de los alimentos; por lo que considerando únicamente este factor existiría el riesgo potencial de desarrollo del mismo. Para minimizar este peligro, sería aconsejable utilizar algún método para bajar el pH.

Para profundizar este aspecto, la tensión de oxígeno en el interior de los envases ante una situación de exceso de temperatura para las bolsas de pimiento fue de 3,2 % en el día siete y 2,8 % en el día 14 del ensayo. En las bolsas de pimiento con cebolla fue de 2,2 % y 1,9 % en el día siete y 14 respectivamente.

Los valores mínimos de oxígeno determinados (5,6 %), serían demasiado elevados como para permitir la germinación, crecimiento y producción de toxinas por parte de este microorganismo. El uso combinado del envasado en las condiciones utilizadas en el presente trabajo junto con algún proceso de inmersión en ácidos orgánicos garantizaría en forma adecuada la inocuidad del producto. Según Leistner (2000), el uso de distintos

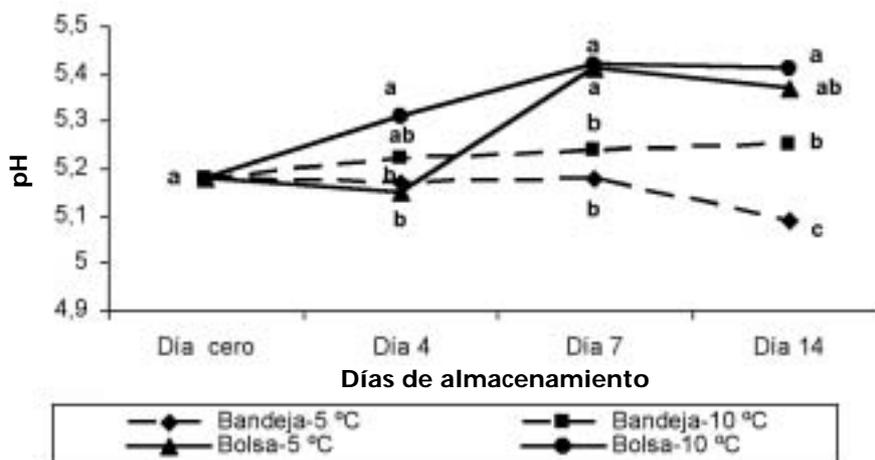


Figura 3. Variación de pH (media de ambas composiciones de producto), con dos tipos de envasado y almacenados a 5 °C y 10 °C.

Figure 3. pH variation (mean of both product compositions) with two types of packaging and 5 °C and 10 °C storage.

obstáculos para prevenir el desarrollo microbiano, conocida en inglés como hurdle technology, es una tecnología de gran utilización en la actualidad y tiene como objetivo mantener la calidad de los alimentos a través de la aplicación de una combinación estratégica de factores inhibitorios del crecimiento microbiano. Según este autor, el uso de esta tecnología tiene un gran potencial en países en desarrollo, sobre todo en productos mínimamente procesados, ya que protegería las cualidades organolépticas y de inocuidad ante una situación de abuso de temperatura.

* *Contenido de carotenoides:* para complementar el análisis de calidad del producto, se determinó también el contenido de carotenoides, los cuales son de gran importancia tanto desde el punto de vista de la coloración del producto como en el aspecto nutricional. Los resultados obtenidos indican que en la fracción roja (Capsantina y Capsorubina), se encontraron diferencias entre los distintos días de medición ($F = 3,25$; $p < 0,05$),

observándose el menor contenido el día inicial con respecto a las 3 mediciones posteriores (tabla 2). Esto se debería a que el contenido de carotenoides aumenta a medida que va madurando el fruto (Nuez Viñals *et al.*, 1996). Sin embargo, a partir del día 4 esta variable se estabilizó no encontrándose diferencias significativas entre estos tres últimos días. No se observó ninguna interacción entre factores.

En cuanto a la fracción amarilla, que mide el contenido de β -Caroteno, β -Cryptoxantina y Zeaxantina en conjunto, no se observaron diferencias estadísticas en ninguno de los factores analizados (tablas 1 y 2).

Con respecto a la evaluación sensorial, el día 14 se detectó olor indeseable en las bolsas de pimiento y cebolla conservadas a 10 °C, siendo menos notable en las bandejas con pimiento, a 5 °C. No se detectó olor ni líquido indeseable en las bolsas de pimiento, almacenadas a 5 °C durante 14 días. En la misma fecha se observó formación de líquido indeseable, en las bolsas a 10 °C de ambas composi-

Tabla 2: Contenido de fracción roja y amarilla de carotenoides ($\mu\text{g/g}$ de producto fresco) en ambas composiciones de producto y para cada día de evaluación (promedio de temperaturas y envases),
Table 2: Red and yellow portions Carotenoid ($\mu\text{g/g}$ of fresh product) in both product compositions and for each evaluation date (average the temperatures and packagings)

Variable	Factor composición de producto	Día cero	Día 4	Día 7	Día 14	Diferencia de medias entre composiciones
Fracción roja de Carotenoides*	Pimiento	128,19	135,94	150,86	157,80	143,197 a
	Pimiento con cebolla	127,63	155,58	176,36	180,64	160,05 b
	Diferencia de medias entre días	127,91 b	145,76 ab	163,61 a	169,22 a	
Fracción amarilla de carotenoides*	Pimiento	35,86	27,53	46,13	37,45	36,74 a
	Pimiento con cebolla	44,03	47,45	42,80	55,98	47,56 a
	Diferencia de medias entre días	39,94 a	37,49 a	44,46 a	46,71 a	

Los valores seguidos de diferente letra dentro de cada fila y columna, difieren al 5 %.

* promedio de envases y T°.

ciones. En cuanto a la calidad visual, a partir del día 7, en las bandejas con pimiento, se observó que algunas tiras en contacto con el film presentaban los bordes levemente deshidratados, en forma más notoria a 10 °C.

Conclusiones

Para un período de comercialización de siete días, el pimiento procesado solo o mezclado con cebolla de verdeo, envasado en bandejas o bolsas y almacenado a 5 y 10 °C, presenta buenas características organolépticas, conservando el contenido de carotenoides.

Bajo las condiciones ensayadas el único producto que conservó las características físico-químicas analizadas a los catorce días de almacenamiento fue el pimiento solo, en bolsas de atmósfera modificada a 5 °C.

Los productos minimamente procesados y refrigerados evaluados en este trabajo presentan pHs superiores a 4,5; valor considerado como límite para el desarrollo de *Clostridium botulinum*. Para disminuir el pH sería aconsejable el uso adicional de otro factor.

Bibliografía

Day B, 1995. Envasado de los alimentos en atmósfera modificada. Frutas y hortalizas. 331 pp. Editorial A., Madrid Vicente.

Frazier WC, Westhoff DC, 1993. Microbiología de los alimentos. 680 pp. Ed. Acribia S.A., España.

Hardenburg R, Watada A, Wang CY, 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y

existencias de floristerías y viveros. 150 pp. IICA, Costa Rica.

Hornero-Méndez D, Mínguez-Mosquera I, 2001. Rapid spectrophotometric determination of red and yellow isochromic carotenoid fractions pprika and red pepper oleoresins. *J. Agric. Food chem*, 49, 3584-3588.

Howard LR, Hernandez-Brenes C, 1998. Antioxidant content and market quality of jalapeño pepper rings as affected by minimal processing and modified atmosphere packaging. *Journal of Food Quality* 21, 317-327.

Leistner L, 2000. Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *Int. J. Food Microbiol.* 55, 181-186.

Nuez Viñals F, Gil Ortega R, Costa García J, 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. 586 pp. Ediciones Mundiprensa, España.

Sas Institute, 1985. SAS User's guide: Statistics. 5 ed. Cary, NC: SAS Institute Inc. 958 pp.

Segura MI, Díaz MJ, 2001. Procesos de elaboración de productos IV Gama. 4º Premio Directorio Poscosecha 2001. 35 pp.

Viña SZ, Chaves A, 2003. IV Gama. Tecnologías aptas para la conservación de hortalizas. IDIA XXI, INTA. págs. 37-41.

Wiley R, 1997. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. 362 pp. Editorial Acribia S.A., España.

Yildiz F, 1995. Preparación inicial, manipulación de frutas y hortalizas. Envasado de los alimentos en atmósfera modificada. 331 pp. Editorial A., Madrid Vicente.

(Aceptado para publicación el 29 de mayo de 2007)

