USO DE ATMÓSFERAS MODIFICADAS EN CEREZAS CV. SANTINA

ING. ANA PAULA CANDAN
SONIA ROMERO – GISELLE JARA
POSTCOSECHA – INTA ALTO VALLE
TEMPORADA 2006/07

Introducción

Las cerezas son frutos no climatéricos, por lo cual mantienen una tasa de producción de etileno se baja y constante a lo largo de toda su etapa de crecimiento y desarrollo. Esto implica que los cambios relacionados con la maduración son independientes de la producción de etileno.

Los procesos que afectan la calidad postcosecha de las cerezas frescas son la respiración y la transpiración. Mediante el proceso de respiración, los frutos consumen sus sustancias de reserva (ácidos y azúcares) y sufren cambios indeseables como el ablandamiento y el oscurecimiento de la piel. Asimismo, la respiración produce la liberación de calor, que también va en detrimento de la calidad de los frutos. Mediante la transpiración, los frutos pierden agua, lo que se traduce en la perdida de "kilos" y favorece el oscurecimiento del pedúnculo. El pedúnculo de las cerezas es un tejido verde que por su alta relación superficie/volumen tiende a deshidratarse muy rápidamente tornándose pardo y delgado, lo cual le da a los frutos un aspecto envejecido que reduce su valor comercial.

Además de los problemas antes mencionados, las cerezas son muy sensibles al pitting. El pitting es un daño mecánico (golpe, compresión, roce, etc.) que se manifiesta superficialmente como depresiones en la piel, debajo de las cuales se observan lesiones necróticas en la pulpa. Estos daños se producen durante la cosecha y el proceso de empaque, pero el síntoma de pitting se observa unos días mas tarde o después de la conservación. El almacenamiento a bajas temperaturas y la vida en estante empeoran este desorden (Wade y Bain, 1980).

El enfriamiento rápido y el mantenimiento de las bajas temperaturas de conservación son los puntos clave para reducir la respiración y la transpiración. Sin un correcto manejo de la temperatura, la vida útil de las cerezas se reduce sensiblemente. Otra de las tecnologías disponibles para mantener la calidad de cerezas durante la conservación es la utilización de bolsas como material de empaque o "Modified Atmosphere Packaging" (MAP).

La reducción del O_2 y en el incremento del CO_2 dentro de las bolsas, ayuda a disminuir la tasa respiratoria de los frutos. Además, la alta humedad relativa dentro de la bolsa reduce la transpiración y ayuda a mantener los pedúnculos verdes y turgentes. Debido a que la atmósfera generada depende de la tasa respiratoria de los frutos y de la permeabilidad de la bolsa a los gases, es difícil poder establecer con anterioridad el equilibrio a lograrse. Esto implica que en ocasiones no se logre una suficiente modificación atmosférica, o por lo contrario, podemos correr el riesgo de exponer a los frutos a la ausencia de oxígeno (anaerobiosis) o a niveles tóxicos de CO_2. Actualmente hay diversas marcas comerciales que ofrecen bolsas con permeabilidad diferenciada al O_2, al CO_2 y al vapor de agua.

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un gas que se une a los receptores específicos del etileno impidiendo su acción y demorando la maduración en frutos climatéricos. El tratamiento de cerezas Lambert con 360 ppb 1-MCP no demoró los cambios de color los frutos pero redujo la incidencia de podredumbres (Mozetic et al., 2006).

En este ensayo se estudió el efecto de distintos tipos de film para atmósferas modificadas y de la aplicación de 1-MCP sobre la de calidad de cerezas 'Santina' después del almacenamiento prolongado.

Materiales y método

Las cerezas cv. Santina fueron cosechadas el 24/11/06 y trasladadas a los laboratorios del INTA Alto Valle donde se determinó la madurez inicial sobre 3 muestras de 20 frutos cada una. Los frutos se embalaron en distintos tipos de bolsas de 1 kg, cerradas con banditas elásticas cuando la temperatura de la pulpa fue de 5ºC, se conservaron en cámara frigorífica a 0ºC.

Tratamientos:

1- PEBD-perf: polietileno baja densidad de 25 µ con macro perforaciones.
2- PEBD: polietileno baja densidad de 25 µ
3- LifeSpan: bolsas de marca comercial
4- Xtend: bolsas de marca comercial
5- 1-MCP: Se trató fruta con 1000 ppb de SmartFresh y se embalo en bolsa de polietileno baja densidad de 25µ con macro perforaciones.

La composición de gases dentro de las bolsas se midió durante el período de conservación y al momento de abrir las bolsas para la evaluación de la fruta.

Determinaciones de madurez:

Color de piel: con tabla en una escala de 1 (rojo claro) a 4 (caoba oscuro). Se realizó también una determinación del color de la piel con colorímetro Minolta CR 300. Los valores del colorímetro se expresan como L (luminosidad del color), hue (cual es el color), croma (pureza o saturación del color).
Firmeza: se realizó una determinación de deformación en cada fruto de la muestra. La misma se llevo a cabo con un presiómetro electrónico GÜSS (FTA-14), a velocidad constante (50mm/seg) y en un recorrido de 0,5mm. Se registro la fuerza máxima obtenida en cada fruto y en el promedio de la muestra. Los datos se presentan en libras de fuerza máxima.
Acidez titulable: por titulación de 10 ml del jugo de cada muestra de 50 frutos con NaOH 0.1N hasta pH 8.2. Los resultados se expresan en % de acido málico titulable.
Sólidos solubles: sobre el jugo de cada muestra y con refractómetro autocompensado Attago. Los resultados se expresan en ºbrix

Determinaciones de calidad:

Estado del pedúnculo: se clasificó el estado del pedúnculo en 5 categorías donde: 0 es sano, 1 es hasta el 25% del pedúnculo pardeado, 2 es hasta el 50% del pedúnculo pardeado, 3 es hasta el 75% del pedúnculo pardeado y 4 es hasta el 100% del pedúnculo pardeado. Se expresa el porcentaje de frutos sanos, con deterioro leve (grados 1 y 2) y con deterioro severo (grados 2 y 3).
Desarrollo de pitting: se registró el número de lesiones en cada fruto. Se expresa el porcentaje de frutos sanos (sin lesiones), frutos con daños leves (con 1 o 2 lesiones) y frutos con daños severos (con más de 3 lesiones)
Podredumbres: se registró el número de frutos afectado por podredumbres en cada una de las cajas.

Análisis estadístico:

Se realizo un ANOVA para las variables de interés, utilizándose el programa estadístico INFOSTAT/Profesional, versión 2006p.1. Se particionó el análisis por salida de cámara (27 y 42) y por evaluación (0 y 5) en los casos que fue necesario se transformó la variable para que el ANOVA siga siendo robusto; en algunos casos se optó por sacar algún dato fuera del análisis.

Resultados y Discusión

Tabla 1. Parámetros de madurez de cerezas cv. Santina al inicio del ensayo.

Parámetro	Promedio de las muestra
Calibre (mm)	25
Peso (g)	9,1
Firmeza (lb)	7,7
Acidez Titulable %	1,04
Solidos Solubles %	19,3
Hue	7,8
Croma	15,0
Color tabla 4 grados (% de frutos en 3 y 4)	30/70

La utilización de cualquiera de las bolsas sin perforar generó una modificación de la atmósfera a partir de la respiración de los frutos. Hubo diferencias entre las bolsas respecto a los valores de O_2 y CO_2 alcanzados y a la velocidad con que se estableció la concentración de equilibrio.

Tabla 2. Porcentaje de O_2 dentro de cada tipo de bolsa en distintos períodos de conservación a 0 ºC.

	Días de conservación						
Tratam.	4	7	10	17	21	27	Media
PEperf	20,05	20,00	19,88	19,75	20,05	19,90	19,94
PEBD	11,42	12,98	13,90	14,37	14,80	17,68	14,19
LS	15,98	16,35	16,72	16,72	16,78	16,58	16,52
XT	10,70	12,50	13,93	15,17	15,28	15,72	13,88

Tabla 3. Porcentaje de CO_2 dentro de cada tipo de bolsa en distintos períodos de conservación a 0 ºC.

	Días de conservación						
Tratam.	4	7	10	17	21	27	Media
PEperf	0,28	0,23	0,22	0,12	0,22	0,20	0,21
PEBD	3,93	3,65	3,30	3,18	2,88	1,68	3,10
LS	2,42	2,15	2,05	1,98	2,12	2,28	2,17
XT	8,25	8,38	7,62	5,75	5,73	5,40	6,86

En las bolsas PEBD-perf no hubo modificación atmosférica. En cambio, en las bolsas PEBD sin perforar, el O_2 descendió a 11.4% en 4 días y tendió a incrementarse paulatinamente en valores promedios de 14.2%. El CO_2 se incrementó hasta 4% en 4 días pero descendió a lo largo de la conservación, estableciéndose un valor promedio de 3%.

En las bolsas LifeSpan, la modificación atmosférica fue menor que en las bolsas PEBD. Los valores promedio en estas bolsas fueron de 16.5% para el O_2 y de 2.1% para el CO_2.

Las bolsas Xtend fueron las que mayor modificación atmosférica generaron. El contenido de O_2 fue de 10.7% en 4 días pero fue aumentando siendo el valor promedio de 16.5%. En estas bolsas se alcanzó un 8.4% de CO_2 en 4 días y aunque este porcentaje fue disminuyendo con la conservación, se observó un valor promedio mas alto que en las otras bolsas, con 6.9% (Tablas 2 y 3).

Ensayos realizados en cerezas Stella y Lapins, también arrojaron que las bolsas Xtend permiten una mayor y mas rápida modificación atmosférica, logrando que los valores de CO_2 superen a los valores de O_2 (Candan y Calvo, 2005; Candan, 2007). En este ensayo, se observó poca estabilidad en los contenidos de O_2 y CO_2 a lo largo de la conservación, podría deberse al tipo de cierre empleado y a que no se usaron bolsas "enteras", lo cual redujo la hermeticidad.

Teniendo en cuenta que cuanto antes se genere la atmósfera, antes se logran las condiciones para reducir la tasa de maduración y deterioro del producto, las bolsas Xtend serían las más recomendadas, seguido luego de las PEBD y por último las LifeSpan, según lo observado en este ensayo.

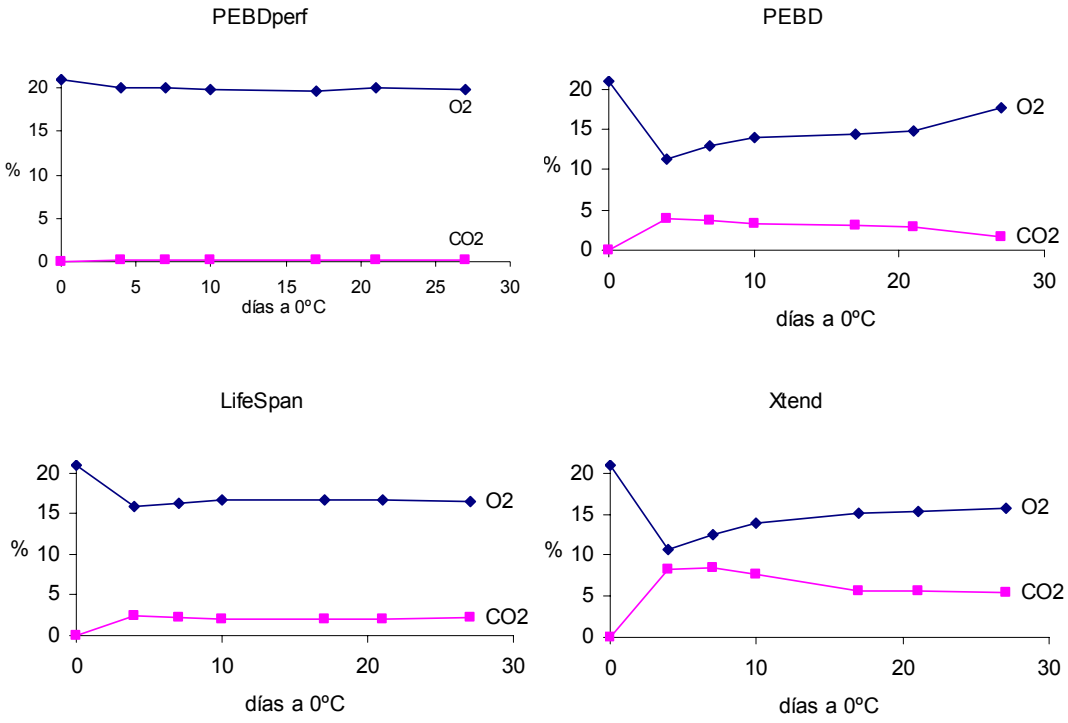

Figura 1. Evolución del contenido de O_2 y CO_2 dentro de cada tipo de bolsa durante la conservación a 0 ºC de cerezas Santina.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre la firmeza, el contenido de solidos solubles (SST), la acidez titulable (AT) y el color de la epidermis (Hue) después de 27 o 42 días de conservación a 0ºC y 5 días de vida en estante.

Días a 0ºC + días 20ºC	Tratam	Firmeza	SST	AT	Hue
27+0	PE Perf	9,8 c	21,2 b	0,80 a	7,2 a
	PE BD	9,2 ab	19,0 a	0,83 a	10,0 b
	LS	9,9 c	19,8 ab	0,80 a	10,2 b
	Xtend	8,6 a	19,6 ab	0,79 a	10,8 b
	1-MCP	8,9 ab	19,5 ab	0,71 a	9,6 b
	P value	*0.0077*	*0.1715*	*0.3175*	*0.0046*
20+5	PE Perf	7,3 a	21,7 a	0,73 a	4,3 a
	PE BD	7,2 a	20,5 b	0,81 bc	5,5 b
	LS	7,6 a	21,5 b	0,83 c	8,3 ab
	Xtend	7,0 a	19,9 b	0,76 ab	5,5 b
	1-MCP	7,2 a	19,8 b	0,71 a	4,8 ab
	P value	*0.5530*	*0.0243*	*0.0105*	*0.0194*
42+0	PE Perf	8,9 ab	19,1 ab	0,75 a	10,1 ab
	PE BD	9,1 abc	18,6 a	0,79 ab	11,5 b
	LS	9,6 c	19,3 ab	0,80 b	10,7 ab
	Xtend	8,7 a	19,4 b	0,80 b	11,3 b
	1-MCP	9,5 bc	19,3 ab	0,80 b	9,7 a
	P value	*0.0707*	*0.197 6*	*0.0791*	*0.1037*
42+5	PE Perf	6,7 b	20,5 a	0,69 a	8,3 a
	PE BD	6,2 a	19,7 a	0,70 a	9,5 a
	LS	7,1 c	18,9 a	0,71 a	8,8 a
	Xtend	6,0 a	20,3 a	0,72 a	8,6 a
	1-MCP	6,9 bc	18,6 a	0,69 a	8,6 a
	P value	*0.0008*	*0.4438*	*0.5167*	*0.7448*

Los valores de firmeza al salir de la cámara después de 27 y 42 días de conservación, fueron mayores que a cosecha (7.7 lb), debido a la menor temperatura de la pulpa de los frutos. En cambio, los frutos se ablandaron durante la vida en estante. Si bien la diferencia en valor absoluto no es de importancia comercial, la firmeza fue mayor en los frutos de bolsas LifeSpan que en frutos de otros tratamientos, excepto en la evaluación de 27+5 días.

Durante el almacenamiento a 0ºC, los frutos manifestaron un importante descenso de acidez respecto a los valores de cosecha (1.04%). Los frutos almacenados en bolsas LifeSpan mantuvieron mayores valores de acidez después de 27+5 días pero las diferencias no fueron tan notorias al extenderse la conservación. No hubo cambios importantes en el contenido de SST durante la conservación, ni un claro efecto de los tratamientos. En ensayo previos realizados con el cv. Stella se observó que la firmeza y el contenido de sólidos solubles tienden a disminuir durante la conservación y la vida en estante de los frutos y que los tratamientos con distintos tipos de bolsas tampoco afectan dichos parámetros (Candan y Calvo, 2005). Kupferman y Sanderson (2001) y Tian et al. (2004) también observaron que la acidez y los sólidos solubles de las cerezas decrecen a medida que se extiende la conservación.

En general, los valores de hue fueron menores (fruta mas oscura) en frutos de bolsas perforadas (PEBD-perf y 1-MCP), mientras que los distintos tipos de bolsas mantuvieron un hue mayor. Esto indica que la modificación atmosférica reduce los cambios de color de cerzas durante la conservación. Según lo observado por Zóffoli et

al. (1988) el retraso en la evolución del color se debería a la concentración de CO_2 elevado dentro de las bolsas. Esto coincide con lo observado en años anteriores en el cv. Stella, donde el contenido de CO_2 en Xtend fue superior y mantuvo frutos mas rojos (Candan y Calvo, 2005). Además de las diferencias en el CO_2, las bolsas Xtend también presentaban menores tenores de O_2, lo cual indicaría que el mantenimiento del color se debería tanto al aumento del CO_2 como a la disminución del O_2.

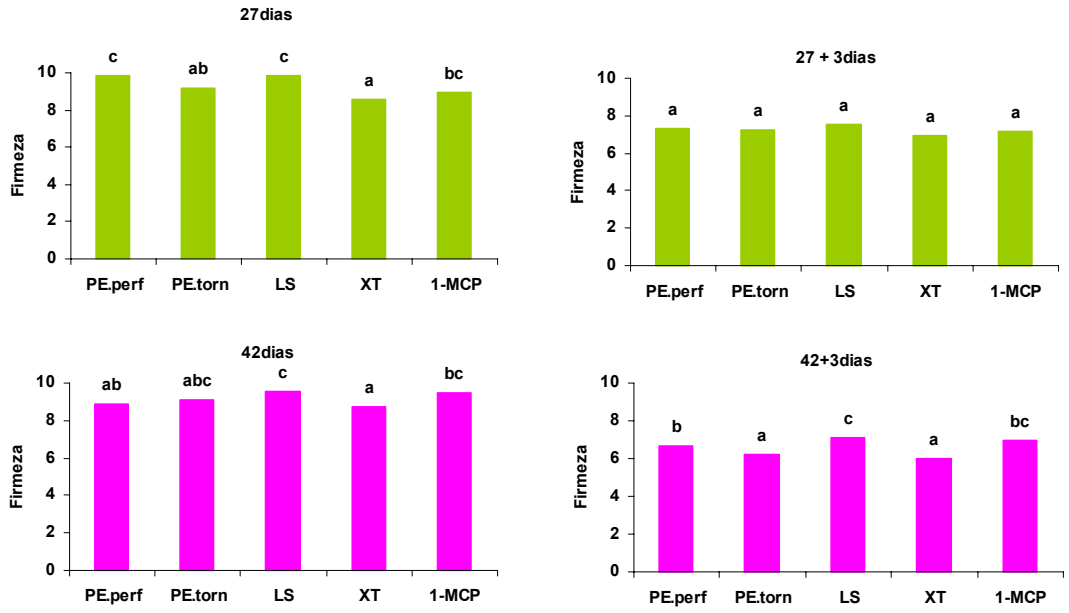

Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre la firmeza de cerezas Santina después de conservación y vida en estante.

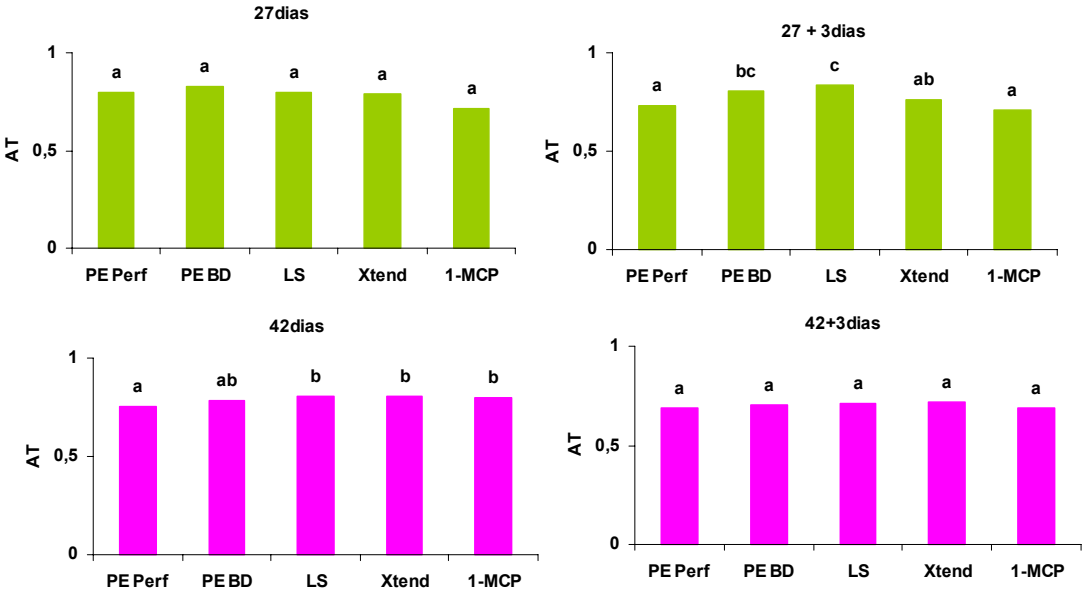

Figura 3. Efecto de los tratamientos sobre la acidez de cerezas Santina después de conservación y vida en estante.

Tabla 5. Efecto de los tratamientos sobre el aspecto externo de los frutos después de 27 o 42 días de conservación a 0ºC y 5 días de vida en estante.

Días a 0ºC + días 20ºC	Tratam	Pit	Ped	Pod%
27+0	PE Perf	0,6	0,1	4,0
	PE BD	0,5	0,0	0,7
	LS	0,4	0,2	1,0
	Xtend	0,4	0,2	0,0
	1-MCP	0,9	0,0	0,0
	P value	-	-	-
20+5	PE Perf	1,6	3,3	18,8
	PE BD	1,3	2,3	15,1
	LS	1,1	2,7	13,5
	Xtend	0,8	2,5	9,2
	1-MCP	2,2	2,8	34,7
	P value	-	-	-
42+0	PE Perf	0,8	0,9	5,7
	PE BD	0,7	0,7	2,4
	LS	0,8	0,3	2,0
	Xtend	0,7	0,8	2,3
	1-MCP	0,7	0,6	5,2
	P value	-	-	-
42+5	PE Perf	0,9	3,4	46,1
	PE BD	1,6	2,5	30,2
	LS	1,3	3,3	33,5
	Xtend	1,0	3,1	8,7
	1-MCP	0,7	3,4	34,2
	P value	-	-	-

Los frutos desarrollaron pitting pero la incidencia fue siempre baja. No hubo diferencias entre los tratamientos. Esto coincide con lo observado en Stella (Canda y Calvo, 2005) y en Lapins (Candan, 2007), donde el almacenamiento en distintos tipos de bolsas no redujeron el numero de lesiones de pitting. Como se mencionó anteriormente no hubo diferencias en el grado de incidencia de pitting entre los distintos tipos de bolsas, al igual que lo observado en otros cultivares como Stella y Lapins (Candan y Calvo, 2005; Candan, 2007). La aplicación de MAP tampoco redujo el pitting en otros cultivares de cerezas (Kupferman y Sanderson, 2001). Esto es explicado claramente debido a que el desarrollo de pitting no se ve afectado ni por la atmósfera que rodea al fruto ni por la humedad relativa (Wade y Bain, 1980; Crisosto et al., 1993), y estos son los principales variables afectadas por la utilización de bolsas.

El tipo de bolsa no afecto claramente la deshidratación de los pedúnculos ya que al abrir las bolsas durante el periodo de vida en estante, todos los pedúnculos se pardearon por igual. Sin embargo, las bolsas de PEBD-perf siempre presentaron mayor severidad de deshidratación que las bolsas PEBD sin perforar (Figura 4). Ensayos previos en cerezas Stella muestran que los frutos de bolsas Xtend presentaron una calidad de pedúnculo inferior, debido probablemente a su mayor permeabilidad al vapor de agua (Candan y Calvo, 2005). En este ensayo, esa tendencia fue observada en corta conservación pero no después de 42 días de almacenamiento más vida en estante.

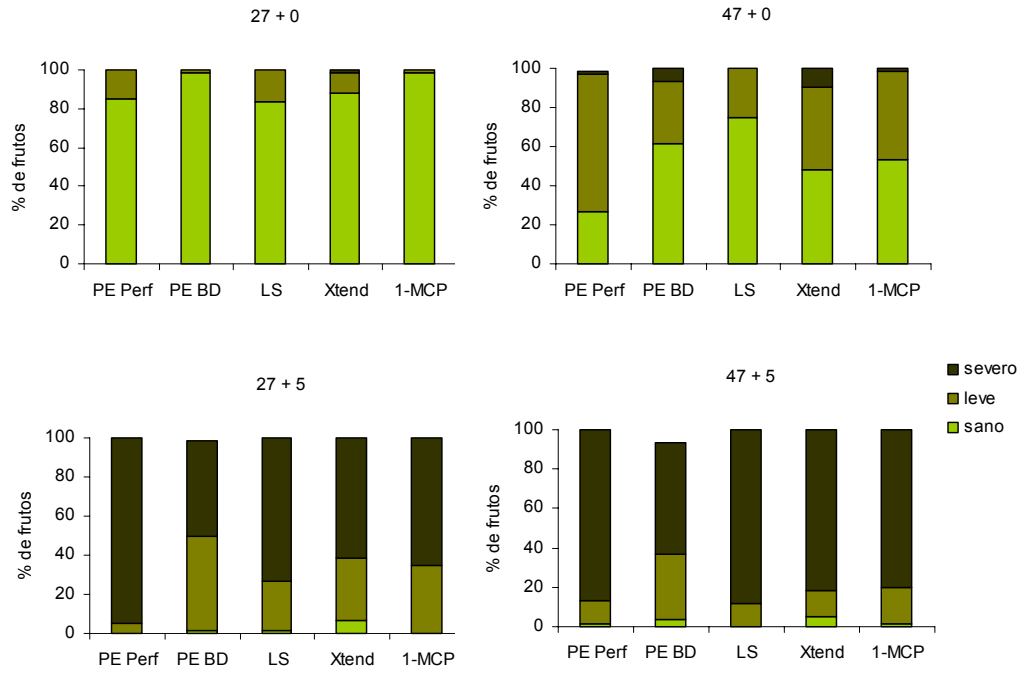

Figura 4. Porcentaje de frutos afectados con distintos grados de severidad de deshidratación del pedúnculo y de pitting, después de 27 y 47 días de conservación a 0ºC y 5 días de vida en estante a 20ºC.

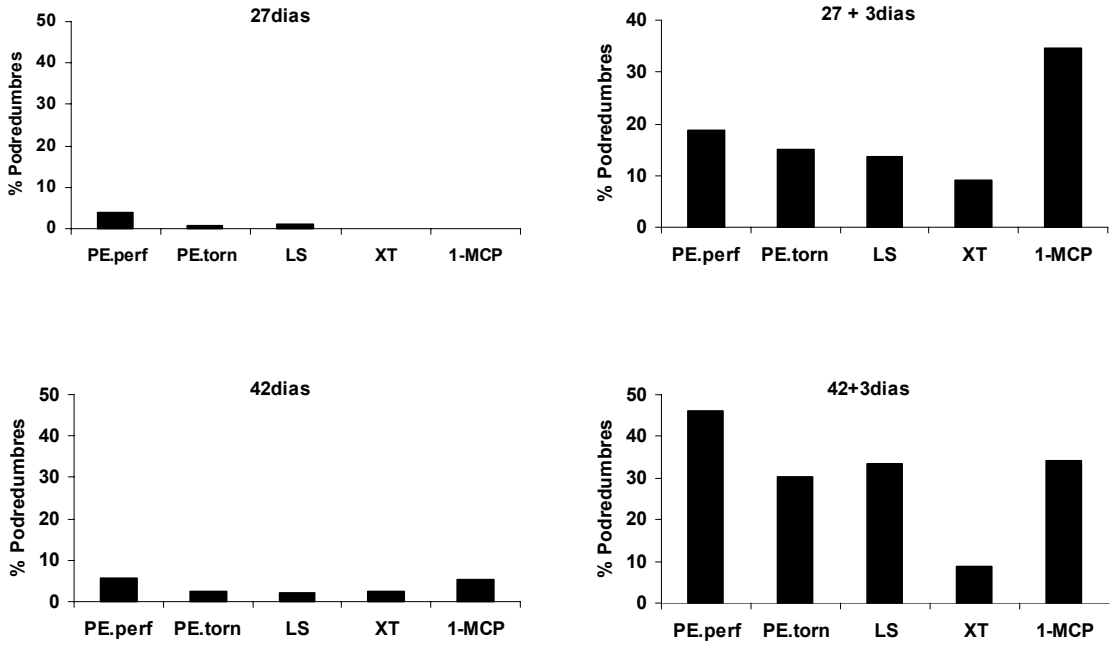

Figura 5. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de frutos afectados por podredumbres después de 27 y 42 días de conservación a 0ºC y despues del mismo periodo de conservación, mas 5 días de vida en estante a 20ºC.

En este ensayo, el número de frutos afectados por podredumbres dependió del film utilizado. Las bolsas Xtend redujeron significativamente el porcentaje de frutos afectados por podredumbres, principalmente después de larga conservación y vida en estante (42+5 días) (Figura 6). Las bolsas Xtend también redujeron las podredumbres de poscosecha en cerezas Stella y Lapins (Candan y Calvo, 2005; Candan, 2007). La utilización de bolsas en conservación de cerezas también redujo la incidencia de podredumbres en otros cultivares de cerezas, respecto a testigos embalados con bolsas perforadas o sin bolsas (Kupferman y Sanderson, 2001, Skog et al., 2003).

El menor desarrollo de podredumbres dentro de las bolsas Xtend podría deberse al mayor contenido de CO_2 acumulado en estas bolsas. Zóffoli et al. (1988) también encontró que el desarrollo de podredumbres era menor en aquellas bolsas con mayor acumulación de CO_2. En ensayos previos, se observó que cerezas Stella almacenadas en bolsas Xtend, presentaban una mayor deshidratación de los pedúnculos, y no manifestaban condensación de agua en el interior al removerse de las cámaras frigoríficas (Candan y Calvo, 2005). Esto se debería a la mayor permeabilidad al vapor de agua de las bolsas Xtend, lo cual también puede explicar la menor incidencia de podredumbres en los frutos almacenados con estas bolsas.

Algunos antecedentes indican que ante un aumento de la temperatura las bolsas PEBD favorecen el desarrollo de patógenos en mayor medida que las bolsas de permeabilidad selectiva o microperforadas (Kupferman y Sanderson, 2001), por lo cual es muy importante desinfectar la fruta con agua clorada, y si es posible utilizar algún fungicida de postcosecha.

Conclusiones

El uso de bolsas no afecta el desarrollo de pitting. Las bolsas perforadas pueden incrementar el pardeamiento del pedúnculo.

El efecto sobre la firmeza y la acidez dependió del tipo de bolsa por lo que no puede recomendarse una de ellas como la “mejor”.

Las bolsas Xtend reducen el porcentaje de podredumbres.

El 1-MCP no tiene efecto en cerezas.

Referencias

Candan, A.P. 2007. Uso de atmósferas modificadas en cerezas cv. Santina. Informe tecnico. INTA Alto Valle.

Candan, A.P.; Calvo, G. 2005. Comparación de tres tipos de bolsas de atmósfera modificada para la conservación cereza. Informe tecnico. INTA Alto Valle.

Crisosto, C. Garner, D.; Doyle, J.; Day, K. 1993. Relationship between fruit respiration, bruising susceptibility, and temperature management in sweet cherries. HortScience 28 (2): 132-135.

Kupferman, E.; Sanderson, P. 2001. Temperature management and modified atmosphere packing to preserve sweet cherry quality. Postharvest Information Network, Washington State University, Tree Fruit Research and Extension Center.

Wade, N.; Bain, J. 1980. Physiological and anatomical studies of surface pitting of sweet cherry fruit in relation to bruising, chemical treatment and storage conditions. Journal of Horticultural Science 55 (4): 375-384.

Mozetic, B.; Simcic, M.; Trebse, P. Anthocyanins and hydroxycinnamic acids of Lambert Compact cherries (Prunus avium L.) after cold storage and 1-methylecyclopropene treatment. Food Chemistry 97: 302-309.

Serrano, M.; Martinez-Romero, D.; Castillo, S.; Guillén, F.; Valero, D. 2005. The use of natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. Innovative Food Science & Emerging Technologies. In Press.

Skog, L.; Schaefer, B.; Smith, P. 2003. On-farm modified atmosphere packaging of sweet cherries. ISHS Acta Horticulturae 628: 415-422.

Tian, S.; Jiang, A.; Xu, Y.; Wang, Y. 2004. Responses of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage. Food Chemistry 87: 43-49.

Petracek, P.; Dennis, W.; Shirazi, A.; Cameron, A. 2002. Modified atmosphere packaging of sweet cherry (Prunus avuim. L. ev. ´Sams´) fruit: metabolic responses to oxygen, carbon dioxide, and temperature. Postharvest Biology and Technology 24: 259-270.

Zóffoli, J. P.; Lavanderos, J. C.; Zarate, M. M. 1988. Posibles alternativas de embalaje para la exportación de cerezas. Revista Frutícola 9 (1):13-15.

Wargo, J.; Padilla-Zakour, O.; Tandom, K. 2003. Modified atmosphere packaging maitain sweet cherry quality after harvest. New York Fruit Quarterly 11 (2): 5-8.