

SIMIEN

Órgano Oficial de Difusión de la Sociedad Agronómica de Chile
Fundada el 1 de Octubre de 1942.

SIMIEN se publica trimestralmente por la Sociedad Agronómica de Chile

(SACH). Los trabajos para publicación deben enviarse al Editor a:
Mac Iver 120, Santiago - Chile.

Oficina 36, Casilla 4109, Santiago, Chile. Fono-Fax: (56-2) 6384881.

La preparación de los artículos debe ceñirse a las "Normas de publicación" que aparecen en las páginas II y III.

Los socios activos de la SACH reciben la revista. Las suscripciones tienen un valor de:

Suscripción Regular Anual: \$ 9.000. Número individual: \$ 3.500.

Suscripción anual para estudiantes de agronomía: \$ 7.500.

Número individual: \$ 2.500.

Suscripción anual para extranjeros (por correo certificado): US\$ 40.

Número individual: US\$ 15.

Referencia bibliográfica SIMIEN

Se autoriza la reproducción total o parcial que aparece en SIMIEN, siempre que se cite debidamente la fuente y los autores correspondientes.

La SACH no se responsabiliza por las declaraciones y opiniones publicadas en SIMIEN; ellas representan los puntos de vista de los autores de los artículos y no necesariamente los de la Sociedad Agronómica de Chile. La mención de productos o marcas comerciales no implica su recomendación por la SACH.

Sociedad Agronómica de Chile
Fundada el 28 de agosto de 1910
Mac Iver 120, Of. 36, Santiago, Chile
E-mail: sociedadagronomica@entelchile.cl

Diseño, Diagramación e Impresión:
Arancibia Hnos. y Cía. Ltda.
E-mail: arancibiahnos@entelchile.net

Consejo Directivo 2002-2003

Presidente: Horst Berger S., Ing. Agr.
Vicepresidente: Edmundo Acevedo H., Ing. PhD.
Secretaria: Elena Dagnino D., Ing. Agr.
Tesorero: Alfredo Olivares E., Ing. Agr.Mg.Sc.

Consejeros

Rina Acuña P., Ing. Agr.
Arturo Lavín A., Ing. Agr.
Horacio López C., Ing. Agr. M.S.
Luis Luchsinger L., Ing. Agr. PhD.
Adriana Pinto A., Ing. Agr.
Gabino Reginato M., Ing. Agr. M.S.
Claudio Wernil K., Ing. Agr. PhD.

Consejeros Honorarios

Mario Astorga C., Ing. Agr.
Gustavo Saravia I., Ing. Agr.

SIMIEN

Representación Legal

Horst Berger S., Ing. Agr.

Presidente SACH

Editor Honorario

Gustavo Saravia I., Ing. Agr.

Directora

Elena Dagnino D., Ing. Agr.

Subdirectora

Ljubica Galletti G., Ing. Agr.

Editor

Rafael Nova S-A.

Ing. Agr. M.S.

Editores Asociados

Riego, Drenaje y Ciencias del Suelo

Edmundo Acevedo

Ing. Agr. PhD

Postcosecha y Agroindustria

Horst Berger S.

Ing. Agr.

Economía Agraria

y Desarrollo Rural

Rolando Chateaufeuf D.

Ing. Agr.

Entomología y Nematología

Roberto González R.

Ing. Agr. M.S. PhD

Control de Malezas

Marcelo Kogan A.

Ing. Agr. M.S. PhD

Fitopatología

Bernardo Latorre G.

Ing. Agr. M.S. PhD

Fitomejoramiento y Cultivos

René Cortázar S.

Ing. Agr. M.S. PhD

Hortalizas y Ornamentales

Aage Krarup H.

Fruticultura

Jorge Valenzuela B.

Ing. Agr. PhD

Producción Animal y Praderas

Claudio Wernli K.

Ing. Agr. PhD

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Simiente es el órgano oficial de difusión científica de la Sociedad Agronómica de Chile en el que se da a conocer los resultados de investigaciones científicas en el ámbito agropecuario, con el objeto de proporcionar información sobre el desarrollo científico-tecnológico del sector.

Los artículos para publicar en **SIMIENTE** deben ser originales, es decir, no pueden haber sido publicados previa o simultáneamente en otra revista científica o técnica.

Se recibirán trabajos para publicar en las siguientes secciones:

Trabajos de Investigación, los cuales deben incluir los siguientes capítulos:

- I. *Resumen*, que debe contener un condensación de los objetivos, métodos, resultados y conclusiones principales.
- II. *Abstract*, traducción del Resumen al idioma inglés.
- III. *Palabras clave*, cinco como máximo, no usadas en el Título, que sirven como índices identificatorios. Puede incluirse nombres comunes y científicos de especies, tecnologías, etc.
- IV. *Introducción*, revisión bibliográfica concisa, donde se indicará el objetivo e hipótesis de la investigación y su relación con otros trabajos relevantes (propios o de otros autores).
- V. *Materiales y Métodos*, descripción concisa de los materiales y métodos usados en la investigación; si las técnicas o procedimientos han sido publicados anteriormente mencionar sólo sus fuentes bibliográficas e incluir detalles que representan modificaciones sustanciales del procedimiento original.
- VI. *Resultados*, se presentarán, en lo posible en tablas y/o figuras, que deberán ser reemplazadas, cuando corresponda, por análisis estadístico, evitando la repetición y seleccionando la forma en que cada caso resulte adecuado para la mejor interpretación de los resultados.
- VII. *Discusión*, debe ser breve y restringirse a los aspectos significativos del trabajo. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, los Resultados y la Discusión pueden presentarse en conjunto, bajo el título general de Resultados y Discusión.
- VIII. *Literatura Citada*, listado alfabético de las referencias bibliográficas utilizadas (ver ejemplos en Normas de Estilo).

Notas Técnicas: La estructura no está sujeta a lo establecido para los trabajos de investigación, por tratarse de notas cortas sobre avances de investigaciones, determinación de especies, descripción de métodos de investigación, etc. Sin embargo, debe incluir un Resumen, un Abstract y la Literatura Citada.

Revisiones Bibliográficas. Trabajos de investigación bibliográfica en la especialidad del autor y estructura libre. Debe incluir Resumen y Literatura citada.

Punto de Vista. Comprende artículos cortos de material de actualidad, revisiones de libros de reciente publicación, asistencia a Congresos, reuniones científicas e índice de Revistas. Debe incluir Literatura citada.

Además, **SIMIENTE** publicará los trabajos que se presenten en los Simposios y Congresos de la SACH, u otras agrupaciones asociadas a la misma. Los Simposios y los trabajos de estructura libre, deben contener Resumen, Abstract y Literatura Citada. Los Resúmenes deben contener una condensación informativa de los métodos, resultados y conclusiones principales, señalando cuando corresponda, la fuente de financiamiento.

NORMAS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos propuestos para publicación deben enviarse con cuatro copias, escritas a espacio y medio, en papel tamaño carta al Editor de la revista **SIMIENTE**, a Mac Iver 120, Oficina 36, Santiago, Chile.

Una vez aceptado el trabajo, el (los) autor(es) deberán incorporar las sugerencias de los revisores y remitir una copia del trabajo final impresa, además una versión digital en CD o diskette, con el procesador de texto Word a 1 1/2 espacio, sin sangría. Las tablas y gráficos deben enviarse en archivos separados, señalándose en el texto su ubicación. Las fotos en blanco y negro, deben enviarse por separado, adecuadamente identificadas, en papel brillante y en aplicación de 12 x 18 cm.

NORMAS DE ESTILO

Título (español e inglés). Descripción concisa y única del contenido del artículo. El Título contendrá el superíndice (1) de llamada de pie de página para indicar agradecimientos y/o fuente de financiamiento.

Autor (es). Se indicará nombre y apellido paterno completos e inicial del apellido materno. Con pie de página se debe indicar la o las instituciones a las cuales pertenecen, incluyendo las direcciones postal y electrónica completas. Encabezamientos de las secciones. Los encabezamientos de primera, segundo, tercer o cuarto orden deben ser fácilmente distinguibles y no numerados.

Tablas. Deben escribirse a un espacio. El título de cada tabla, **en español e inglés**, debe indicar su contenido de tal forma que no se requiere explicaciones adicionales en el texto. Los encabezamientos de filas y columnas, con el pie de página, deben ser autoexplicativos. Use superíndices numéricos para identificar los pies de páginas de las tablas. Use letras minúsculas para indicar diferencias significativas o separaciones de medias indique asimismo el nivel de probabilidad.

Figuras. Indique correlativamente todas las figuras (gráficos, figuras y fotografías). Las leyendas deben ser claras y concisas. El título de cada figura, **en español e inglés**, debe indicar su contenido de tal forma, que no se requiera explicaciones adicionales en el texto. Por razones de espacio, el Comité Editor se reserva el derecho de incluir o no las fotografías. Los dibujos gráficos deben ser originales, hechos sobre papel blanco. Además de las figuras en papel se solicita enviar figuras en versión electrónica, formato TIFF o JPG de las siguientes resoluciones: figuras en blanco y negro mínimo 600 dpi, las líneas no deben ser más finas que 0,25 pts., los rellenos deben tener una densidad de por lo menos 10% y las fotografías electrónicas deben tener resoluciones mínimas de 300 dpi. Resoluciones menores afectan la calidad de la impresión. Las fotografías no electrónicas deben ser "prints" claros, brillantes y montadas sobre una cartulina.

Figuras o fotografías en colores se podrán publicar con cargo al autor. En blanco y negro se publicarán sin costo. Evite duplicidad de información en el texto, tablas y figuras.

Nombres científicos y palabras latinas. Deben escribirse utilizando el estilo cursiva de la fuente empleada.

Nombres comerciales y marcas. Estos nombres, de corta permanencia, deben ser evitados en el texto o referidos entre paréntesis o como llamada de pie de página. Use siempre el nombre técnico del ingrediente activo, fórmula química, pureza y/solvente. Los nombres registrados deben ser seguidos por R la primera vez que se cita en el Resumen y texto.

Abreviaturas y Sistema Métrico. Se debe usar el Sistema Internacional de Medidas y sus abreviaturas aceptadas. En caso de utilizarse siglas poco comunes, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. Todas las abreviaturas y siglas se usan sin punto.

Apéndices. Material informativo suplementario debe ser agregado como Apéndice y colocado antes de la Literatura Citada.

Literatura Citada

Las referencias a libros, artículos, informes técnicos o trabajos de congresos o talleres deben ser listados en orden alfabético, al final del trabajo. Artículos no publicados, opiniones expertas no se incluyen en listado alfabético pero se pueden mencionar en el texto como comunicaciones personales indicando el nombre del autor. Es responsabilidad del autor obtener los permisos necesarios para citar trabajos no publicados.

Ejemplos de citas

Referencias. En el texto, las referencias deberán citarse entre paréntesis (Triviño y Riveros, 1985) o Astorga (1977), según sea el caso. Si son más de dos autores, citar el primer autor y e tal, seguido del año, por ejemplo (Carrillo et al, 1994). Las referencias no publicadas o comunicaciones personales deben insertarse en el texto, indicando dicha condición en llamada de pie de página.

Las referencias deben colocarse en orden alfabética en la sección Literatura Citada, de acuerdo a los siguientes ejemplos:

Artículo en Revista: WITHERS, L.A., 1993. *In vitro* storage and plant genetic conservation (Germplasm). Span. Prog 26(2): 72-74.

Libro: ALLARD, R.W., 1975. Principios de la mejora genética de plantas. 2ª ed. Omega. Barcelona, España, 325 p. Capítulo de Libro: WARSON, I.A. 1970. The utilization of wild species in the breeding of cultivated crops resistant to plant pathogens. Págs. 441-457. In Frankel, O.H. (ed). Genetic resource in plants. Blackwell Scientific Publ. California 360 p.

ÍNDICE

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

EFFECTOS DE LA IRRADIACIÓN CON ELECTRONES ACELERADOS SOBRE LAS ENZIMAS DETOXIFICANTES EN PIMIENTO	1
EFFECTO DEL POLIQUÉL CALCIO EN LA CALIDAD POSTCOSECHA DEL MANGO	8
EFFECTO DEL RALEO MANUAL TARDIO Y DEL NIVEL DE CARGA FRUTAL SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE MANZANAS VAR. ROYAL GALA	14
TRATAMIENTOS POSTCOSECHA PARA ALARGAR LA VIDA DE ANAQUEL DEL AGUACATE	20
INFLUENCIA DEL ENCERADO Y TRATAMIENTO TÉRMICO EN LA CALIDAD POSTCOSECHA DEL MANGO	25
CALIDAD ORGANOLÉPTICA Y MICROBIOLÓGICA DE BASTONES DE APIO ALMACENADOS EN ATMÓSFERA CONTROLADA	30
EFFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE O ₂ Y CO ₂ EN ALMACENAMIENTO REFRIGERADO DE DIENTES DE AJO DESCASCARADOS	37
RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE PIMIENTOS CON DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ AL TRATAMIENTO CON METIL JASMONATO Y ENVASADO INDIVIDUAL	43

NOTAS TÉCNICAS

TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y GASEOSOS POSTCOSECHA PARA PRESERVAR LA CALIDAD DEL ALBARICOQUE FRESCO	53
RESPUESTA AL 1-MCP DE TOMATES CV FORTALEZA	64
PROPUESTA DE RASTREABILIDAD PARA FRUTAS FRESCAS	67
EFFECTO DE DISTINTOS SISTEMAS DE INICIO SOBRE EL RENDIMIENTO DE ZAPALLO TETZUKABUTO. (<i>Cucurbita maxima</i>)	75

EFFECTOS DE LA IRRADIACIÓN CON ELECTRONES ACELERADOS SOBRE LAS ENZIMAS DETOXIFICANTES EN PIMIENTO

Effects of ionization on detoxificant enzymes of green peppers

JUAN MARTÍNEZ-SOLANO⁽¹⁾, ENRIQUE OLMOS⁽²⁾, MONIKA VALDENEGRO-ESPIÑOZA⁽¹⁾ y FÉLIX ROMOJARO⁽¹⁾

⁽¹⁾Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. ⁽²⁾Departamento de Nutrición y Fisiología Vegetal. CEBAS-CSIC. Campus de Espinardo, Apartado Postal 164. Murcia, España. e-mail: felixX@cebas.csic.es

RESUMEN

Para estudiar los efectos de la ionización sobre las enzimas detoxificantes se desarrolló un ensayo con pimientos (*Capsicum annuum*, var. California) en estado verde, los cuales fueron irradiados con electrones acelerados por la firma IONMED, en Tarancón, Madrid. Se tomó una muestra de 50 frutos y se ionizó a 1, 3, 5 y 7 kGy. Una muestra control permaneció sin tratar y posteriormente se sometió al mismo proceso de conservación que los frutos tratados. Después del tratamiento, los frutos fueron almacenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ y se tomaron muestras periódicas después de 1, 3, 7, 13 y 17 días. Estas se mantuvieron a 20°C por tres días, antes de efectuar las siguientes determinaciones analíticas: peroxidación lipídica, actividad catalasa, lipoxigenasa y peroxidasa. Se identificaron las isoenzimas de peroxidasa y la ultraestructura de frutos tratados y control mediante técnicas de microscopía electrónica. Las mayores alteraciones se observaron a las más altas dosis. En frutos tratados y control, a dosis mayor a 5 kGy se observó una moderada separación de la membrana plasmática desde la pared celular. El número de peroxisomas se redujo significativamente después del tratamiento a 1 y 3 kGy y no se observaron después de 5 y 7 kGy. También se observó alteración en la estructura de cloroplastos de células del pericarpio a dosis de 5 kGy. La actividad lipoxigenasa se vio en aumento en función de la dosis de tratamiento, con

un aumento prácticamente constante para la peroxidación lipídica. La actividad catalasa se vio disminuida en forma casi proporcional a la dosis de tratamientos, especialmente a 5 y 7 kGy, pudiendo deberse a la casi total desaparición de los peroxisomas en los tratamientos más altos. La actividad peroxidasa ha aumentado en todos los frutos tratados comparados con los controles, no estando relacionada con la dosis de irradiación.

PALABRAS CLAVE: ionización, sistemas enzimáticos antioxidantes, microscopía electrónica, pimiento.

ABSTRACT

To study the effects of ionization on detoxificant enzymes, peppers (*Capsicum annuum*, var. California) in green stage which were irradiated with accelerated electrons by the firm IONMED, in Tarancón, Madrid. Samples of 50 fruits were taken and ionized at 1, 3, 5 and 7 kGy. One control sample remained untreated and it was later subjected to the same preservation process as the treated fruits. After the ionization, the fruit were stored at $5 \pm 1^\circ\text{C}$, and periodic samples were taken after 1, 3, 7, 13 and 17 days. They were kept at 20°C for 3 days before carrying out the following analytical determinations: lipid peroxidation, catalase, lipoxigenase and peroxidase activities. The isoenzymes of peroxidase were

identified and the ultrastructure of treated and control fruits was carried out by electronic microscopy techniques. In control and treated fruits, a moderate separation of plasma membrane from the cell wall was observed. The peroxisomes number was significantly reduced after gamma irradiation at 1-3 kGy doses, and no peroxisomes were observed after the 5-7 kGy treatments. Chloroplast of pericarp cells treated with gamma irradiation over 5kGy showed altered chloroplast structure. The lipoxigenase activity shows a gradual increase as the irradiation dose increases, an increase which is practically constant during the storage period for lipid peroxidation. The catalasa activity is reduced almost proportionally to the treatment dose, especially at 5 and 7 kGy, this could be due to the nearly total disappearance, in the highest treatments, of the peroxisomes of the plant cell. The peroxidase activity increased in all irradiated fruits when compared to control fruits, but this increase is not directly related to the irradiation dose.

KEY WORDS: Ionization, antioxidant enzymatic systems, electronic microscopie, peppers.

INTRODUCCIÓN

La irradiación de alimentos ha sido utilizada para tratamientos de desparasitación, inhibición de brotes, retraso de la maduración de frutas y tratamientos de pasteurización y esterilización. En algunos casos puede reemplazar el uso de aditivos químicos o utilizarse en combinación con ellos y resulta efectivo en el tratamiento de productos deshidratados y congelados. Los efectos de las radiaciones de los alimentos no pueden generalizarse si no se especifica el alimento y la dosis absorbida por el mismo. El tratamiento de frutos y hortalizas con radiaciones ionizantes puede actuar sobre los mecanismos responsables de la maduración y senescencia, haciendo que ambos procesos evolucionen lentamente y se logre aumentar la

vida comercial útil de los mismos. Cuando estos productos son irradiados pueden sufrir alteraciones en la composición química que alteran en mayor o menor medida su calidad nutricional y organoléptica, esto ha motivado que se haya estudiado esencialmente los componentes de las mismas.

Durante el proceso de irradiación y debido a la radiólisis de las moléculas de agua, se forman radicales libres, con una vida media de 10^{-9} segundos. Los compuestos inducidos por estos radicales libres son predecibles a partir de la composición del alimento e idénticos a los que se forman por otras reacciones (Basson, 1983 y Grootveld *et al.*, 1990) como por acción enzimática (lipoxigenasas y peroxidasas) por oxidación de grasas y ácidos grasos (Lebovics *et al.*, 1992) y por la degradación de vitaminas liposolubles y pigmentos.

Los objetivos marcados en este trabajo fueron determinar el efecto de la irradiación con electrones acelerados sobre la vida útil del pimiento y la radiosensibilidad del mismo.

MATERIAL Y MÉTODO

El material vegetal utilizado fue pimiento (*Capsicum annum*, var. California); los frutos se irradiaron en la empresa IONMED. Se hizo lotes de acuerdo con los distintas dosis de tratamiento y se dejó uno sin tratar como control, pero que se sometió a las mismas manipulaciones que los tratados. Las dosis de irradiación fueron: 1, 3, 5, y 7 kGy. Tras el tratamiento los frutos se almacenaron a 5 ± 1 °C y se tomaron muestras a los días 1, 3, 7, 13 y 17, que se mantuvieron a 20 °C durante 3 días, antes de efectuar las determinaciones correspondientes.

La peroxidación lipídica se determinó por el método de Heat y Packer (1968). Para las determinaciones enzimáticas 10 gramos de fruto fueron homogeneizados en un tampón fosfato potásico 50 mM (pH 7,4) que contenía 1mM EDTA, 1% PVP, 0,5% Tritón X-100, 5 mM de ácido ascórbico y 0,1 mM PMSF. Las actividades enzimáticas fueron determinadas usando los siguientes métodos; superóxido dis-

mutasa (SOD), Beyer y Fridovich (1987), catalasa (CAT), Aebi (1984), lipoxigenasa (LPOX), Mínguez-Mosquera (1993) y peroxidase (POX) Fielding y Hall (1978).

Para identificar las isoenzimas de peroxidasa, las proteínas del fruto fueron precipitadas con acetona, Biles *et al.*, (1997) y posteriormente aplicadas a un IEF-PAGE (10%) con un gradiente de ampholines 3-10 (BioRad).

Microscopía electrónica: las muestras fueron fijadas, deshidratadas e incluidas en resina Spurr, siguiendo el método descrito por Olmos y Hellin (1996).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Durante el almacenamiento del fruto se observó un comportamiento muy diferente en su maduración, dependiendo del grado de irradiación, así, mientras los frutos control viraron al estado rojo a lo largo de su conservación (Foto 1), en los frutos irradiados a 1 kGy y 3kGy durante el tiempo que duró el ensayo, no se dio ese viraje al rojo, posiblemente por desorganización del sistema tilacoidal de los cloroplastos. Los frutos irradiados a dosis de 5 a 7 kGy presentaron una mayor destrucción de orgánulos y una importante desorganización de la membrana plasmática. A estos

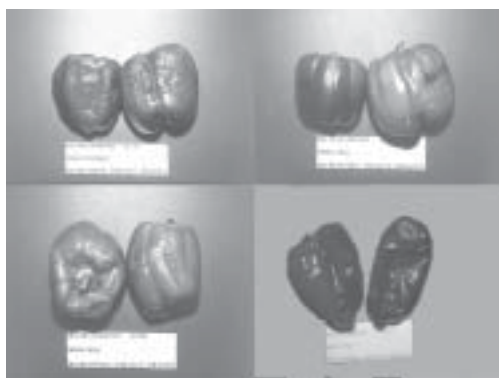


FOTO 1. Aspecto de los frutos de pimiento control e irradiados (1,3 y 7 kGy) 20 días después de los tratamientos.

PHOTO 1. Control pepper fruits irradiated (1,3 y 7 kGy) 20 days after treatments.

mismos niveles se observó una casi total desaparición de los peroxisomas (Foto 2), observándose paralelamente una importante disminución en la actividad total de catalasa (Figura 1).

La irradiación incrementó el grado de peroxidación lipídica (Figura 2) y de la actividad lipoxigenasa (Figura 3) en rela-

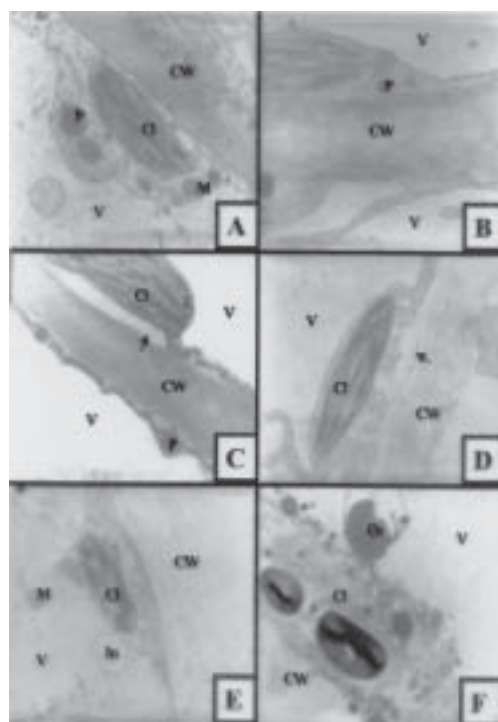


FOTO 2. Efecto de la irradiación en la ultraestructura de frutos de pimiento. (A y B) imágenes de un fruto control. (C, D, E y F) frutos irradiados a 1, 3, 5 y 7 kGy respectivamente. Aumentos= 10000x. CW= pared celular; V= vacuola; C= cloroplasto; S= gránulos de almidón; P= peroxisomas; In= invaginación; Flechas= puntos de separación de la membrana plasmática.

PHOTO 2. Effect of irradiation in the ultrastructure of pepper fruits (A and B) photos of control fruits (C,D and F) irradiated fruits at 1, 3, 5 and 7 kGy respectively. Magnification= 10.000 X. CW= cellular wall; V= vacuola; C= chloroplast; S= starch granules; P=peroxisomes; In= invagination. Arrows: points of separation of the plasma membrane.

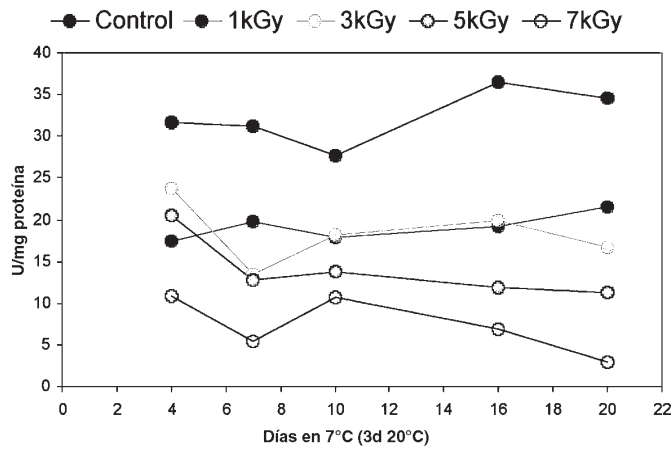


FIGURA 1. Evolución de la actividad catalasa durante la conservación y la dosis de tratamiento aplicada en frutos de pimienta.

FIGURE 1. Evolution of catalase activity during conservation and the irradiation dose in pepper fruits.

FIGURA 2. Influencia de la dosis de irradiación aplicada y el periodo de almacenamiento en la peroxidación lipídica en frutos de pimienta.

FIGURE 2. Influence of irradiation dose and the storage period in lipidic peroxidation.

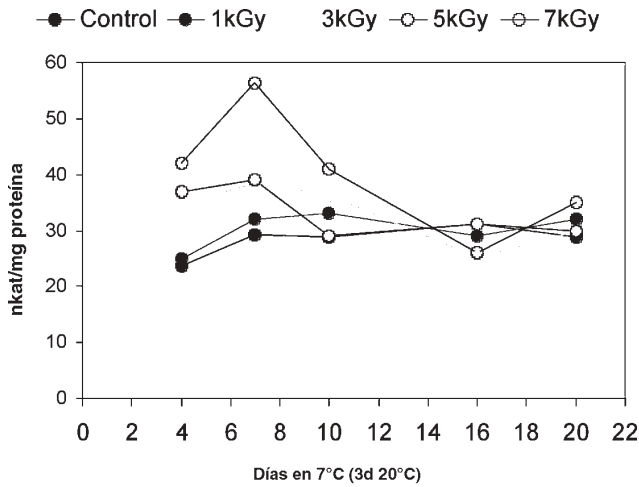
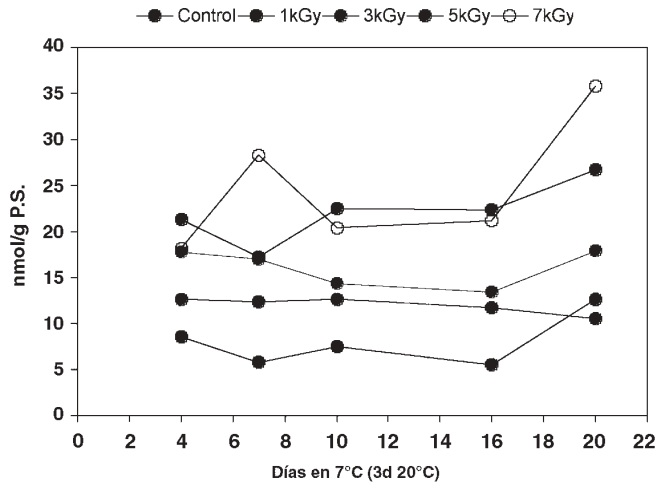


FIGURA 3. Evolución de la actividad lipoxigenasa durante la conservación y la dosis de irradiación aplicada en frutos de pimienta.

FIGURE 3. Evolution of lipoxigenase activity in storage and dose of irradiation treatment in pepper fruits.

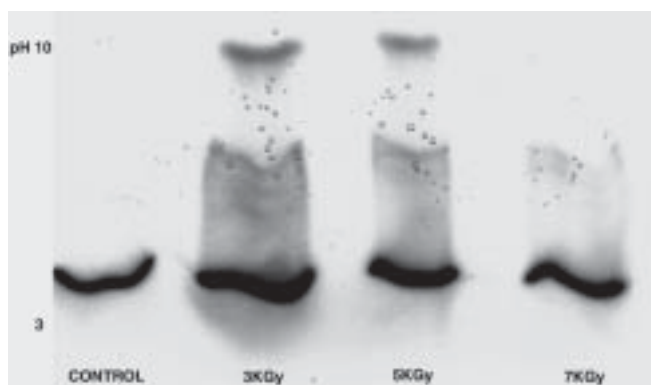
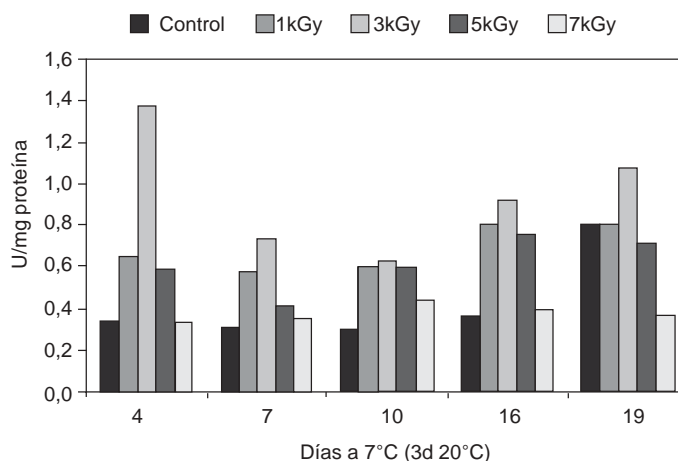


FOTO 3. Isoenzimas de peroxidasa para frutos de pimiento control e irradiados (3,5 y 7kGy).

PHOTO 3. Isoenzymes of peroxidases for control and irradiated (3,5 y 7 kGy) pepper fruits.

FIGURA 4. Evolución de la actividad peroxidasa durante la conservación y la dosis de irradiación aplicada en frutos de pimiento.

FIGURE 4. Evolution of peroxidase activity in storage and dose of irradiation treatment in pepper fruits.



ción directa a la dosis de irradiación, debido a la formación de radicales libres y al efecto de la irradiación sobre las membranas lipídicas.

La irradiación sobre el fruto modificó el patrón de isoenzimas de peroxidasa en relación al control (Foto 3), induciéndose la síntesis de tres peroxidasa moderadamente aniónicas de punto isoeléctrico entre 6 y 7, la banda de punto isoeléctrico 4 corresponde a una peroxidasa altamente aniónica. A este tipo de peroxidasa se relaciona su participación en la suberización y daño de tejidos. A dosis de irradiación de 3 a 5 kGy aparece una banda que corresponde a una peroxidasa catiónica relacionada con la fracción soluble, inducida por el estrés originado por la irradiación (Figura 4).

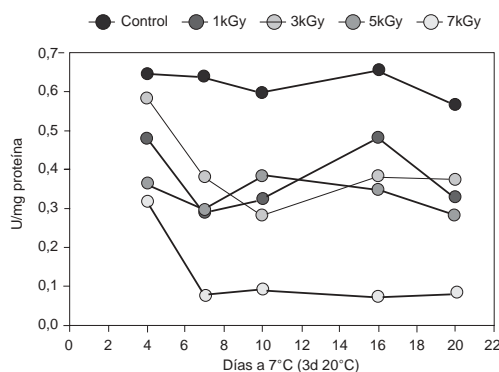


FIGURA 5. Evolución de la actividad SOD durante la conservación y la dosis de irradiación aplicada en frutos de pimiento.

FIGURE 5. Evolution of SOD activity during conservation and dose of irradiation treatment in pepper fruits.

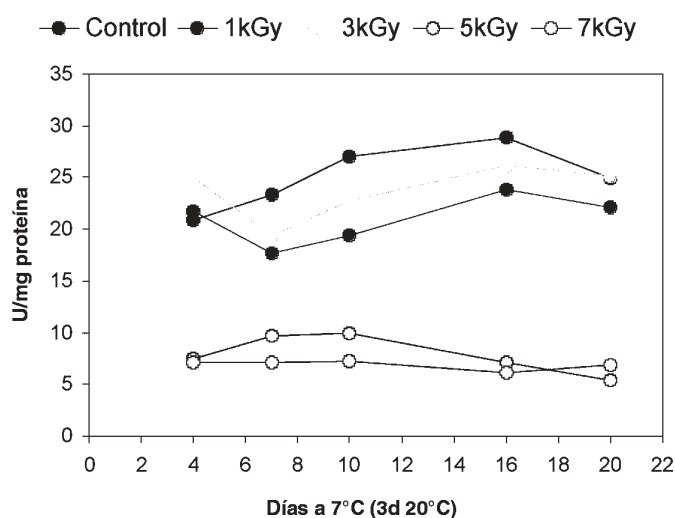


FIGURA 6. Efecto de la dosis de ionización aplicada y del tiempo de almacenamiento sobre la actividad superóxido dismutasa en frutos de pimienta.

FIGURE 6. Effect of ionization dose applied and storage period on superoxide dismutase activity in pepper fruits.

Los resultados obtenidos muestran que a partir de 1kGy se produce una importante activación de los sistemas enzimáticos antioxidantes. Fundamentalmente, el nivel de 5 a 7 kGy afecta principalmente a las actividades SOD y CAT (Figuras 5 y 6) disminuyendo su actividad de una forma muy marcada. Sin embargo, la actividad lipoxigenasa se induce (Figura 3). Esto refuerza lo observado a nivel microscópico, donde posiblemente, debido al efecto de las radiaciones y a la producción de radicales libres, se produce desorganización celular, que induce los procesos de estrés celular.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, Subdirección General de Proyectos de Investigación, con el Proyecto IFD1997-1005-C04-0 1, "Control de la maduración y conservación de frutas mediante ionización con electrones acelerados".

A la empresa IONMED en cuyas instalaciones se realizaron los tratamientos de ionización.

LITERATURA CITADA

- AEBI, H. ANDERSON, M.C., PRASAD, T.K. MARTIN, B.A. and STEWART, C.S. 1984. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology. 105: 121-26.
- BASSON, R.A. 1983. Advances in radiation chemistry of food and food components on overviero. COHEN, A.J. and ELIAS, P.S. (Eds). Recent advances in food irradiation. Elsevier Amsterdam, pp 7-25.
- BEYER W.F. and FRIDOVICH I. 1987. Assaying for superoxide dismutase activity: some large consequences of minor changes in conditions. Anal Biochem 161: 559-66.
- BILES C.L., KUEHN G.D., WANN, E.V. 1997. Characterization of chile pepper fruit peroxidases during ripening. Plant Physiol Biochem 35: 273-320.
- FIELDING J.L. and HALL H. 1978. A biochemical and cytochemical study of peroxidase activity in roots of *Pisum sativum*. J Exp Bot 29: 969-81.
- GROOTVELD, M., JAIN, R., CLAXON A., NAUGHTON, D.P., BLAKE, D. Trends in Food Science and Technology. 1990; 1: 7-14.
- HEATH R.L. and PARKER L. 1968. Photooxidation in isolated chloroplasts. Kinetics and stoichiometry of fatty acid

- peroxidation. Arch Biochem Biophys 25: 189-98.
- LEBOVICS, V.K., GAAL, O., SOMOGY, L. and FARKES, J. 1992. Cholesterol oxides in gamma-irradiated spray-dried egg powder. J Sci Food Agric 60: 251-54.
- MÍNGUEZ-MOSQUERA I.A. PÉREZ-GÁLVEZ and J. GARRIDO-FERNÁNDEZ. 1993. Carotenoid content of the varieties Jaranda and Jariza(*Capsicum annuum* L.) and response during the Industrial Slow Drying and Grinding Steps in Paprika. Processing. J Agric Food Chem 48(7) 2972-76.
- OLMOS E., HELLIN E. 1996. Cellular adaptation from a salt-tolerant cell line of *Pisum sativum*. J Plant Physiology 148, 727-734.

EFEECTO DEL POLIQUEL CALCIO EN LA CALIDAD POSTCOSECHA DEL MANGO

Effect of the calcium poliquel in the postharvest quality of mango

TANIA MULKAY V.¹, IVIS CÁCERES M.¹, JOSEFINA RODRÍGUEZ P.¹, ADRIÁN PAUMIER J.¹, TANIA CASTRO- LÓPEZ G.¹, GRACIELA BANGO D.¹, OSCAR ALONSO M.¹, GLADYS DEL VALLÍN B.¹ y ARMANDO SURÍ²

¹Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.

Ave. 7ª N°3005 el 30 y 32, Miramar. Playa de la Habana Cuba. Email: icit@ceniai.inf.cu

²Grupo bioquímico México C.V.

RESUMEN

Desde hace algunos años, muchos investigadores han centrado su interés en el calcio, debido al papel que juega este ión en la calidad de las frutas. El objeto del siguiente trabajo fue evaluar el efecto de las aspersiones precosecha de Poliquel calcio en la post-cosecha en frutos de mango cv. *Super Haden*. El fertilizante foliar se aplicó a 400 y 500 ml/100 L de H₂O, en dos momentos: frutos pequeños (39,2 mm) y en desarrollo (107 mm). Los frutos cosechados se trataron con H₂O caliente a 54° C x 5 min y se conservaron 20°C por 10 días. Se evaluaron los parámetros de calidad externa e interna: Color externo e interno, pérdida de peso, sólidos solubles totales, acidez, pH, sabor e incidencia de la pudrición por antracnosis. Los datos se procesaron estadísticamente. Los resultados mostraron que los parámetros de calidad externa e interna de los frutos tratados con calcio evidencian retraso en la maduración, las dosis de 400 y 500 ml/ 100 L de H₂O son efectivas, ya que manifiestan similares resultados en los parámetros de calidad durante la post-cosecha, además los frutos tratados manifestaron buen sabor y comestibilidad y tienen mayor firmeza y menores pérdidas de peso que los frutos no tratados. En

cuanto, a la incidencia de antracnosis no se presentaron diferencias en los tratamientos.

PALABRAS CLAVE: Poliquel calcio, calidad, post-cosecha, mango.

ABSTRACT

Many researchers have centered their interest in calcium, since the application of this ion in fruit quality is very important. The purpose of this research was to evaluate the effect of the aspersions before harvest of calcium poliquel in the post-harvest in fruits of mango cv. "*Super Haden*". The fertilizer was applied of 400 and 500 ml/100 L H₂O, in two moments: small fruits (39.2 mm) and in development (107 mm). The post-harvest treatment was hot H₂O at 54° C x 5 min, and the mango was kept at 20° C during 10 days. The parameters of external and internal quality were evaluated: external and internal color, loss of weight, consistency, total soluble solids, acidity, pH, flavor and incidence of anthracnose. The data were processed statistically. The results showed that the parameters of external and internal quality of the fruits treated with calcium evidence delay in the maturation.

The doses of 400 and 500 ml/100 L H₂O are effective, because they manifest similar results in the quality parameters during the postharvest. The treated fruits had good flavor, bigger stability and smaller losses of weight than non treated fruits. As soon as to antracnose incidence, there were no differences between the treatments.

KEY WORDS: Poliquel calcium, quality, mango

INTRODUCCIÓN

El mango *Mangifera indica* L. es un fruto climatérico y su vida de anaquel es corta, durante la post-cosecha las causas de pérdidas lo constituyen los desórdenes patológicos y fisiológicos. En este sentido, se buscan alternativas para lograr la preservación de su calidad comercial y alargar la vida de anaquel.

En varias especies vegetales se ha demostrado la importancia del calcio con relación a la estabilidad, estructura y rigidez de la pared y membranas de las células, lo que da como resultado tejidos más resistentes y firmes; además se ha observado los efectos benéficos en la reducción de la senescencia, los desórdenes fisiológicos y patológicos (Ferguson y Drobak, 1988).

El poliquel es una línea de fertilizantes foliares líquidos quelatados de muy alta concentración, indicados para usarse en frutales y otros cultivos como preventivos o correctivos de las deficiencias nutricionales. Dentro de los poliquéles están el Calcio, Multi, Zinc y Hierro. El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar el efecto de las aspersiones de Poliquel calcio® en precosecha sobre la calidad post-cosecha de los frutos de mango.

MATERIAL Y METODO

Las aspersiones de Poliquel calcio® [Ca (10%), Mg (1,0%), B (0,50%), Mo (10 ppm), acondicionantes y diluyentes (88, 50%)] se realizaron en una plantación de mango cv.

Super Haden, en dos momentos: frutos pequeños (39,2 mm) y frutos en desarrollo (107 mm) Los tratamientos: (A) poliquel calcio 400 ml/100 L de H₂O; (B) poliquel calcio 500 ml/100 L H₂O ; (C) Testigo sin aplicación.

Los frutos cosechados de cada tratamiento fueron tratados con H₂O caliente a 54° C x 5 min y se conservaron a 20° C por 10 días.

Se evaluó al inicio de la cosecha y final de la conservación los parámetros de calidad:

- Color externo de la superficie de los frutos con una escala visual de grados: 1 - verde 100% verde oscuro. 2 - verde - rojo: + 50% verde con chapas rojas. 3 - verde - amarillo: + 50% verde con trazas amarillas. 4 - verde-amarillo-rojo: + 50% verde trazas amarillas y rojas 5- amarillo-verde: + 50% amarillo con trazas verdes. 6- amarillo-verde-rojo: + 50% amarillo con trazas verdes y rojas. 7-amarillo-rojo-verde: 50% amarillo con trazas rojas y verdes. 8-amarillo-rojo: 50% amarillo y 50% rojo.

- Color interno con una escala visual de grados según Báez *et al* (1998).

- Pérdidas de peso: por la fórmula $PI - PF/PI \times 100\%$.

- Firmeza con un penetrómetro Lusa (kg/F).

- Sólidos Solubles Totales (STT) con un refractómetro ATAGO (° Brix).

- Acidez titulable: ml de ácidos cítricos.

- pH: con un pHmetro DIGILAB-600.

- Panel de degustación con una escala de grado de 0: no me gusta, 1: me gusta poco, 2: me gusta regular, 3: me gusta, 4: me gusta mucho, 5: me gusta extraordinariamente.

- Afectaciones por antracnosis mediante una escala de grado 0: sin daño, 1: 1-10% de la superficie afectada, 2: 11-25% de la superficie afectada, 3: 26-35% de la superficie afectada, 4: 36-50% de la superficie afectada, 5: + 50% de la superficie afectada. La incidencia se determinó por la fórmula Mac Kinney citada por Otero, 1997.

Los datos se procesaron estadísticamente y las medias diferentes se compararon con el Test de Rango Múltiple de

Duncan (1960), con un nivel de significación de 5%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que las plantas tratadas en precosecha con poliquel calcio presentaron altos porcentajes de frutos con color verde oscuro, en el momento de la cosecha, siendo mayor la presencia de este color en frutos del tratamiento B, mientras en el testigo fue verde rojo (Cuadro 1). Según Báez et al, (2000) el color normal del fruto después de cosecha es principalmente verde oscuro, con chapeo rojo que se inicia en los hombros y una coloración verde clara que tiende al amarillo en la punta. Este estado corresponde al mínimo de madurez.

Gautam (1984) citado por Saucedo y Arévalo (1997) señalan que las aplicacio-

nes de calcio en precosecha (aspersiones) retardan la evolución del color de la piel.

A los 10 días de conservados a 20° C el color externo evolucionó a verde amarillo para los frutos de B y amarillo verde para los de A; en los de C predominó el color amarillo con trazas verdes rojas en porcentajes bajos el amarillo con trazas rojas verdes y amarillo rojo.

En cuanto al color interno, en el momento de la cosecha, (Cuadro 2) los frutos de B presentaron porcentajes bajos en grado 1: crema (no blanco) significa que la pulpa del mango está completamente de color crema. La mayor cantidad de frutos en A y B desarrollaron el color interno en grado 3: donde más del 30%, pero no más del 60% del área observada en la pulpa, muestra un color amarillo; los frutos de C tuvieron grado 4: amarillo- naranja, significa que más del 60% de la pulpa presenta

CUADRO 1: Evolución del color externo de los frutos de mango cv. Super Haden tratados con Poliquel calcio en precosecha y conservados a 20° C por 10 días.

TABLE 1. Evolution of external color of mango fruits cv Super Haden treated with poliquel calcium in preharvest and stored at 20°C for 10 days.

Momentos	Color externo según escala visual (% de frutos)									
	V Inicio	V-R Inicio	V-A		V-A-R		A-V	A-V-R	A-R-V	A-R
			Inicio	Final	Final	Final	Final	Final	Final	Final
Tratamientos										
A	30	53,3	16,6	6,66	1,3	52	40	-	-	
B	53,3	20	26,6	41,3	8	41,3	8	1,3	-	
C	-	96,6	3,3	4,9	11,4	11,4	67,2	3,2	1,6	

CUADRO 2: Evolución del color interno de los frutos de mango cv. Super Haden tratados con Poliquel calcio en precosecha y conservados a 20° C por 10 días.

TABLE 2. Evolution of internal color of mango fruits cv Super Haden treated with poliquel calcium in pre harvest and stored at 20°C during 10 days.

Grados Momentos	Color interno según escala visual (% de Frutos)							
	1 Inicio	2 Inicio	3 Inicio	4		5		
				Inicio	Final	Inicio	Final	
Tratamientos								
A	-	-	73,3	26,6	73,3	-	26,6	
B	6,6	6,6	53,3	33,3	-	-	100	
C	-	6,6	33,3	53,3	-	6,6	100	

el color amarillo y hay definido rompimiento de color amarillo-naranja en no más del 30% de la pulpa, iniciando en la parte más cercana al hueso del fruto, estos resultados indican un retraso en la coloración en A y B. A los 10 días, el color de los frutos en A evolucionó al grado 4 y los de B y C en grado 5: naranja: más del 90% de la pulpa, muestra un color naranja.

Los frutos procedentes de plantas con calcio tuvieron menos pérdidas de peso, no se observó diferencias entre A y B y sí, de éstos con el testigo. Al inicio de la conservación, los frutos de las plantas con calcio fueron más firmes y a los 10 días de conservación esta característica se mantuvo para los tratamientos A y B, aunque los de A se diferenciaron de C (Cuadro 3). Similares resultados encontraron (Cárdenas *et al*, 2000) cuando fertilizaron con sulfato de calcio a frutos de mango con una semana de cuajados.

Dentro de los parámetros de calidad interna (Cuadro 4), los SST al inicio de la conservación fueron bajos en A y B, no hubo diferencias entre ellos, ni entre B y C. A los 10 días de conservación este parámetro evolucionó a valores superiores en los tres tratamientos, no existiendo diferencias significativas; sin embargo, en los frutos A y B hubo una tendencia a valores menores de SST, siendo más significativo en los de A. La acidez mostró una relación con los SST y los resultados de pH

CUADRO 3: Comportamiento de las pérdidas de peso y firmeza de los frutos de mango cv. Super Haden tratados con Poliquel calcio en precosecha y conservados a 20° C por 10 días.

TABLE 3: Losses of weight and firmness of mango fruits cv Super Haden treated with calcium poliquel in pre harvest, stored at 20° C for 10 days.

Momentos	Pérdida de peso %		Firmeza kg/F	
	Final	Inicio	Final	Inicio
Tratamientos				
A	6,39b	4,12a	1,86c	
B	6,66b	4,17a	1,69cd	
C	8,28a	2,77b	1,30d	

CV= 2,66% CV= 20,87
Es= 0,23* Es = 0,30*

definieron a los frutos de esta variedad como ácidos.

Los frutos de las plantas tratadas con calcio tuvieron buen sabor y comestibilidad, ya que fueron aceptados en los grados 1 al 5 (Cuadro 5).

Con relación a la incidencia de antracnosis (Cuadro 6) se observó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos; estos resultados pudieran deberse a que la humedad relativa y la temperatura de conservación fueron altas y estos son factores favorables para el desarrollo de la enfermedad en las condiciones tropicales. Sin embargo, es importante señalar

CUADRO 4: Evolución de los parámetros de calidad interna de los frutos mango cv Super Haden tratados con Poliquel calcio en precosecha y conservados a 20° C por 10 días.

TABLE 4: Evolution of internal quality of mango fruits cv. Super Haden treated with poliquel calcium in pre harvest, stored at 20° C during 10 days.

Momentos	Parámetros de calidad interna					
	SST°Brix		ACIDEZ ml ac. Citric.		PH	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Tratamientos						
A	9,28c	10,08abc	0,55a	0,22c	3,55	4,01
B	9,78bc	10,78a	0,55a	0,21c	3,54	4,03
C	10,52ab	11,1a	0,44b	0,18c	3,28	4,20

CV= 6,71% CV= 7,67%
Es= 0,30* Es= 0,016*

CUADRO 5: Panel de degustación a los 10 días de conservación.

TABLE 5: Panel of tasting after 10 days of storage.

Tratamientos	Gradología (# de personas)					
	0	1	2	3	4	5
A	-	2	5	5	-	-
B	-	-	4	3	3	1
C	6	1	-	3	4	-

CUADRO 6: Incidencia de la antracnosis en los frutos mango cv. Super Haden tratados con Poliquel calcio en precosecha y conservados a 20° C por 10 días.

TABLE 6. Incidence of anthracnosis in mango fruits cv Super Haden treated with Poliquel calcium, stored during 10 days at 20°C.

Tratamientos	Incidencia (%)	Gradología (% de frutos)				
		1	2	3	4	5
A	19,93	41,33	32	21,33	5,33	-
B	20	53,33	22,66	20	4	-
C	25,16	35	28,33	23,33	6,66	6,66

N.S CV= 5,39 Es= 0,87.

que en los frutos procedentes de plantas con calcio y tratados en post-cosecha con H₂O caliente, el mayor porcentaje de los frutos, presentaron daños por antracnosis en grado 1.

De manera general, estos resultados demostraron la importancia del ión calcio en la conservación de la firmeza y disminución de las pérdidas de peso de los frutos de mango, coincidiendo estos resultados con la validez de la aplicación de este ión en otros cultivos (Luchsinger y Merlet, 1997; Sinht et al., citado por Báez et al, 2000).

CONCLUSIONES

1. Los parámetros de calidad externa e interna de los frutos de mango cv. Super Haden demuestran que las aplicaciones de Poliquel calcio en precosecha permiten retrasar la maduración.

2. Los frutos procedentes de plantas con Poliquel calcio en la post-cosecha tienen mayor firmeza y menores pérdidas de peso.

3. Las dosis de 400 y 500 ml/100 L de H₂O son efectivas, ya que se manifiestan similares resultados en los parámetros de calidad durante la post-cosecha.

LITERATURA CITADA

- BAEZ, R. S; BRINGAS, E; OJEDA, J; CRUZ L. A.; ONTIVEROS, S y PELLEGRÍA, L.A. 1998. Norma de calidad para mango fresco de exploración CIAD.
- BAEZ, R; TRONCOSO, R; BRINGAS, E; OJEDA, J y A. M. MENDOZA. 2000. Efecto de diferentes fuentes de calcio en melocotones. Congreso Iberoamericano de Tecnología Post-cosecha y Agroexportaciones 63-77.
- CARDENAS, A; MANZANO, JUL y E, ROJAS 2000. Efecto de la fertilización con calcio en la calidad post-cosecha del mango *Mangifera indica* L. cv Haden y control de la maduración con aplicación de etileno. Congreso Iberoamericano de Tecnología Post-cosecha y Agroexportaciones. 157.
- FERGUSON, JB and B.K. DROBAK. 1988,

- Calcium and the regulation of plant growth and senescence. Hort Sci. 23(2): 262-266
- LUCHSINGER, L y MERLET, P. 1997. Efecto de las aspersiones de Aminoquelat calcio y Stopit en precosecha sobre la calidad poscosecha en frutos de Frambuesa, cv. Autumn Bliss Ciencias e Investigación Agraria. 24 (2-3)84-91.
- OTERO, OLGA. 1997. Principales enfermedades fungosas de los cítricos. Maestría en Citricultura Tropical.
- SAUCEDO, C. y ARÉVALO, L. 1997. Fisiología y tecnología post-cosecha de mango. Memorias I Taller Regional de manejo de productos de interés para el trópico. San José. Costa Rica. P.1-10.

EFFECTO DEL RALEO MANUAL TARDIO Y DEL NIVEL DE CARGA FRUTAL SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE MANZANAS VAR. ROYAL GALA

Late hand thinning and crop load effect on fruit yield and fruit quality of 'royal gala' apples

FLAVIA EUGENIA GIL y MARÍA EUGENIA RODRÍGUEZ G.

Cátedra de Fruticultura, Departamento de Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Almirante Brown 500 CP 5505. Luján de Cuyo. Mendoza. Argentina. E-mail: fgil@fca.uncu.edu.ar

RESUMEN

En regiones con alta probabilidad de heladas primaverales, como ocurre en Mendoza, Argentina, resulta muy arriesgado trabajar con épocas de raleo temprano. Por este motivo el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de épocas de raleo manual tardío⁽¹⁾ y del nivel de carga frutal sobre el rendimiento, tamaño, forma y calidad de fruta en manzanas var. Royal Gala. Árboles sobre portainjertos franco fueron raleados 30 y 45 días después de plena floración (DDPF). En cada fecha la intensidad de raleo fue de 3 y 5 fr/cm² de área de sección transversal de tronco (ASTT). Las manzanas fueron cosechadas a 120; 130 y 140 DDPF, en función del color de fondo y del tamaño. En cada fecha de cosecha se determinó el número de frutos y el peso del total de frutos. En la segunda fecha de cosecha, se midió tamaño, forma de las manzanas y se estableció la distribución de calibres. En la misma fecha se efectuaron evaluaciones de madurez y calidad de fruta. La época de raleo tardío no influyó sobre el rendimiento, sin embargo,

¹ Hemos considerado que el raleo es tardío porque se efectuó en épocas muy cercanas a la finalización de la etapa de multiplicación celular. Según Westwood, 1982; la etapa de división celular en manzano ocurriría a los 40 DDPF.

el nivel de carga frutal establecido con el raleo tuvo un marcado efecto sobre el rendimiento, el peso medio, la forma de la fruta, la distribución de calibres y la firmeza de las manzanas.

PALABRAS CLAVE: *Malus domestica* Borkh, densidad de carga; peso promedio de fruto, distribución de calibres.

ABSTRACT

In cool regions with high probability of frost like Mendoza, Argentina early thinning is risky. This study was carried out to evaluate the effects of late hand thinning and the level of crop load on fruit yield, fruit size, fruit shape and fruit quality on 'Royal Gala' apples. Trees growing on seedling rootstocks were thinned 30 and 45 days after full bloom (DAFB). At each date they were hand thinned at 3 or 5 fr/cm² TCA (trunk cross-sectional area). Fruits were picked at 120, 130 and 140 DAFB based on ground color. At each harvest date the total number of fruits of each tree was counted and weighted. At the second harvest date (130 DAFB) fruit weight and fruit shape were recorded and size distribution was calculated. On the same date measurements of fruit quality and maturity were made. Delayed hand thinning does not influence fruit yield; the crop load level has a pronounced effect on fruit yield, mean

fruit weight, fruit shape, size distribution and fruit firmness of apples.

KEYWORDS: *Malus domestica* Borkh, crop density, mean fruit weight; size distribution.

INTRODUCCIÓN

La producción de manzanas en Mendoza, Argentina, está concentrada en Red Delicious y sus clones mejorados, que abarcan aproximadamente el 80% de la superficie plantada; por lo tanto, la incorporación de nuevas variedades se convierte en una necesidad. La variedad Gala resulta una alternativa válida por su capacidad productiva, precocidad, adaptación a diferentes condiciones de cultivo y por su valor comercial (White, 1991, Wilton, 1998; Mc Artney *et al.*, 1996). Sin embargo, su calibre es escaso, por lo que el raleo de frutos es una práctica clave para lograr un adecuado equilibrio entre rendimientos y tamaño de fruto (Bergh, 1990; Gil, 1992; Webster y Spencer, 1999).

El raleo químico tiene ventajas por su facilidad de aplicación y economía (Pfammatter y Dessimoz, 2001), aunque ha sido cuestionado el uso de ciertas sustancias raleadoras, como el Carbaryl (Webster y Spencer, 1999). Además, la variabilidad en la respuesta en los diferentes años hace poco confiable su uso, por lo que el raleo manual es una opción adecuada (Pfammatter, *et al.*, 2000).

Mientras más temprano se realice el raleo habrá mayor respuesta en tamaño y retorno de la floración (Bergh, 1990;

McArtney *et al.*, 1996; Monney y Evequoz, 2001; Westwood, 1982), sin embargo, en regiones con alta probabilidad de heladas primaverales, como ocurre en Mendoza, resulta muy arriesgado trabajar en esa época. Por este motivo, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del raleo manual en épocas tardías, con distintos niveles de carga frutal, sobre el rendimiento y la calidad de manzanas "Royal Gala".

MATERIAL Y MÉTODO

El ensayo se realizó en un huerto comercial de manzano, *Malus domestica* Borkh, var. Royal Gala situado en Tupungato, Mendoza. Las plantas eran de 7 años de edad, sobre portainjerto franco, plantado a 4 m entre hileras y 3 m entre plantas, conducido como eje central y polinizado con *Malus floribunda*.

Los árboles fueron seleccionados por su uniformidad, en base al número de frutos por cm^2 de área de sección transversal de tronco (ASTT). Para calcularlo, se midió, en cada árbol, el perímetro de tronco a 10 cm sobre el injerto y se registró el número de frutos totales.

Los tratamientos fueron realizados manualmente dejando 3 y 5 frutos/ cm^2 ASTT, a los 30 y 45 días después de plena floración (DDPF); se incluyó un testigo sin raleo (Cuadro 1).

La cosecha fue realizada en 3 pasadas, a los 120, 130 y 140 DDPF, considerando el color de fondo del fruto como indicador de la cosecha. En cada pasada se registró el número de frutos por planta y el peso total de los frutos cosechados.

CUADRO 1. Tratamientos de raleo manual utilizados en el ensayo de manzanos var. Royal Gala.

TABLE 1. Hand thinning treatments used in the trial on "Royal Gala" apple trees.

Tratamientos	Nivel de raleo manual frutos/ cm^2 ASTT	Fecha de raleo Días después de plena floración (DDPF)
1	Testigo	Sin raleo
2	3	30
3	3	45
4	5	30
5	5	45

En una muestra de 50 frutos por tratamiento y repetición, extraída en la fecha de cosecha con mayor volumen recolectado (130 DDPF), se midió tamaño, forma, se estableció la distribución de calibres y se realizaron las evaluaciones de madurez y calidad de fruta.

La distribución de calibres se efectuó en función del número de frutos que entran en una caja de 18,5 kg. Se establecieron 3 categorías (\leq de 100; de 110 a 125 y 138 a 160 frutos/caja).

Los frutos se clasificaron de acuerdo a su forma, en base a las relaciones entre altura polar (HP) y diámetro ecuatorial (DE), en alargados, achatados o redondeados. Los valores límites para cada forma fueron:

- Frutos achatados HP/DE \leq 0,80.
- Frutos irregulares HP/DE $>$ 0,80 y $<$ 0,85.
- Frutos elongados HP/DE \geq 0,85.

La firmeza de pulpa se midió con penetrómetro (Tipo FT 327), con un émbolo de 11 mm de diámetro, y los resultados se expresaron en libras. El contenido de sólidos solubles (CSS) se midió con refractómetro, termocompensado (ATAGO), y los resultados se expresaron en ° Brix. La aci-

dez titulable (AT) se determinó por titulación de 10 ml de jugo, con NaOH 0,1 N, hasta pH 8,2, y se expresó en % ácido málico.

El color de fondo de cada fruto se evaluó por comparación con la tabla de colores de Munsell y se elaboró una escala numérica (1= 5GY 9/4; 2= 2,56 GY 8/6 y 3=7,5 Y 9/4). El índice de almidón se evaluó con test de yodo, usando una escala de 1 a 6 (1= tinción completa y 6= sin almidón).

El diseño estadístico empleado fue el de parcelas al azar con 11 repeticiones considerando al árbol como unidad experimental.

Se realizó análisis de la varianza y el test de Tukey para comparar las medias entre tratamientos. Las variables no paramétricas se analizaron con el test de Kruskal Wallis y test de Dunn.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los tratamientos de raleo manual redujeron significativamente la producción y el número de frutos, pero incrementaron el peso promedio por fruto (Cuadro 2).

CUADRO 2. Efecto de la intensidad y la época de raleo manual sobre el peso promedio de fruto (g), el número total de frutos, la forma (HP/DE), y la producción (kg/árbol) en cosecha de manzano "Royal Gala".*

TABLE 2. Effect of crop load and time of hand thinning on mean fruit weight, total number of fruit, shape and fruit yield, at harvest of "Royal Gala" apple trees.

Tratamiento	Intensidad de raleo manual (frutos/cm ² ASTT)	Fecha de raleo Días después de plena floración (DDPF)	Peso promedio de fruto (g)	Frutos / árbol (HP/DE)	Forma del fruto	Producción (kg/árbol)
1	Testigo	Sin raleo	109,6 d	845 a	0,84 b	99,1 a
2	3	30	140,1 a	360 c	0,85 a	43,2 c
3	3	45	129,1 b	357 c	0,86 a	47,2 c
4	5	30	120,7 c	600 b	0,84 b	70,8 b
5	5	45	121,5 c	650 b	0,85 b	74,8 b

Diferentes letras en cada columna indican valores diferentes significativamente ($P \leq 0,0001$).

* La carga final se determinó en el momento de cosecha, así se estableció el número de frutos/árbol, que fue de 845 frutos en el testigo. Los resultados se expresaron como producción/ planta y no como productividad. El cálculo de la misma puede realizarse multiplicando la producción por el número de plantas por ha. (ver metodología). Esta forma de expresión no aporta un resultado diferente.

Las épocas ensayadas, en cada intensidad de raleo, no produjeron un marcado aumento en el tamaño, esto es coincidente con lo citado por otros autores. McArtney, *et al.*, (1996) en Gala y Awad, *et al.*, (2001) en Red Elstar señalan que al raleo 4 y 8 semanas después de plena floración hubo incrementos muy leves en el peso promedio de fruto (de 11 y 6 g), esto indicaría que no es esperable un aumento importante en el tamaño del fruto cuando se ralea a partir de la cuarta semana después de plena floración (Cuadro 2).

Cuando el número de frutos fue reducido de 5 a 3 frutos/cm² ASTT, a los 30 DDPF, el peso promedio se incrementó 19,4 g (Cuadro 2); sin embargo, a los 45 DDPF, la disminución de la carga tuvo un efecto menor y el aumento del peso medio fue de 7,6 g.

El efecto de la época de raleo es significativo sobre el peso medio de los frutos cuando se comparan tratamientos realizados en momentos tan extremos como plena flor y 8 semanas después de plena floración (McArtney *et al.*, 1996), incluso otros autores señalan que la eliminación o extinción

de centros productivos antes de floración aumentan el peso promedio de los frutos tanto como los raleos tempranos (Monney y Evèquoz, 2001; Bergh, 1990; McArtney *et al.*, 1996; Darbellay y Dessimoz, 2001). Esta efectividad disminuye cuando se realiza posteriormente a la etapa de división celular, que en manzano ocurre a los 40 DDPF (Westwood, 1982; Buban y Faust, 1982). En este ensayo las épocas de raleo evaluadas tuvieron efecto cuando se comparan con el testigo sin raleo, aunque fueron muy cercanas entre sí y próximas a la finalización de la etapa de multiplicación celular; esto explicaría la escasa respuesta de la época para cada nivel de carga sobre el tamaño del fruto obtenido.

En relación a la distribución de calibres, los tratamientos con menor densidad de carga frutal tuvieron mayor proporción de frutos en el rango de calibres entre 110-125 frutos/caja, independientemente de la época de raleo, proporción que se redujo cuando la densidad de carga fue mayor (Figura1). No se obtuvieron frutos pertenecientes a la categoría ≤ 100 frutos/caja.

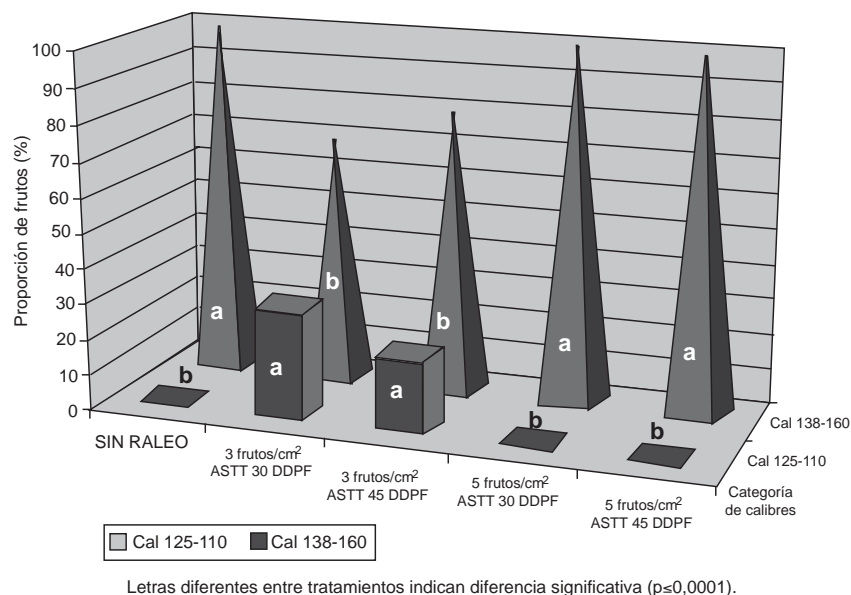
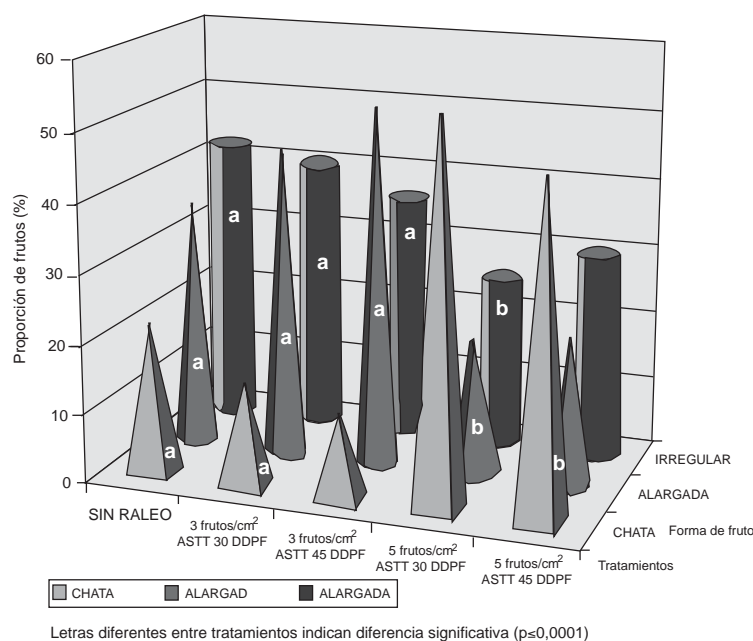


FIGURA 1. Efecto de la época y la intensidad del raleo manual sobre el porcentaje de frutos en diferentes calibres de manzano "Royal Gala".

FIGURE 1. Effect of crop load and time of hand thinning on size distribution of "Royal Gala" apples.

FIGURA 2. Efecto de la época e intensidad del raleo manual sobre la forma del fruto de manzano Gala.

FIGURE 2. Effect of crop load and time of hand thinning on fruit shape of 'Royal Gala' apples .



La carga frutal tuvo efecto sobre la forma del fruto. En los árboles con menor intensidad de raleo de frutos y en las plantas testigo se cosechó el mayor porcentaje de frutos achatados; mientras que en los tratamientos con menor carga frutal los frutos fueron elongados. Esto es coincidente con lo observado por Westwood y Blaney (1963) en Golden Delicious; (Cuadro 2 y Figura 2).

La intensidad de raleo tuvo efecto sobre la firmeza de pulpa. En los tratamientos raleados con mayor densidad de carga los frutos tuvieron mayor firmeza; sin

embargo, la fruta de los árboles testigos no fue más firme. El contenido de sólidos solubles fue superior en los frutos de los árboles raleados en relación a los de las plantas sin ralear.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en los otros parámetros de madurez y calidad medidos (Cuadro 3).

CONCLUSIONES

Para las condiciones de este ensayo, la densidad de carga afectó el rendimiento,

CUADRO 3. Efecto de los tratamientos de raleo sobre la firmeza, contenido de sólidos solubles (CSS), color de piel e índice de almidón en manzanas "Royal Gala".

TABLE 3. Effect of crop load and time of hand thinning on flesh firmness, soluble solids, ground color and starch index of "Royal Gala" apples.

Tratamientos	Firmeza (lb)	CSS (° Brix)	Color piel	Índice almidón
1	16,0 c	10,9 b	3 a	4 a
2	16,4 c	11,5 a	2 a	4 a
3	16,4 c	11,8 a	3 a	3 a
4	17,0 b	11,5 a	3 a	3 a
5	17,7 a	11,9 a	3 a	3 a

Diferentes letras en cada columna indican valores diferentes significativamente (P ≤ 0,0001).

el peso medio, la distribución de calibres, la forma, la firmeza de pulpa y el contenido de sólidos solubles de los frutos. La época de raleo, en cambio, tuvo un leve efecto, probablemente por tratarse de fechas muy próximas y cercanas al límite de efectividad del raleo de frutos en manzano.

LITERATURA CITADA

- AWAD, M.; DE JAGGER, A.; DEKKER, M. and JONGER, W. 2001. Formation of flavonoids and chlorogenic acid in apples as affected by crop load. *Scientia Hort.* (90): 227-238
- BERGH, O. 1990. Effect of time and hand-thinning on apple fruit size. *S. Afr. J. Plant Soil* 7(1): 1-10.
- BUBAN, T. and FAUST, M. 1982. Flower bud induction in apple trees: Internal control and differentiation. *Hort. Rev* (4): 174-202.
- DARBELLAY, CH. et DESSIMOZ, A. 2001. Contrôle de la charge, régularité et qualité de production chez la variété de pomme Maigold. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 33 (3): 161-165.
- GIL, G. 1992. Desarrollo y abscisión de frutos. Curso Internacional de Manzanas. INTA Alto Valle, Gral Roca. 19 p.
- McARTNEY, S.; PALMER, J. and ADAMS, H. 1996. Crop loading studies with Royal Gala and Braeburn apples: effect of time and level of hand thinning. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 24: 401-407.
- MONNEY P. ET EVEQUOZ, N. 2001. Détermination de la charge optimale pour le pommier. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 33 (4): 185-191
- PFAMMATTER, W. ET DESSIMOZ, A. 2001. Eclaircissage chimique de pommiers Royal Gala et Braeburn. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 31 (6): 299-302.
- PFAMMATTER, W.; BERTSCHINGER, L.; STADLER, W. and KREBS, CH. 2000. Efficacité et fiabilité des produits d'éclaircissage en arboriculture. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 32 (2): 77-79.
- WEBSTER, A.D. and SPENCER, J.E. 1999. New strategies for the chemical thinning of apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars Queen Cox and Royal Gala. *Journal of Hort. Sci. & Biotechnology* 75 (3): 337-346.
- WESTWOOD, M. and BLANEY, L.T. 1963. Non-climatic factors affecting the shape of apple fruits. *Nature* 200: 802-803.
- WESTWOOD, M. N. 1982. Fruticultura de zonas templadas. 461p. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- WHITE, A. G. 1991. The Gala apple. *Fruit Varieties Journal* 45 (1): 2-3.
- WILTON, J. 1998. NUEVAS variedades de manzano y portainjertos. Curso Internacional de Fruticultura de Clima Templado Frío. INTA La Consulta, Mendoza, Argentina 10.

TRATAMIENTOS POSTCOSECHA PARA ALARGAR LA VIDA DE ANAQUEL DEL AGUACATE

Post-harvest treatments to extend avocado's shelf life

IVIS CÁCERES, TANIA MULKAY, JOSEFINA RODRÍGUEZ, ADRIÁN PAUMIER y
ALFREDO SISINO

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical
Ave. 7ma. # 3005 e/ 30 y 32. Miramar. Playa. Ciudad de la Habana. Cuba. E-mail poscosecha@iift.cu

RESUMEN

Un manejo adecuado durante la post-cosecha de los frutos de aguacate permitirá alargar la vida de anaquel y preservar su calidad. En el presente trabajo se estudia el comportamiento de frutos de aguacate cv. Catalina después de cosechados y sometidos a diferentes tratamientos: inmersión en solución de Tiabendazol (500 ppm), aplicación de cera polietilénica (10% de sólidos totales), agua caliente (50 °C x 2 min.), la combinación de estos tratamientos y el testigo sin aplicación. Los frutos se almacenaron en condiciones de frigoconservación (12 °C) durante 10 días y posteriormente se determinaron los cambios en los parámetros de calidad externa e interna (color externo e interno, pérdida de peso, firmeza, sabor y daños por pudriciones). Los datos se procesaron estadísticamente. Los resultados muestran que los frutos tratados con Tiabendazol, agua caliente y la combinación de estos presentaron menores porcentajes de afectaciones por pudriciones, sin embargo los tratados con agua caliente evidenciaron mayores pérdidas de peso, menor firmeza y evolución del color externo a tonalidades amarillas. El uso de cera polietilénica evidenció un retraso en la aparición del color amarillo, disminución en las pérdidas fisiológicas y mejor apariencia cosmética.

PALABRAS CLAVE: calidad, aguacate, postcosecha, agua caliente.

ABSTRACT

A suitable handling during the post-harvest of the avocado fruits will permit lengthening the shelf-life and preserving its quality. The present work studies the behaviour of fruits of avocado cv. Catalina after harvested and submitted to different treatments: Immersion in solution of Tiabendazol (500 ppm), polyethylene wax application (10% of totals solid), hot water (50°C x 2 min), the combination of these treatments and control without application. The fruits were stored in conditions of refrigeration (12°C) during 10 days and later there were determined the changes in the parameters of external and internal quality (external and internal colour, weight loss, firmness, sensorial test and damages for disease). The data were processed statistically. The results evidence that fruits treated with Tiabendazol, hot water and the combination of both presented lower percentages of affectations for diseases, however those treated with hot water evidenced bigger weight losses, less firmness and evolution of the external colour to yellow tonalities. The polyethylene wax use evidenced a delay in the appearing of the yellow colour, decrease in physiological losses and better cosmetic appearance.

KEY WORDS: quality, avocado, post-harvest, hot water

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es un fruto climatérico con alta tasa de respiración y liberación de dióxido de carbono y etileno. Actualmente, su almacenamiento por largos períodos se hace difícil debido a que el fruto es más susceptible a los desordenes fisiológicos y patológicos.

Los frutos, para su consumo en fresco, requieren que el proceso de acondicionamiento y conservación se lleve a cabo en las mejores condiciones posibles, para lo cual es importante tener en cuenta aspectos como: manejo de la cosecha y estado de maduración, temperaturas de conservación y transportación.

En este sentido se han desarrollado diferentes tratamientos alternativos post-cosecha que incluyen aplicaciones de fungicidas, atmósferas controladas, tratamiento térmico, uso de recubrimientos cerosos y manejo de las temperaturas de almacenamiento, que permiten reducir las pérdidas que se producen durante esta etapa y alargan su vida de anaquel (Sánchez, 2002 y Kader y Arpaia, 2000).

En Cuba el aguacate variedad Catalina tiene gran aceptación en los mercados debido a sus atributos de calidad externa e interna, sin embargo, existen pocos estudios relacionados con su manejo de cosecha y acondicionamiento, por lo que el objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de diferentes tratamientos alternativos en su calidad post-cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en frutos de aguacate de la variedad "Catalina", perteneciente al grupo antillano, en estado de madurez fisiológica o "sazón". Los frutos después de cosechados y seleccionados se sometieron a diferentes tratamientos:

- I. Inmersión en solución de Tiabendazol (500 ppm),
- II. Aplicación de cera polietilénica (10% de sólidos totales),
- III. Inmersión en agua caliente (50°C x 2 min.),
- IV. La combinación de I + II + II y
- V. Testigo sin aplicación.

Posteriormente se sometieron a condiciones de frigoconservación (12°C) durante 10 días, después del cual se determinaron los cambios en los parámetros de calidad externa e interna (color externo e interno, pérdida de peso, firmeza, sabor y daños por pudriciones).

El color externo se determinó con una escala visual de grados: 1) verde oscuro sin brillo (VOSB), 2) verde claro sin brillo (VCSB). 3) Verde amarillo (VA).

El color interno se realizó a través de la escala visual de grados: 1) amarillo claro (AC). 2) amarillo intenso (AI).

La pérdida de peso se calculó sobre 30 frutos por la fórmula: $PI - PF / PI \times 100\%$.

La firmeza se evaluó individualmente sobre 15 frutos, para lo cual se utilizó un penetrómetro manual Lusa y se expresó en kg/f.

La evaluación organoléptica se realizó mediante un panel de catadores empleando una escala de sabor 0: no me gusta, 1) me gusta poco, 2) me gusta regular, 3) me gusta, 4) me gusta mucho, 5) me gusta extraordinariamente.

Los daños por pudriciones se evaluaron por el porcentaje de frutos dañados.

Los datos se procesaron estadísticamente a través del ANOVA y las medias diferentes se compararon con el Test de Rango Múltiple de Duncan con un nivel de significación de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El color externo de la superficie de los frutos al inicio de los tratamientos fue de verde oscuro sin brillo (VOSB) y a la salida de la frigoconservación este evolucionó hacia el color verde claro sin brillo (VCSB) para los frutos tratados con TBZ y los testigos y verde amarillo (VA) para los tratados con agua caliente; sin embargo los frutos encerados evidenciaron un retraso en la aparición del color, ya que el mayor porcentaje de estos se encontraban en el color verde oscuro sin brillo (VOSB), siendo estos frutos más uniforme (Cuadro 1).

El color interno de la pulpa de los frutos para todos los tratamientos en el momento de la aplicación fue de amarillo cla-

CUADRO 1. Evolución del color externo de frutos de aguacate cv. Catalina con diferentes tratamientos post-cosecha almacenados a 12°C.

TABLE 1. Evolution of the external colour in avocado fruits cv. Catalina with different post-harvest treatments stored at 12°C.

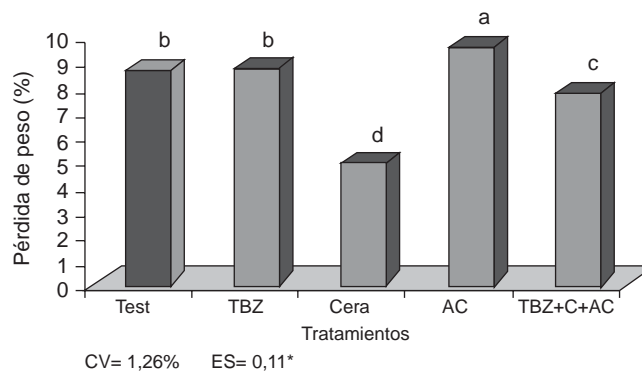
Tratamientos	Color externo según escala (% de frutos)		
	VOSB	VCSB	VA
Testigo	20	80	
TBZ	20	80	
Cera	90	10	
Agua caliente			100
TBZ + Cera + Agua C	70	30	

ro (más del 60% de la pulpa amarillo claro y 5% con el borde verde) y al final de las condiciones de frigoconservación estos evolucionaron hacia el color amarillo intenso, aunque debemos señalar que los tratamientos con la cera y la combinación de TBZ + Cera + Agua C mostraron aún frutos en la coloración de amarillo claro (AC) lo que evidencia un mínimo retraso en la coloración interna (Cuadro 2).

Como se muestra en la Figura 1 las menores pérdidas de peso a la salida de la cámara se observaron en los frutos tratados con la cera y la combinación del TBZ + Cera + Agua C, siendo significativo para el tratamiento con la cera, lo que muestra el efecto beneficioso del encerado en la disminución de las pérdidas de agua y marchitamiento de los frutos. Los frutos con TBZ y el testigo no mostraron diferencias significativas entre ellos y si con los

FIGURA 1. Pérdida de peso de frutos de aguacate cv. Catalina con diferentes tratamientos post-cosecha almacenados a 12°C.

FIGURE 1. Weight loss of avocado fruits cv. Catalina with different post-harvest treatments stored at 12°C.



CUADRO 2. Evolución del color interno de frutos de aguacate cv. Catalina con diferentes tratamientos post-cosecha almacenados a 12°C.

TABLE 2. Evolution of internal colour in avocado fruits cv. Catalina with different post-harvest treatments stored at 12°C.

Tratamientos	Color interno según escala (% de frutos)	
	Amarillo claro (AC)	Amarillo intenso (AI)
Testigo		100
TBZ		100
Cera	30	70
Agua caliente		100
TBZ + Cera + Agua C	10	90

frutos con agua caliente, los que presentaron las mayores pérdidas de peso al final de la frigoconservación. Resultados similares obtuvieron Otero *et al.* (1988).

En los tratamientos se observó que los frutos con la cera son más firmes y de mejor apariencia. Los tratados con agua caliente mostraron los más bajos valores de firmeza, aunque no hubo diferencias entre este y los frutos con TBZ y los testigos. De manera general, estos resultados mostraron que el uso del encerado ejerce un efecto beneficioso sobre la reducción de las pérdidas de peso y el mantenimiento de la firmeza y apariencia de los frutos después de la frigoconservación. Coincidiendo los mismos con Bósquez (1997), Heredia *et al.* (1999) y Cáceres y col. (2002) en frutos de mango y papaya (Figura 2).

Los frutos de la variedad Catalina al-

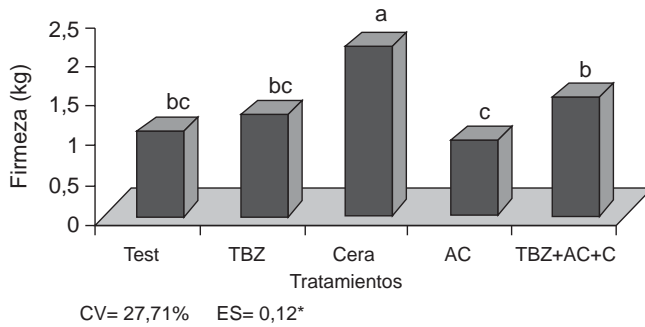
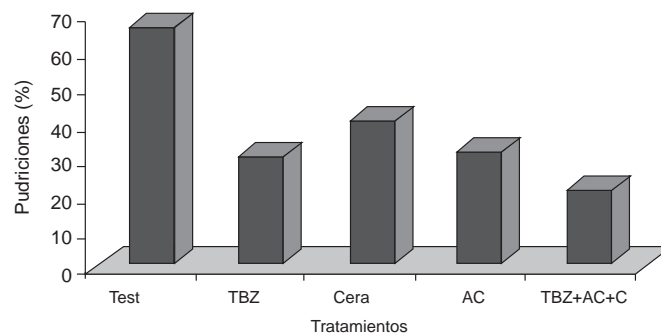


FIGURA 2. Firmeza de frutos de aguacate cv. Catalina con diferentes tratamientos post-cosecha almacenados a 12 °C.

FIGURE 2. Firmness of avocado fruits cv. Catalina with different post-harvest treatments stored at 12°C.

FIGURA 3. Daños por pudriciones en frutos de aguacate cv. Catalina con diferentes tratamientos post-cosecha almacenados a 12°C.

FIGURE 3. Damage from diseases of avocado fruits cv. Catalina with different post-harvest treatments stored at 12°C.



macenados a 12°C durante 10 días presentaron buen sabor, ya que la mayor parte de estos se encontraron en los grados 4 y 5 (Tabla 3).

Los frutos testigos y los tratados con la cera fueron los más afectados. Estos resultados con relación al tratamiento con fungicida y agua caliente coinciden con Otero *et al.* (1988) y Sánchez (2002).

CUADRO 3: Panel de degustación de frutos de aguacate cv. Catalina con diferentes tratamientos post-cosecha almacenados a 12°C.

TABLE 3: Sensorial test of avocado fruits cv. Catalina with different post-harvest treatments stored at 12°C

Tratamientos	Grados					
	0	1	2	3	4	5
Testigo	-	-	-	-	4	5
TBZ	-	-	-	-	6	3
Cera	-	-	-	2	5	2
Agua Caliente	-	-	-	-	3	6
TBZ +Cera + Agua C	-	-	-	1	5	3

CONCLUSIONES

El uso de cera de polietileno resulta efectivo en el mantenimiento de la firmeza, reducción de las pérdidas de peso y mejoramiento de la apariencia de los frutos de aguacate cv. Catalina conservados a 12°C durante 10 días.

La aplicación de TBZ (500 ppm) y agua caliente (50°C x 2 min.) ejerce un efecto beneficioso sobre el control de las pudriciones post-cosecha en frutos de aguacate.

LITERATURA CITADA

- BÓSQUEZ, M.E. 1977. Encerado. En: Báez-Sañudo (comp.) Manejo Post-cosecha del mango. Empacadoras de mangos de exportación, A.C. pp 39-40.
- CÁCERES, I., MULKAY, T., RODRÍGUEZ, J., PAUMIER, A., SISINO, A., CASTRO-LÓPEZ, T. y BANGO, G. 2002. Influencia del encerado y tratamiento térmico en la calidad post-cosecha del mango. En Prensa.

- HEREDIA, J. B., CONTRERAS, L.A. y SILER, J.I.L. 1999. Efecto del uso de ceras comestibles sobre la maduración post-cosecha cv. Maradol. VIII Congreso de Horticultura. Colina. Méx. 7(1) p.216.
- KADER, A.A. y ARPAIA, M.L. 2000. Recomendaciones para mantener la calidad post-cosecha del aguacate. [index.htm/Postharvest Technology Research and Information Center Department of Pomology. University of California, Daxis.](#)
- OTERO, O., MOYA, C.B. y GUERRA, F. 1988. Comportamiento del aguacate cv. Suardía ante la conservación post-cosecha. Libro. Jornada Científica XI Aniversario de la Ensa. 4p.
- SÁNCHEZ, P. J. 2002. Manejo Post-cosecha. Cultivo del Aguacate. Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapán Michoacán. [Htm/El aguacate.](#)

INFLUENCIA DEL ENCERADO Y TRATAMIENTO TÉRMICO EN LA CALIDAD POSTCOSECHA DEL MANGO

Effect of wax coating and thermal treatment in the postharvest quality of mango

IVIS CÁCERES¹, TANIA MULKAY¹, JOSEFINA RODRÍGUEZ¹, ADRIÁN PAUMIER¹, ALFREDO SISINO¹, TANIA CASTRO-LÓPEZ¹, OSCAR ALONSO¹, GRACIELA BANGO¹ y PABLO GUTIÉRREZ².

¹Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave. 7^{ma}. N°3005 e/ 30 y 32, Miramar. Playa. Ciudad de La Habana. Cuba. E-mail: iicit@ceniai.inf.cu

²Instituto Nacional de la Industria Azucarera ICINAZ

RESUMEN

El uso de recubrimientos céreos y tratamientos físicos se considera una alternativa para disminuir el deterioro de los frutos de mango, mantener su calidad durante el manejo post-cosecha y prolongar su vida de anaquel. En el presente trabajo se estudia el comportamiento de frutos de mango cv. 'Super Haden' tratados con ceras de carnauba, éster de sacarosa y la combinación de estos tratamientos con agua caliente (54 °C x 5 min). La concentración total de sólidos en la cera fue del 4%. Los frutos se almacenaron en condiciones de bajas temperaturas (13°C), durante 2 semanas, más 1 semana a 20 °C (mercadeo). Se determinaron los cambios en los parámetros de calidad (peso, firmeza, color externo e interno, sólidos solubles totales, acidez, sabor e incidencia y daños por antracnosis). Los datos se procesaron estadísticamente. Los resultados muestran que durante la post-cosecha, los frutos tratados con recubrimientos céreos y la combinación de estas, más agua caliente, manifestaron mejor calidad y menor porcentaje de afectación por antracnosis que los no tratados.

PALABRAS CLAVE: mango, calidad, carnauba.

ABSTRACT

The use of wax coating and physical treatments is considered an alternative to delay the deterioration of mango, to maintain their quality during the post-harvest handling and to extend their shelf life. The behavior of mango cv. "Super Haden" treated with carnauba wax, sucrose ester and the combination of both treatments with hot water (54°C x 5 min) was studied. The total solid concentration in the wax was 4%. The fruits were stored under cool conditions (13°C) during two weeks and one week at 20°C (marketing). Their quality parameters: weight, stability, external and internal color, total soluble solids, acidity, flavor and the damage caused by anthracnose were measured. The data were statistically processed. The results showed that during the post-harvest, the fruits treated with wax and the combination of both treatments with hot water, presented a superior quality and lower percentage of affectation by anthracnose.

KEY WORDS: mango, quality, carnauba.

INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica*. L.) está considerado entre los principales produc-

tos frutícolas de origen tropical. La comercialización de esta fruta se lleva a cabo en un período muy corto, pues es un producto en extremo perecedero y susceptible al deterioro causado por desórdenes fisiológicos y patológicos en la postcosecha.

En este sentido, se han desarrollado diferentes tratamientos postcosecha para mejorar la calidad del fruto, como la aplicación de tratamientos físicos (vapor y agua caliente) para el control de enfermedades (Nieto et al., 1997). La aplicación de recubrimientos cerosos es una alternativa para mantener la calidad de los frutos, ya que mejora su apariencia y prolonga la vida comercial por reducción de la humedad y de la pérdida de peso (Oosthuysen, 1997 y Báez et al., 2000).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia del encerado y tratamiento térmico en la calidad post-cosecha del mango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se utilizó mangos de la variedad 'Super Haden' con un estado de madurez "sazón". Los frutos fueron tratados con ceras de carnauba (cera I) y éster de sacarosa (cera II) y se combinaron estos tratamientos con agua caliente (54°C x 5 min). La concentración total de los sólidos en las ceras fue del 4%. Los frutos se sometieron a condiciones de baja temperatura (13°C) durante 2 semanas, más 1 semana a 20°C (mercadeo), posteriormente se determinaron los cambios en los parámetros de calidad: color externo e interno, pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales, acidez, sabor e incidencia de antracnosis.

El color externo se determinó con una escala visual de grados: 1) verde (V): 100% verde oscuro. 2) verde-rojo (VR): <50% verde con chapas roja. 3) verde amarillo (VA): <50% verdes con trazas amarillas. 4) verde-amarillo-rojo (VAR): <50% verde con trazas amarillas y rojas. 5) amarillo-verde (AV): <50% amarillo con trazas verdes. 6) amarillo-verde-rojo (AVR): <50% amarillo con trazas verdes y rojas. 7) amarillo-rojo-verde (ARV): <50% amarillo con

trazas rojas y verdes. 8) amarillo-rojo (AR): 50% amarillo y 50% rojo.

Para la determinación del color interno se comparó el color de la pulpa en su parte más cercana a la semilla y de la parte ecuatorial de los frutos con los colores estándares establecidos en la norma de calidad de mango fresco (Báez et al, 1998). La pérdida de peso se calculó en porcentaje de pérdidas sobre 30 frutos. La firmeza, evaluada individualmente sobre 15 frutos, se expresó en kg-f, para la cual se utilizó un penetrómetro manual Lusa.

Las determinaciones de sólidos solubles totales (SST) y acidez se realizaron en 15 frutos (3 réplicas por tratamientos). Los SST (°Brix) se midieron con un refractómetro ATAGO y la acidez (g ácido cítrico/100mL de jugo) se determinó por titulación con hidróxido de sodio 0.1 N. La evaluación organoléptica se realizó mediante un panel de catadores empleando una escala de sabor 0: no me gusta; 1: me gusta poco; 2: me gusta regular; 3: me gusta; 4: me gusta mucho; 5: me gusta extraordinariamente.

Los daños por antracnosis se determinaron mediante una escala de grados 0: sin daño; 1: 1-10% de la superficie afectada; 2: 11-25% de la superficie afectada; 3: 26-35% de la superficie afectada; 4: 36-50% de la superficie afectada; 5: <50% de la superficie afectada. La incidencia se determinó por la fórmula Mac Kinney citada por Otero (1997).

Los datos se procesaron a través del análisis de varianza factorial y las medias diferentes se compararon con el Test de Rango Múltiple de Duncan (1960), con un nivel de significación de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El color externo de la superficie de los frutos en el momento de aplicación de los tratamientos fue verde y verde con chapas rojas y a la salida de cámara, este parámetro evolucionó a colores amarillo-verde y amarillo-verde-rojo para los testigos y los tratados con agua caliente (Cuadro 1). Los frutos encerados mostraron un retraso en la aparición del color, ya que el mayor

CUADRO 1: Evolución del color externo de los frutos de mango cv. Super Haden tratados con agua caliente y ceras y almacenadas a 13°C y mercadeo (20°C).

TABLE 1: External color evolution of mango fruits, cv. Super Haden, treated with hot water and wax coating, stored at 13°C and simulated marketing at 20°C.

Momentos	Color externo según escala (% de frutos)															
	V		V-R		V-A		V-A-R		A-V		A-V-R		A-R-V		A-R	
	SC	M	SC	M	SC	M	SC	M	SC	M	SC	M	SC	M	SC	M
<i>Tratamiento</i>																
Testigo					14	5	4	7,5	28	20	34	25	14	27,5	6	15
Agua C.					14	7,5	4	7,5	26	22,5	30	27,5	20	25	4	10
Cera I	8		4	2,5	36	5	18	7,5	14	45	14	15		20		
Cera II	14		18	2,5	40	10	14	7,5	10	50	4	12,5		14		
Agua + C I					10	10	12	15	40	27,5	20	17,5	12	20	4	10
Agua +C II			2		20	17,5	10	10	42	35	12	20	14	20		7,5

SC: Salida de cámara de frío M: Mercadeo.

porcentaje de estos se encontraban en colores verde-amarillo. Al final del mercadeo los tratamientos con agua caliente y testigo alcanzaron un alto porcentaje de frutos en colores amarillo-verde-rojo y amarillo-rojo-verde; en los tratados con ceras (I y II) + agua caliente, aunque presentaron frutos en estos grados, la mayor cantidad de ellos estaba en amarillo-verde. Los frutos encerados presentaron los más altos porcentajes de amarillo-verde, lo que evidencia un retraso en la aparición del color (Mata y Mosqueda, 1995).

El color interno de la pulpa al inicio de los tratamientos se encontró en grado 1: Crema y 2: Cambiante, esto significa que hay un definido rompimiento de color crema a amarillo. En condiciones de mercadeo todos los tratamientos alcanzaron coloraciones amarillas y amarilla naranja (grado 4 y 5), aunque se debe destacar, que los tratamientos con las ceras (I y II) mostraron un retraso en la coloración interna, ya que el mayor porcentaje de los frutos estuvo en grado 4 (Cuadro 2).

Las mayores pérdidas de peso a la salida de cámara se observaron en los frutos tratados con agua caliente y el testigo, siendo significativo para el tratamiento con agua caliente. Los frutos con ceras I y II + agua caliente tuvieron diferencias significativas con el tratamiento de agua ca-

liente al finalizar el mercadeo, y no hubo diferencias con el testigo; sin embargo, hubo una tendencia a valores menores de pérdidas de estos tratamientos. Las ceras evidenciaron las menores pérdidas de peso. Un comportamiento similar se observó con relación a la firmeza, mostrán-

CUADRO 2: Evolución del color interno de los frutos de mango cv. Super Haden tratados con agua caliente y ceras y almacenados a 13°C y mercadeo (20°C).

TABLE 2: Internal color evolution of mango fruits, cv. Super Haden, treated with wax coating and hot water, stored at 13°C, and simulated marketing at 20°C.

Grados	Color interno según escala visual (% de Frutos)				
	2		4		5
	SC	SC	SC	M	M
<i>Tratamientos</i>					
Testigo		53	46		100
Agua C.		60	40	7	93
Cera I	20	80		32	68
Cera II	33	66		40	60
Agua + Cera I		86	14	20	80
Agua + Cera II	8	73	19	20	80

SC: Salida de Cámara M: Mercadeo.

CUADRO 3: Pérdidas de peso y firmeza de los frutos de mango cv. Super Haden tratados con agua caliente y ceras, almacenados a 13°C y mercadeo (20°C).

TABLE 3: Loss of weight and firmness of mango fruits, cv. Super Haden, treated with hot water and wax coating, stored at 13°C and simulated marketing at 20°C.

<i>Momentos</i>	<i>Pérdida de peso (%)</i>		<i>Firmeza (kg-f)</i>	
	<i>Salida cámara</i>	<i>Mercadeo</i>	<i>Salida cámara</i>	<i>Mercadeo</i>
<i>Tratamientos</i>				
Testigo	4,6 e	6,7 b	2,2 de	1,4 h
Agua C	5,5 d	8,6 a	2,5 cd	1,6 gh
Cera I	3,3 f	5,8 cd	2,8 ab	1,8 fg
Cera II	3,1 f	5,5 d	3,0 a	2,0 ef
Agua + cera I	4,4 e	6,4 bc	2,6 bc	1,7 g
Agua + cera II	4,1 e	6,3 bc	2,8 ab	1,7 g

CV= 3,17% Es= 0,24*

CV= 17,53% Es= 0,10*.

dose que los frutos tratados con ceras y agua caliente + ceras, son más firmes, siendo más significativo en la cera II. Estos resultados demostraron el efecto beneficioso del encerado sobre la calidad de los frutos al mantener la firmeza y reducir las pérdidas fisiológicas de peso al disminuir la humedad (Bósquez, 1997) (Cuadro 3).

Como se observa en el Cuadro 4. los sólidos solubles totales aumentaron luego de ser transferidos los frutos a condiciones de mercadeo en todos los tratamientos, siendo los frutos testigos y los tratados con agua caliente los que alcanzaron los

mayores valores, aunque las diferencias con el tratamiento de agua caliente + ceras I y II no fueron significativas. Los menores valores alcanzados fueron con la Cera II y la combinación de esta + agua caliente. La acidez se comportó similar en todos los tratamientos, no existiendo diferencias significativas entre ellos, aunque hubo una tendencia a valores mayores en los frutos encerados.

El sabor de los frutos para todos los tratamientos fue en general bueno, observándose que la mayor cantidad de puntos se alcanzó en 4 y 5 de la escala (Cuadro 5).

CUADRO 4: Evolución de los sólidos totales y acidez de los frutos de mango cv. Super Haden tratados con agua caliente y ceras, conservados a 13°C y mercadeo (20°C).

TABLE 4 : Evolution of total solids and acidity of mango fruits, cv. Super Haden treated With hot water and wax stored at 13°C and simulated marketing at 20°C.

<i>Momentos</i>	<i>SST (° Brix)</i>		<i>Acidez (mg ácido cítrico/100 mL de jugo)</i>	
	<i>Salida cámara</i>	<i>Mercadeo</i>	<i>Salida cámara</i>	<i>Mercadeo</i>
<i>Tratamientos</i>				
Testigo	13,6 abc	14,5 a	0,39 bc	0,25 d
Agua C	12,9 bcd	14,0 ab	0,43 b	0,30 cd
Cera I	12,5 cd	13,5 abcd	0,47 b	0,29 d
Cera II	12,3 d	12,9 bcd	0,61 a	0,33 cd
Agua + cera I	12,5 cd	13,9 ab	0,49 b	0,31 cd
Agua + cera II	12,6 cd	12,9 bcd	0,44 b	0,25 d

CV= 6,56% Es= 0,38*

CV= 14,25% Es= 0,31*.

CUADRO 5. Panel de degustación de los frutos de mango cv. Super Haden tratados con agua caliente y ceras, conservados a 13°C y mercadeo (20°C).

TABLE 5. Flavor test pannel on mango fruits, cv. Super Haden treated with hot water and wax, stored at 13°C and simulated marketing at 20°C.

Tratamientos	Grados					
	0	1	2	3	4	5
Testigo	-	-	-	-	4	5
Agua caliente	-	-	-	-	2	7
Cera I	-	-	-	2	4	3
Cera II	-	-	-	1	4	4
Agua + Cera I	-	-	-	1	3	5
Agua + Cera II	-	-	-	-	4	5

En cuanto a la incidencia de la antracnosis en mercadeo (Cuadro 6), se observó que los frutos tratados con agua caliente presentaron los más bajos porcentajes de daños causados por la enfermedad, aunque las diferencias entre este tratamiento y la combinación del agua caliente + ceras no resultaron significativas. Los frutos encerados y los testigos fueron los más afectados. Estos resultados relacionados con el tratamiento con agua caliente coincide con lo planteado por Mata y Mosqueda (1995) y Nieto *et al.* (1997).

CONCLUSIONES

La aplicación de ceras de carnauba y éster de sacarosa mantiene la calidad, contribuyendo a preservar la firmeza y reduciendo las pérdidas de peso de los frutos de mango en la post-cosecha.

El tratamiento con agua caliente a 54 °C x 5 min resultó eficaz para el control de la antracnosis en frutos de mango cv. Super Haden.

LITERATURA CITADA

BÁEZ, R. S.; BRINGAS, E.; OJEDA, J.; CRUZ L.A.; ONTIVEROS, S., y PELLEGRÍA, L. A.

CUADRO 6: Incidencia de la antracnosis en frutos de los frutos de mango cv. Super Haden tratados con agua caliente y ceras, conservados a 13° C y mercadeo (20°C).

TABLE 6: Incidence of fruits antracnosis on mango fruits, cv. Super Haden, treated with hot water and wax, stored at 13°C and simulated marketing at 20°C.

Momentos	Incidencia (%)	
	Salida cámara	Mercadeo
Tratamientos		
Testigo	25,1 bc	37,4 a
Agua C	8,1 f	14,1 de
Cera I	18,6 cd	31,9 ab
Cera II	22,9 cd	33,8 a
Agua + cera I	11,6 ef	16,8 de
Agua + cera II	11,6 ef	20,2 cd

CV= 7,12 % Es = 1,61*.

1998. Norma de calidad para mango fresco de exportación. CIAD. 6p.
 BÁEZ, R.; BRINGAS, E.; MENDOZA, A. M.; GONZÁLEZ A. G., y OJEDA CONTERAS A. J. 2000. Recubrimientos de tratamientos especiales en frutos de mango tratados hidrotérmicamente. 2° Congreso Iberoamericano de Tecnología Post-cosecha y Agro-exportaciones. p. 71-74.
 BÓSQUEZ, M.E. 1997. Encerado. En: Báez-Sañudo (Comp.) Manejo Post-cosecha del mango. Empacadoras de mangos de exportación, A.C. p. 39-40.
 MATA, B. J., y MOSQUEDA, V. R. 1995. Cosecha y post-cosecha. La producción del mango en México. Ed. Limusa S.A. México. p. 135-147.
 NIETO, A. D.; TÉLIZ, O. T. y NORIEGA, C. D. 1997. Enfermedades del mango en post-cosecha. En: Báez-Sañudo (Comp.) Manejo Post-cosecha del mango. Empacadoras de mangos de exportación, A.C. p. 87-92.
 OTERO, O. 1997. Principales enfermedades fungosas de los cítricos. Maestría en Citricultura Tropical. Conferencia. 6 p.
 OOSTHUYSE, S. A. 1997. Effect of waxing on weight loss, shelf-life in Heidi mango. S. A. Mango Grower's Association Yearbook. 17:95-99.

CALIDAD ORGANOLÉPTICA Y MICROBIOLÓGICA DE BASTONES DE APIO ALMACENADOS EN ATMOSFERA CONTROLADA

Organoleptic and microbiological quality of celery sticks stored under controlled atmospheres

PERLA A. GÓMEZ D.M., ANA ALLENDE P. y FRANCISCO ARTÉS C.

Grupo de Postrecolección y Refrigeración. Dpto. de Ingeniería de Alimentos, Universidad Politécnica de Cartagena. Pº Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena, Murcia, España. Tel: 968-325510. E-mail: fr.artes@upct.es

RESUMEN

La atmósfera controlada (AC) es eficaz para mantener la calidad de apio verde entero, aunque pocos estudios abordan su aplicación al apio procesado en fresco. El objetivo de este trabajo fue investigar el efecto de AC con 5 kPa O₂ + 5 kPa CO₂ ó 5 kPa O₂ + 15 kPa CO₂ (con aire como testigo), sobre la calidad organoléptica y microbiológica de pecíolos de apio procesados en bastones y almacenados a 4 °C durante 22 días. Al inicio y tras 7, 14, 18 y 22 días de conservación se analizó por triplicado el crecimiento de levaduras y bacterias mesófilas y psicrotrofas. La calidad sensorial se evaluó al inicio y a los 14 y 22 días de conservación. En bastones bajo ambas AC todos los recuentos microbianos fueron menores que en los testigos. Sobre la base del límite máximo fijado por la legislación española (10⁷ ufc g⁻¹) para microorganismos psicrotrofos, los tratamientos en AC alargaron en una semana (hasta 22 días) la supervivencia comercial de los bastones, frente al testigo. Con respecto a las bacterias mesófilas, la vida útil en AC, también de 22 días, fue dos días más que en aire. El crecimiento de hongos y levaduras fue siempre inferior al límite de detección (10² ufc g⁻¹). Bajo 5 kPa O₂ + 15 kPa CO₂ el producto procesado presentó la mejor apariencia, sabor, aroma y color, la menor incidencia de tallos huecos y ausencia de podredumbres (en aire afecta-

ron al 10%). En contra de lo publicado, no se detectaron alteraciones debido al elevado CO₂ usado.

PALABRAS CLAVE: *Apium graveolens* L., procesado en fresco, calidad y microorganismos

ABSTRACT

Controlled atmospheres (CA) have been shown to be effective in maintaining quality of whole celery although the effects of CA on fresh-cut celery have been scarcely reported. The effect of two CA, 5 kPa O₂ + 5 kPa CO₂ and 5 kPa O₂ + 15 kPa CO₂ (air as control) on the organoleptic and microbiological quality of celery sticks stored up to 22 days at 4°C was investigated and compared to a control in air. At the beginning and after 7, 14, 18 and 22 days of storage microbial growths (yeast and moulds and mesophilic and psychrotrophic bacteria) were analyzed. Sensorial quality was evaluated on days 0, 14 and 22. All the microbial counts were lower under CA compared to control. For psychrotrophs, and based on the microbial limit of 10⁷ ufc g⁻¹ established by the Spanish legislation, CA increased sticks shelf life 7 days over the control, being them marketable until day 21; considering mesophiles, the shelf life, also 21 days, was two days longer for CA than for air. For all treatments moulds and yeast growth was

always under the detection limit (10^2 CFU g⁻¹). CA of 5 kPa O₂ + 15 kPa CO₂ enhanced the quality of the fresh-cut product and gave the best appearance, flavor and color, as well as the lower incidence of pithiness and no rot development (for petioles in air decay was 10%). In contrast to other studies, the CO₂ levels used did not produce any physiological damage.

KEY WORDS: *Apium graveolens* L., fresh processed, microorganisms, quality

INTRODUCCIÓN

En España, el consumo de hortalizas procesadas en fresco ha aumentado rápidamente durante los últimos años, estimándose sobre los 2 kg/habitante año (Artés y Artés-Hernández, 2000). El apio constituye un importante producto español de exportación, con un volumen anual cercano a 30.000 Tm. Procesado en fresco y presentado en forma de bastones se comercializa de forma creciente en mercados como el Reino Unido, Alemania y la península escandinava.

Las hortalizas procesadas en fresco sufren reacciones físicas, químicas, enzimáticas y microbianas que alteran su calidad (Varoquaux y Wiley, 1994; Artés, 2000). El daño físico, causado por el corte y la preparación, incrementa la respiración y la producción de etileno, lo cual es responsable de alteraciones del color, sabor, textura y de pérdidas de la calidad nutricional. En el caso particular del apio, los pecíolos son muy susceptibles a la deshidratación, la pérdida de color verde y la podredumbre bacteriana (Namesny, 1996). Otro aspecto desfavorable es el ahuecado, caracterizado por la aparición de zonas blancas y espacios de aire en el interior del tallo, debido a la lisis de las células del parénquima cortical que da lugar a la formación de aerénquima. Este proceso ocurre tanto en el campo como luego de la cosecha (Aloni y Pressman, 1979).

El empleo de atmósferas controladas (AC) con bajo O₂ y/o elevado CO₂ de uso muy extendido que contribuyen a reducir

la actividad metabólica y en algunos casos inhiben el desarrollo de microorganismos alterantes y/o patógenos (Ballantyne et al., 1988; Nguyen-the and Carlin, 1994; Artés, 2000).

La supervivencia comercial del apio entero puede prolongarse unos 14 días cuando se almacena en AC con 1-4 kPa de O₂ y 3-5 kPa de CO₂ a 0°C. Concentraciones de O₂ menores de 2 kPa o de CO₂ mayores de 10 kPa provocan olores desagradables, descomposición interna y pardeamiento (CSIRO, 1998; Suslow y Cantwell, 2000). Sin embargo, se dispone de pocas referencias acerca de las AC más convenientes durante la supervivencia comercial del apio procesado en fresco, y cómo éstas repercuten en la seguridad microbiológica y la calidad sensorial del producto (Artés et al., 2002). Esta información sería útil también para definir las condiciones óptimas de aplicación industrial de la técnica de envasado en atmósfera modificada (EAM) al producto procesado y diseñar los envases de polímeros idóneos.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la evolución de la calidad microbiológica y organoléptica de bastones de apio verde conservados bajo AC.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Material vegetal

Las plantas de apio verde (*Apium graveolens* L.) var. "Trinova" se recolectaron manualmente con un peso medio de 500 g (\pm 100 g), en un cultivo comercial al aire libre en San Cayetano, San Javier (Murcia, España) durante el mes de febrero y se transportaron 40 km hasta el laboratorio, donde permanecieron una hora a 1° C. Inmediatamente se procedió a la selección, eliminando hojas y tallos dañados o con presencia de defectos, enfermedades o alteraciones.

En una cámara limpia climatizada a 10° C, las plantas seleccionadas se enjuagaron con agua clorada y se dejaron escurrir sobre papel de filtro. Los pecíolos se separaron manualmente (descartándose los cen-

trales, inmaduros) y se cortaron en bastones de 10 cm. Seguidamente se lavaron en agua clorada (100 ppm ClONa a pH 7,5) a 5° C durante 1 min y se enjuagaron con agua corriente. A continuación se colocaron en frascos de vidrio herméticos de 1,5 L (10 bastones/frasco, 300 ± 25 g) dentro de los cuales se hizo circular un flujo continuo de 30 mL/min de aire con 95-99% HR (testigo) o AC con 5 ± 0,5 kPa O₂ y 5 ± 0,5 kPa CO₂ (AC 5) o con 5 ± 0,5 kPa O₂ y 15 ± 0,5 kPa CO₂ (AC 15), obtenidas mediante un mezclador de gases (Flowboard, Davis, CA). Se efectuaron 6 repeticiones por tratamiento.

Atendiendo a las necesidades máximas de la industria, el almacenamiento se prolongó durante 22 días a 4° C. La temperatura fue seleccionada en el rango recomendado para la distribución y venta de los productos procesados en fresco (Artés, 2000).

2. Análisis microbiológico

El análisis de la carga microbiológica se llevó a cabo según los métodos estándares de recuento (Allende et al., 2002). Los medios de cultivo y las condiciones de incubación empleadas fueron las siguientes: Plate Count Agar (Merck-1.05463. MERCK KGaA, 64271 Darmstadt, Alemania) para el recuento de bacterias, incubado a 22° C durante 48-72 horas para microorganismos psicrotrofos e incubado a 30° C durante 48 horas para mesófilos; Rose Bengal Agar (01-301, Scharlau Chemie S.A., Barcelona, España) para recuento de hongos y levaduras, incubadas a 30° C durante 48-72 horas. Los recuentos microbianos se llevaron a cabo por triplicado para cada tratamiento al cabo de 0, 7, 14, 18 y 22 días de conservación y se expresaron como log₁₀ ufc g⁻¹.

3. Calidad organoléptica

Para evaluar la apariencia, color, aroma, sabor y textura se contó con un panel integrado por 6 personas conocedoras del producto. Se empleó una escala de 9 puntos siendo 1: muy desagradable, 5: acepta-

ble, (límite de comercialización) y 9: excelente (Kader et al., 1973, modificada). Para el ahuecado se utilizó la misma escala basándose en el desarrollo de áreas blancas, siendo 1: grandes áreas blancas y/o muchos espacios huecos, 3: áreas blancas alrededor de la mayoría de los paquetes vasculares y/o pequeños espacios huecos, 5: límite de comercialización, 6: pocas áreas blancas y 9: sin pérdida de color.

Las podredumbres se determinaron mediante una escala de 5 puntos (1: sana; 2: leve, afectando menos del 5% de la superficie; 3: moderada, del 5-25%; 4: severa, mayor del 25-50% y 5: muy severa, mayor del 50%). Los bastones con valores de 3, 4 y 5 se consideraron no comercializables.

Las evaluaciones se efectuaron al inicio, a los 14 y a los 22 días de almacenamiento.

4. Análisis estadístico

El diseño experimental fue un diseño completamente al azar, con 6 repeticiones por tratamiento. Se efectuó un análisis de la varianza (p= 0,05) y las diferencias entre tratamientos se sometieron a una prueba de rango múltiple de mínimas diferencias significativas. Se utilizó el sistema estadístico Statgraphic Plus versión 2.1.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Calidad microbiológica

El crecimiento de bacterias en estudio (bacterias mesófilas y psicrotrofas) fue menor en las muestras tratadas con AC al compararse con el testigo (Figura 1). Asimismo, también se obtuvieron diferencias significativas entre las dos AC en estudio, siendo siempre menores los recuentos microbiológicos obtenidos para la 5 kPa O₂ + 15 kPa CO₂. En concordancia con lo obtenido por otros autores (Babic et al., 1996; Allende et al., 2003), se observó que el desarrollo de mesófilos y psicrotrofos fue similar durante la conservación. Tal y como se puede observar en la Figura 1, las poblaciones totales aumentaron rápidamente durante los primeros ocho días, se

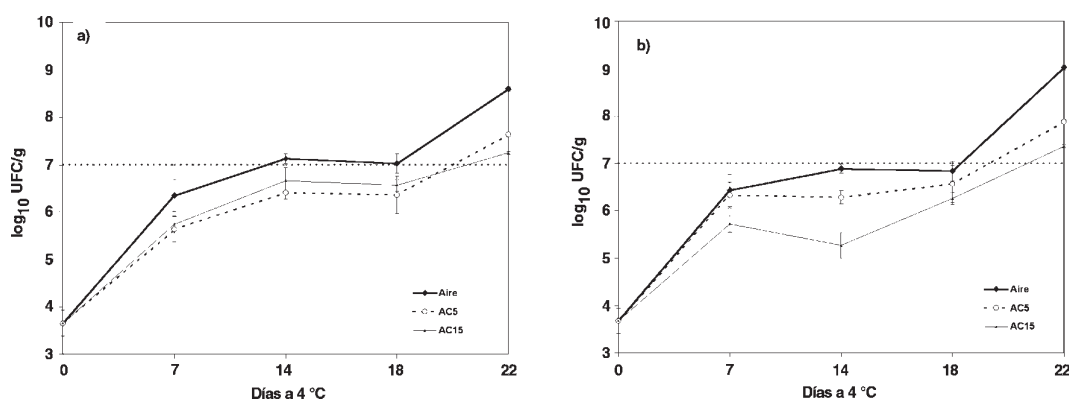


FIGURA 1. Crecimiento de microorganismos en bastones de apio almacenados en atmósferas controladas a 4°C durante 22 días y comparadas con aire (n=6, análisis por triplicado, las barras representan el desvío estándar, p= 5%).

FIGURE 1. Microorganism growth in celery sticks stored in CA and in air at 4 °C during 22 days.

mantuvieron relativamente constantes entre los días 8 y 18, y volvieron a aumentar hasta el final de conservación.

Diversos autores han demostrado que niveles cercanos a 4 kPa O₂ combinados con valores moderados o altos de CO₂ (5-20 kPa), retrasan la proliferación de microorganismos aerobios (Amanatidou et al., 1999). La carga bacteriana presente de forma natural en el apio es aproximadamente de 10³ ufc g⁻¹, siendo muy similar a la encontrada en otras hortalizas de hoja como la espinaca. La mayoría de ellas son, por lo general, especies pectinólíticas de *Pseudomonas*. Al igual que lo observado en espinacas almacenadas a 5°C en CA (0,8 kPa O₂+ 10 kPa CO₂), las poblaciones crecieron más rápidamente en aire que en AC (Babic y Watada, 1996).

La legislación española fija como límite máximo de crecimiento bacteriano al momento del consumo para productos vegetales consumidos en crudo, un nivel de 10⁷ ufc g⁻¹ (Boe, 2001). Teniendo en cuenta dicho límite para el crecimiento de bacterias psicrotrofas, puede concluirse que el testigo tuvo una supervivencia comercial de solo 14 días, mientras que la vida útil del producto tratado con AC se prolongó hasta los 21 días (Figura 1). Para el recuento de bacterias mesófilas, la vida útil del producto conservado bajo AC fue

2 días más que la del producto conservado en aire (Figura 1). Tal y como han descrito otros autores, la reducción microbiana observada en las muestras conservadas en AC pudo deberse a un efecto sinérgico entre la atmósfera y las bajas temperaturas (Carlin y Nguyen-the, 1994).

Con respecto al crecimiento de levaduras y mohos, no se apreciaron diferencias entre los tratamientos y fue siempre inferior al límite de detección (10² ufg g⁻¹).

Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con Babic y Watada (1996), pudiendo concluir que concentraciones bajas de O₂ (a 4 kPa) y elevadas de CO₂ (≥10 kPa) reducen el crecimiento de bacterias, en comparación con el aire. Algunos autores han atribuido la acción bacteriostática del CO₂ al descenso del pH del medio (Babic y Watada, 1996). Asimismo, una concentración baja de O₂ reduce la disponibilidad del gas lo cual podría limitar el crecimiento de los microorganismos aeróbicos.

2. Calidad organoléptica

El producto con 15 kPa CO₂ + 5 kPa O₂ presentó la mejor apariencia, color y textura (Figura 2). El aroma se perdió progresivamente en todos los tratamientos, en tanto que el sabor disminuyó levemente.

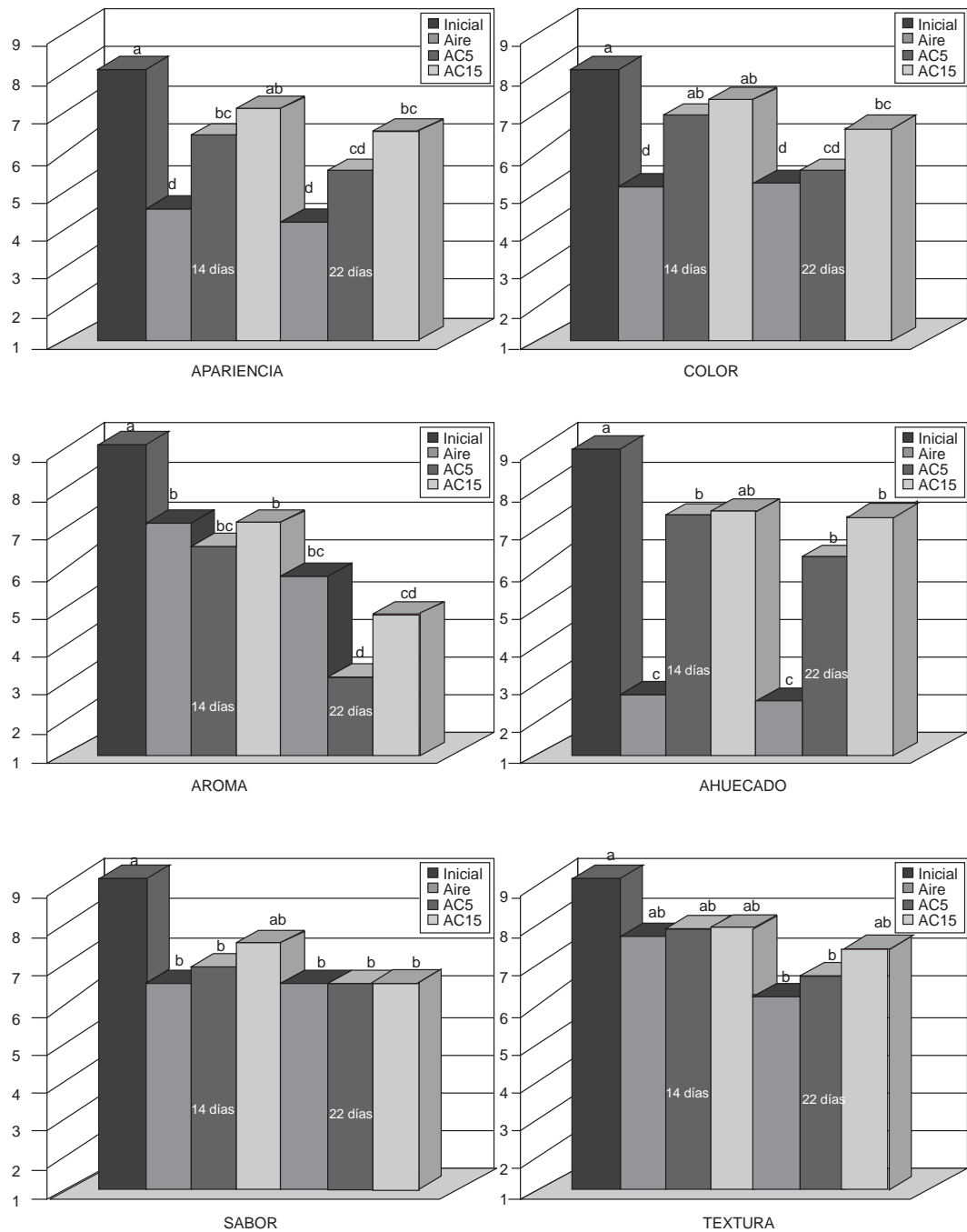


FIGURA 2. Componentes de la calidad organoléptica de bastones de apio almacenados en atmósfera controlada a 4°C durante 22 días, comparada con aire (columnas identificadas con igual letra no difieren significativamente entre sí. LSD 5%).

FIGURA 2. Organoleptic quality of celery others stored in CA and air at 4 °C during 22 days.

Aunque otros trabajos señalan que el apio no tolera concentraciones de CO₂ superiores a 5 kPa por la aparición de desórdenes fisiológicos, como el desarrollo de pardeamientos (Suslow y Cantwell, 2000), en ningún caso se observó que los bastones sufrieran alteraciones por esta causa. El efecto de las AC para evitar el ahuecado fue también significativo.

Las podredumbres fueron de tipo leve y afectaron a menos del 10% del producto (Figura 3). Se desarrollaron principalmente en el testigo y se manifestaron sobre todo en la zona de corte. Se apreció el efecto de las AC, no habiéndose detectado pudriciones en la AC 15. En todos los casos el agente causal identificado fue *Erwinia* spp.

CONCLUSIONES

Considerados todos los parámetros en su conjunto, se puede afirmar que el apio verde "Trinova" procesado en fresco en bastones conservado en AC con 5 kPa O₂ y 15 kPa CO₂ presentó una vida útil significativamente mayor que cuando fue almacenado en aire. En estas condiciones los bastones fueron microbiológicamente seguros y organolépticamente aceptables hasta los 18 días (que podrían extenderse a 20 si se confirma que es correcto interpo-

lar los recuentos obtenidos a los 18 y 22 días). En aire sólo serían aptos hasta los 14 días. En consecuencia, esta información puede ser empleada para el desarrollo de la técnica de EAM procurando alcanzar concentraciones de O₂ y CO₂ en el rango estudiado en este trabajo.

LITERATURA CITADA

- AMANATIDOU, A.; SMID, E. and GORRIS, L. 1999. Effect of elevated oxygen and carbon dioxide on the surface growth of vegetable-associated microorganisms. *J App. Microbiol.* 86:429-438.
- ALLENDE, A.; JACXSENS, L.; DEVLIEGHERE, F.; DEBEVERE, J. and ARTÉS, F. 2002. Effect of superatmospheric oxygen packaging on sensorial quality, spoilage, and *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas caviae* growth in fresh processed mixed salads. *J. Food Prot.*, 65:1565-1573.
- ALLENDE, A.; AGUAYO, E. and ARTÉS, F. 2003. Quality of commercial fresh processed red lettuce throughout the production chain and shelf life. *Int. J Food Microb.*, 91:109-117.
- ALONI, B. y PRESSMAN, E. 1999. Interaction with salinity of GA3 induced leaf elongation, petiole pithiness and bolting in celery. *Scientia Horticulturae*, 13:135-142.

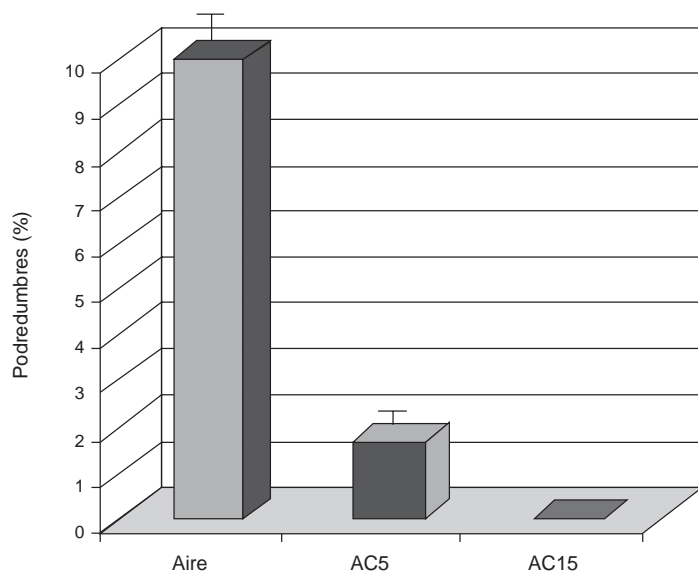


FIGURA 3. Desarrollo de podredumbres en bastones de apio almacenados en atmósferas controladas a 4°C durante 22 días y comparadas con aire (n= 6, las barras representan el desvío estándar).

FIGURE 3. Rot development in celery sticks stored in CA and air at 4 °C during 22 days.

- ARTÉS, F.; GÓMEZ, P. y ALLENDE, A. 2002. Calidad y actividad fisiológica de apio procesado en fresco y conservado en atmósfera controlada. Actas I Congreso Español de Ciencias y Técnicas del Frío, CYTEF'2002 Cartagena, p. 243-249.
- ARTÉS, F. 2000. Productos vegetales procesados en fresco. En: M. Lamúa (ed.). Aplicación del Frío a los Alimentos. Ed.: Edit Mundi Prensa. Cap. 5: 127-141.
- ARTÉS, F. y ARTÉS-HERNÁNDEZ, F. 2000. Innovaciones industriales en el procesado mínimo de frutas y hortalizas. CTC Agroalimentación e Industrias Afines. 3: 135-141.
- BABIC, I. and WATADA, A. 1996. Microbial populations of fresh cut spinach leaves affected by controlled atmospheres. Postharvest Biol. Technol. 9:187-193.
- BABIC, I.; RAY, S.; WATADA, A. and WERGIN, W. 1996. Changes in microbial populations on fresh cut spinach. Int. J Food Microbiol. 31:107-119.
- BALLANTYNE, A.; STARK, R. and SELMAN, J. 1988. Modified atmosphere packaging of shredded lettuces. Int. J. Food Sci. Technol. 23:267-274.
- BOE. 2001. Real Decreto 3484/2000. Boletín Oficial del Estado. España. 11: 1435-1441.
- CARLIN, F. and NGUYEN-THE, C. 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 34: 371-401.
- CSIRO, 1998. Fruit and vegetables storage and transport database v1.0. Sydney Postharvest Lab Australia.
- KADER, A.; LIPTON, W. and MORRIS, L. 1973. Systems for scoring quality of harvested lettuce. HortScience 8: 408-409.
- NAMESNY, A. 1996. Apio. En: Postrecolección de hortalizas. Ediciones de horticultura S.L. II, Cap. 3: 53-74.
- NGUYEN-THE, C. A and CARLIN, F. 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. CRC Crit Rev Food Sci Nutr, 34: 371-401.
- SUSLOW, T. and CANTWELL, M. 2000. Recommendations for maintaining postharvest quality. Produce facts. Department of Vegetable Crops. California. 15 pp.
- VAROQUAUX, P. and WILEY, R. 1994. Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. En R.C. Wiley (ed.): Minimally processed refrigerated fruits and vegetable. Chapman & Hall. Massachusetts, US, pp. 226-228.

EFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE O₂ Y CO₂ EN ALMACENAMIENTO REFRIGERADO DE DIENTES DE AJO DESCASCARADOS

The effect of several O₂ and CO₂ concentrations on the cold storage of peeled garlic cloves

ANNELIESSA KRETZSCHMAR¹, y MARCO GIOTTO²

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro de Ciencias Agro Veterinarias (CAV), Departamento de Fitotecnia, C.P. 281, CEP 88.520.000, Lages/SC. E-mail: a2aak@cav.udesc.br

²WHITE MARTINS, Curitiba, PR. E-mail: marcogiotto@riodeuna.com.br

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es verificar la posibilidad de almacenamiento y comercialización de dientes de ajo sin cáscara, a través de la utilización de una película plástica y de la modificación de la composición de los gases de la atmósfera. El experimento fue conducido en Lages/SC, con la cultivar Contestado. Se utilizó dos mezclas de gases (50% CO₂ + 50% N₂ y 2% O₂ + 5% CO₂ + 93% N₂), y dos tratamientos de desinfección (tratamiento térmico y tratamiento con hipoclorito de sodio). Tras ser pelados e hidratados, los dientes de ajo fueron sometidos a los tratamientos de desinfección y envueltos en película plástica a ambas concentraciones, y almacenados a temperatura de 2 °C. Como testigo se utilizó dientes de ajo sometidos a los dos procesos de desinfección y envueltos, en atmósfera normal. El diseño utilizado fue completamente al azar. Las evaluaciones se hicieron semanalmente, observándose apariencia de los dientes, textura, incidencia de pudriciones, olor, pardeamiento, hinchamiento, ocurrencia de brotaciones de raíz, y surgimiento de alteraciones fisiológicas internas, bajo condiciones de frigoconservación y bajo temperatura ambiente. La mejor conservación se obtuvo utilizando el tratamiento térmico para desinfección de los dientes, mantenidos en mezcla de gases de 2% O₂ + 5% CO₂ + 93% N₂.

PALABRAS CLAVE: dientes de ajo, O₂, CO₂, frigoconservación

ABSTRACT

The objective of this work was to verify the possibility of storing peeled garlic cloves conditioned in plastic film and under different gas composition atmospheres. The experiment was carried out in Lages/SC using cultivar Contestado. Two mixtures of gases were tested (50% CO₂ + 50% N₂ and 2% O₂ + 5% CO₂ + 93% N₂), and two disinfection treatments (thermal treatment and sodium hypochlorite). After garlic cloves have been peeled and hydrated, they were submitted to the disinfecting treatments and wrapped in plastic film with the respective concentrations of gases and stored at less than 2°C. The control consisted of garlic cloves submitted to the two disinfection processes and wrapped and kept under normal atmosphere. It was used a completely random design. The appearance of the cloves, texture, incidences of rottenness, scent, darkness, swelling, occurrence of root sprouting, and appearance of internal physiologic disturbances was observed weekly. The best garlic clove's conservation was obtained with the thermal treatment for disinfection and maintained in mixture of gases of 2% O₂ + 5% CO₂ + 93% N₂.

KEY WORDS: peeled garlic, O₂, CO₂, cold storage

INTRODUCCIÓN

El cultivo del ajo es de gran importancia en Santa Catarina (Franco, 1992), con un área plantada de 2.792 hectáreas y una producción de 101.102 toneladas (ICEPA, 2002). La cosecha se concentra en los meses de noviembre/diciembre, siendo comercializada por cerca de 6 a 8 meses tras la cura.

En la región del altiplano catarinense, gran productora de ajo, la exposición de los bulbos a las bajas temperaturas de invierno provoca su brotación, dificultando la comercialización del producto después de los meses de junio y julio. La emisión de raíces, desmejora visualmente los bulbillos, volviéndolos impresentables para la comercialización y el consumo (García et al, 1984).

Una forma de prolongar el período de comercialización o de posibilitar la comercialización del producto mínimamente procesado, descascarado, es a través de la utilización de películas plásticas con modificación de las concentraciones de O₂ y CO₂.

Esta técnica ya se viene usando con éxito en frutas y otras hortalizas en diversos países del mundo (Gorny, 1997), posibilitando la utilización inmediata del producto por los consumidores, sin necesidad de limpieza y/o descascaramiento, y posibilitando la utilización del producto en partes y/o pedazos.

El objetivo del presente trabajo es verificar la posibilidad de almacenamiento y comercialización de ajo descascarado, a través de la modificación de la composición de los gases de la atmósfera.

MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizaron dientes de ajo del cultivar Contestado, sometidos a dos concentraciones de gases y dos tratamientos de desinfección. Tras ser descascarados e hidratados, los dientes de ajo fueron sometidos a los tratamientos de desinfección mediante un tratamiento térmico con agua a 55-60 °C por dos minutos, siendo inmediatamente enfriados con agua helada,

y tratamiento con hipoclorito de sodio al 20%, durante dos minutos. Después de la realización de los tratamientos de desinfección, los dientes de ajo se envasaron con diferentes concentraciones de O₂ y CO₂, en embalajes de película plástica de polipropileno 0,14mm + polietileno 0,07 mm, con capacidad para 50 gramos de dientes de ajo. Las concentraciones de gases utilizadas fueron (50% CO₂ + 50% N₂), y (2% O₂ + 5% CO₂). Posteriormente, las muestras fueron almacenadas a 2°C de temperatura, durante dos meses, y evaluadas semanalmente. Las evaluaciones fueron realizadas en dos épocas, siendo la primera, luego después de la retirada de la frigoconservación y la segunda, después de dos días a temperatura ambiente. Se observó la apariencia, el índice de pudriciones, la textura, olor, oscurecimiento, hinchamiento, incidencia de brotación y surgimiento de alteraciones fisiológicas (alteración interna de los dientes, de consistencia esponjosa). El diseño utilizado fue completamente al azar, con 4 repeticiones, siendo cada muestra de 50 gramos, considerada una repetición. El testigo constó de dientes de ajo sometidos a los mismos tratamientos de desinfección y atmósfera normal.

Para la evaluación de pudriciones, oscurecimiento, hinchamiento, brotación y alteración interna de los dientes fue considerado el porcentaje de dientes con síntomas.

Para evaluación de apariencia, textura y olor fue creada una escala de notas, variando de cero a diez, siendo 10 la mejor firmeza, olor característico y mejor apariencia, usándose como parámetro de comparación dientes de ajo frescos, recién pelados. La nota cero fue considerada la de peor textura (dientes flojos), apariencia fea, que sería rechazada por el comprador, y olor desagradable, no característico del ajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observando los Cuadros 1, 2, 3 y 4, se puede verificar que, de modo general, la utilización del tratamiento térmico asocia-

CUADRO 1. Efecto de diferentes concentraciones de O₂ y CO₂ y formas de desinfección en la calidad de dientes de ajo descascarados mantenidos en frigoconservación durante 61 días. Lages/SC, 1998.

TABLE 1. The effect of different O₂ and CO₂ concentrations in postharvest of peeled garlic, treated and cold stored for 61 days

Tratamientos	Pudriciones	Características evaluadas en %*			D.F. Int
		Oscurecimiento	Hinchamiento	Brotación	
5%CO ₂ + 2% O ₂ s/trat. térmico.	48,43 a**	9,87 a	0,0 a	0,0 a	1,64 a
50%CO ₂ s/trat. térmico	31,17 b	0,50 b	0,0 a	0,0 a	6,25ab
Testigo c/trat. térmico.***	24,70 bc	0,01 b	0,0 a	0,0 a	4,22 ab
Testigo s/trat. térmico.	23,28 bc	0,04 b	0,0 a	0,0 a	5,85 ab
50 %CO ₂ c/tratam. térmico.	20,78 bc	0,58 b	0,0 a	0,0 a	6,38 ab
5% CO ₂ + 2%O ₂ c/trat. térmico	16,9 c	0,11 b	0,0 a	0,0 a	8,27 b

* Frigoconservación a 2 °C, evaluados semanalmente.

** Promedios seguidos por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre si, por el test de Tukey a 0,05.

*** El testigo constó de almacenamiento en atmósfera normal, sin modificación de gases.

do a la mezcla de gases de 5% CO₂ y 2% O₂ promovió la mejor conservación de los dientes de ajo descascarados. Este tratamiento tuvo el menor índice de pudriciones y oscurecimiento, y la mejor nota en apariencia, textura y olor, tras 61 días de almacenamiento. Sin embargo, la mezcla sin el tratamiento térmico no tuvo el mismo resultado.

No hubo brotación ni hinchamiento de los dientes en ninguno de los tratamientos utilizados. La incidencia de alteraciones internas, caracterizadas por el surgimiento de puntuaciones de tejido esponjoso blanco, no tuvo correlación con los tratamientos utilizados, ocurriendo en todos ellos, en mayor o menor proporción. El pardeamiento, estuvo generalmente aso-

CUADRO 2. Efecto de diferentes concentraciones de O₂ y CO₂ y formas de desinfección y la calidad de dientes de ajo descascarados, bajo frigoconservación durante 61 días. Lages/SC, 1998.

TABLE 2. Effect of different O₂ and CO₂ concentrations and desinfection treatment of peeled garlic cold stored for 61 days, on final appearance, texture and odor.

Tratamientos	Apariencia (Nota)	Textura (Nota)	Olor (Nota)
5%CO ₂ + 2 % O ₂ c/trat. térmico	8,87 a**	9,87 a	9,68 a
50% CO ₂ c/trat. térmico	8,25 ab	0,50 b	9,21 ab
Testigo c/trat. térmico***	7,93 b	0,01 b	8,37 c
50 %CO ₂ s/ trat. térmico	7,87 b	0,04 b	8,50 bc
Testigo sin tratam. térmico	7,87 b	0,58 b	8,62 bc
5 % CO ₂ + 2 % O ₂ s/trat. térmico	6,37 c	6,75 b	6,75 d

* Almacenamiento a 2 °C, evaluados semanalmente.

** Promedios seguidos por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre si, por el test de Tukey a 0,05.

*** El testigo se almacenó en atmósfera normal, sin modificación de gases.

CUADRO 3. Efecto de diferentes concentraciones de O₂ y CO₂ y formas de desinfección en la calidad de dientes de ajo descascarados mantenidos en frigoconservación por 61 días y en temperatura ambiente por dos días tras retirada de la frigoconservación. Lages/SC, 1998.

TABLE 3. Effect of different concentrations of O₂ and CO₂ on thermally heated peeled garlic quality after 61 days of cold storage, and two days at room temperature.

Tratamientos	Características evaluadas en %*				
	Pudriciones	Oscurecimiento	Hinchamiento	Brotación	D.F.Int
5% CO ₂ + 2% O ₂ s/ trat. térm	63,38 a**	14,33 a	0,0 a	0,0 a	4,12 a
Testigo s/ trat. térmico	50,28 ab	0,00 b	0,0 a	0,0 a	4,28 a
50% CO ₂ s/trat. térm.***	46,68 bc	0,00 b	0,0 a	0,0 a	6,43 a
Testigo c/trat.térmico	32,28 cd	0,04 b	0,0 a	0,0 a	8,38 a
50%CO ₂ c/trat. térmico	28,45 d	0,28 b	0,0 a	0,0 a	9,03 a
5%CO ₂ +2%O ₂ c/trat.térm.	24,78 d	0,00b	0,0 a	0,0 a	5,63a

* Frigoconservación a 2 °C, evaluados tras dos días a temperatura ambiente; evaluación semanal.

** Promedios seguidos por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre si, por el test de Tukey a 0,05.

***El testigo se almacenó en atmósfera normal, sin modificación de gases.

ciado al índice de pudriciones. Cuando los dientes de ajo fueron retirados de frigoconservación y mantenidos por dos días a temperatura ambiente (23 ± 2 °C), el índice de pudriciones y pardeamiento aumentó, y la apariencia, textura y olor tuvieron las notas más bajas, mostrando una baja en la calidad de las muestras, inaprovechables para consumo comercial.

En los Cuadros 5 y 6 se observa la baja

en la calidad de las muestras evaluadas conforme aumentó el tiempo de frigoconservación en todos los tratamientos.

Considerando los datos del Cuadro 5, se puede mantener ajo descascarado bajo frigoconservación en buenas condiciones de consumo hasta por 61 días. Sin embargo, este periodo se reduce a lo máximo a 16 días, cuando las muestras permanecieron por dos días en temperatura ambiente.

CUADRO 4. Efecto de diferentes concentraciones de O₂ y CO₂ y formas de desinfección en la calidad de dientes de ajo descascarados mantenidos en frigoconservación por 61 días y en temperatura ambiente por dos días tras retirados de frigoconservación. Lages7SC, 1998.

TABLE 4. Effect of O₂ and CO₂ concentrations on storage of peeled garlic for 61 days, plus two days at room temperature on appearance, texture and odor.

Tratamientos	Apariencia (Nota)	Textura (Nota)	Olor (Nota)
5%CO ₂ + 2 % O ₂ c/trat. térmico	7,93 a**	9,56 a	7,62 a
50%CO ₂ c/trat. térmico.	7,56 a	8,18 b	6,87ab
Testigo c/trat. térmico***	7,43 a	8,18 b	6,43 be
50%CO ₂ s/trat. térmico	6,50 b	6,81 c	5,37 d
Testigo s/trat. térmico	6,25 b	6,50 c	5,62 d
5%CO ₂ + 2 % O ₂ s/trat. térmico	5,06 c	5,31 d	4,87 d

* Frigoconservación a 2 °C, y mantenidos por dos días a temperatura ambiente; evaluación semanal

** Pro medios seguidos por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre si, por el test de Tukey a 0,05.

***El testigo se almacenó en atmósfera normal, sin modificación de gases.

CUADRO 5. Efecto de diferentes concentraciones de O₂ y CO₂ y formas de desinfección en la calidad de dientes de ajo descascarados, evaluados en diferentes fechas durante la frigoconservación. Lage/SC, 1998.

TABLE 5. Evolution of quality parameter in peeled garlic during storage for 61 days under different concentrations of O₂ and CO₂.

Tratamientos	Características evaluadas*							
	Pudriciones (%) m.	Oscurecim (%) 0	Hinchamiento (%)	Brotación (%)	D.F.Internos (%)	Apariencia (Nota)	Textura (Nota)	Olor (Nota)
Tras 12 días	6,70 a	2,79 a	0,0 a	0,0 a	0,05 a	10,0 a	10,0 a	8,33 a
Tras 19 días	13,63 b	0,00 a	0,0 a	0,0 a	8,46 b	9,66 ab	10,0 a	8,83 a
Tras 26 días	21,97 c	1,45 a	0,0 a	0,0 a	5,82 b	8,66 bc	10,0 a	9,08 a
Tras 33 días	15,87 d	0,00 a	0,0 a	0,0 a	8,36 b	8,58 be	9,29 a	9,00 a
Tras 40 días	30,12 e	0,00 a	0,0 a	0,0 a	5,36 b	7,58 cd	9,41 a	8,50 a
Tras 47 días	39,68 f	0,71 a	0,0 a	0,0 a	10,93 b	7,08 d	7,58 b	6,75 b
Tras 54 días	50,75 g	1,70 a	0,0 a	0,0 a	3,75 ab	5,83 c	6,83 b	6,16 b
Tras 61 días	49,93 g	4,37 a	0,0 a	0,0 a	4,68 b	5,50 e	5,08 c	4,00 c

* Frigoconservación a 2 °C, evaluados semanalmente.

** Promedios seguidos por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre si, por el test de Tukey a 0,05.

*** El testigo se almacenó en atmósfera normal, sin modificación de gases.

CUADRO 6. Efecto de diferentes concentraciones de O₂ y CO₂ y formas de desinfección en la calidad de dientes de ajo descascarados, evaluados después de dos días a temperatura ambiente, en diferentes fechas durante frigoconservación, y mantenidos por dos días en temperatura ambiente. Lages/SC, 1998.

TABLE 6. Effect of different O₂ and CO₂ concentrations and desinfection, in the quality of peeled garlic, after two days at room temperature, during different storage dates.

Tratamientos	Características evaluadas*							
	Pudriciones (%) m.	Oscurecim (%) 0	Hinchamiento (%)	Brotación (%)	D.F.Internos (%)	Apariencia (Nota)	Textura (Nota)	Olor (Nota)
Tras 12 días	15,40 a	0,07 ab	0,0 a	0,0 a	6,53 ab	9,91 a	10,0 a	9,00 a
Tras 19 días	17,67 b	0,03 ab	0,0 a	0,0 a	14,34 a	9,08 a	9,66 a	6,58 b
Tras 26 días	25,05 c	0,00 b	0,0 a	0,0 a	7,49 ab	7,83 b	9,16 a	9,00 a
Tras 33 días	44,28 d	1,70 ab	0,0 a	0,0 a	7,33 ab	6,16 c	7,66 b	7,08 b
Tras 40 días	49,31 e	6,52 a	0,0 a	0,0 a	9,88 a	6,66 c	6,75 b	6,33 bc
Tras 47 días	50,85 e	3,21 ab	0,0 a	0,0 a	7,27 ab	6,00 c	6,83 b	5,33 c
Tras 54 días	61,01 f	0,00 b	0,0 a	0,0 a	1,28 c	4,83 d	4,91 c	3,50 d
Tras 61 días	68,40 g	0,00 b	0,0 a	0,0 a	1,12 c	3,83 d	4,41 c	2,25 e

* Frigoconservación a 2°C, mantenidos dos días en temperatura ambiente, evaluados semanalmente.

** Pro medios seguidos por la misma letra en la columna no difieren significativamente entre si, por el test de Tukey a 0,05.

*** Testigo constó de almacenamiento en atmósfera normal, sin modificación de gases.

CONCLUSIONES

En las condiciones en que el experimento fue conducido, se puede afirmar que:

1. Dientes de ajo descascarados, sometidos a tratamiento térmico (55-60°C) por dos minutos y envasado en plástico en atmósfera de 5% CO₂ + 2% O₂, pueden soportar hasta 61 días bajo frigoconservación, en buenas condiciones de consumo.

2. La utilización de tratamiento térmico fue eficiente para controlar pudriciones en las dos mezclas gaseosas utilizadas.

AGRADECIMIENTOS: White Martins e Lavoura e Comércio de alho Nanten.

LITERATURA CITADA

- FRANCO, H. 1992. A evolução das hortaliças em Santa Catarina. In: Revista Agropecuária Catarinense, 5(3): 50- 57.
- GARCIA, A.; MORAES, E. C.; MADAIL, J. C .M.; FORTES, J.F.F.; SALLES, L. A .B. 1984. A cultura do alho, Circular Técnica 8,76 p. EMBRAPA - CNPFT, Pelotas.
- GORNY, J. 1997. A summary of CA and MA recommendations for selected fresh cut fruits and vegetables. In: Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, Davis/CA, 5: 31- 66.
- INSTITUTO CEPA/SC.2002. Informe Conjuntural, Florianópolis. Disponible en <http://www.icepa.com.br>.

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE PIMIENTOS CON DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ AL TRATAMIENTO CON METIL JASMONATO Y ENVASADO INDIVIDUAL

Physiological response of different maturity pepper to application of methyl jasmonate and individual wrapping

GUSTAVO A. GONZÁLEZ-AGUILAR*, A. PEREGRINO, F. AYALA-ZAVALA, J. FORTIZ, S. RUIZ-CRUZ y REYNALDO CRUZ-VALENZUELA

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Coordinación de Tecnología De Alimentos de Origen Vegetal. Apartado Postal 1735. Hermosillo, Sonora (83000) México. Tel/Fax 52(62):80-0422
e-mail: *gustavo@cascabel.ciad.mx

RESUMEN

Se evaluó el efecto del metil jasmonato (MJ) solo o en combinación con envasado individual, sobre la calidad de frutos de pimiento en dos estados de madurez. Se aplicaron los siguientes tratamientos: a) control, b) envasado individual en película termoencogible (EIPT) c) MJ y d) MJ +EIPT. Se encontró que la aplicación de EIPT redujo considerablemente la pérdida de peso de los frutos almacenados a 6°C y período de comercialización (2 días a 20°C). El tratamiento con MJ redujo por sí solo los síntomas de daño por frío y mantuvo una mejor apariencia de los frutos y su efectividad aumentó cuando se combinó con el EIPT. Al parecer, los cambios en la permeabilidad de la cutícula al vapor de agua, está relacionada con la aparición de los síntomas de daño por frío (DF). El tratamiento con MJ podría utilizarse solo o en combinación con el EIPT, para reducir las pérdidas de calidad de frutos de pimiento almacenados a 6°C.

PALABRAS CLAVE: metil jasmonato, envasado individual, *Capsicum annuum*, daño por frío, calidad postcosecha.

ABSTRACT

The effect of methyl jasmonate (MJ) treatment alone or in conjunction with

shrink wrapping (SW) on overall quality of peppers with different maturity stage was evaluated. The following treatments were applied to peppers: a) control (non-treated), b) SW, c) MJ and d) MJ+SW. SW treatment reduced significantly weight loss of peppers during storage at 6 °C plus shelf life period (2 days at 20°C). MJ treatment reduced chilling injury symptoms and maintained good appearance of peppers. The effectiveness of this treatment increased when combined with SW. Changes in cuticle permeability to water vapor appears to be positively related with developments of chilling injury symptoms. According to the results obtained in this study, MJ treatment in conjunction with SW could be used to reduce quality loss of peppers during storage at 6 °C.

KEYWORDS: *Capsicum annuum*, chilling injury, methyl jasmonate, shrink wrapping, postharvest quality.

INTRODUCCIÓN

El chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) es uno de los productos hortícolas de mayor importancia económica en México, debido a sus volúmenes de exportación, principalmente en el Noroeste del país (Gómez-Cruz y Schwentesius-Rindermann, 1997). Sin embargo, su carácter pe-

recedero limita en gran medida su comercialización a los diferentes mercados, siendo la pérdida de agua y el ataque de patógenos, los principales problemas en poscosecha (Barkai-Golan, 1981). Uno de los métodos más usados para mantener la calidad y controlar el ataque por patógenos poscosecha, es el almacenamiento a bajas temperaturas (Hardenburg *et al.*, 1986). Sin embargo, el chile pimiento es un fruto muy susceptible a las bajas temperaturas, dando como resultado el desarrollo de síntomas de daño por frío (DF), cuando éste es almacenado por debajo de los 8°C y periodos largos de almacenamiento (Hardenburg *et al.*, 1986; Wang, 1994). Tales síntomas incluyen pérdida de agua, picado y decoloración, principalmente alrededor del pedúnculo (Meir *et al.*, 1995). La susceptibilidad del fruto al DF, depende de la especie, grado de madurez, tiempo y temperatura de exposición (Wang, 1994).

Se ha desarrollado diferentes tratamientos para reducir los síntomas de daño por frío. Entre estos tenemos los acondicionamientos térmicos, envasado en atmósferas modificadas y controladas, cubiertas comestibles, reguladores del desarrollo y volátiles naturales (Bramlage y Meir, 1990; Wang, 1994).

Se ha observado que la aplicación de MJ reduce los síntomas de DF en productos hortícolas (Wang y Buta, 1994). El MJ es un compuesto ubicuo en la mayoría de las plantas, tiene propiedades similares a las del ácido abscísico e induce mecanismos de defensa contra patógenos (Ryan, 1992). Se ha reportado que aplicaciones de MJ antes de la exposición a las bajas temperaturas puede tener un efecto positivo en la reducción de los síntomas de DF (Wang y Buta, 1994; Meir *et al.*, 1996).

Por otro lado, se ha informado que el empaquetado con películas poliméricas disminuye el deterioro de frutos. El uso de estas películas en pimientos, disminuye la producción de etileno, reduce el daño por frío, retrasa el ablandamiento, mantiene el color y prolonga la vida poscosecha de pimientos (González y Tiznado, 1993). Durante el manejo de poscosecha del chile

pimiento puede utilizarse películas termoencogibles para evitar la pérdida de agua. En este sistema, se evita la atmósfera saturada de agua alrededor del producto, que puede favorecer el desarrollo de patógenos y provocar la pérdida de calidad (Zagory *et al.*, 1989).

El tratamiento de MJ podría ser utilizado para reducir los síntomas de DF y deterioro durante el almacenamiento en frío y periodo de comercialización de frutos de chile pimiento.

El objetivo general de este estudio fue evaluar la efectividad del tratamiento con MJ y EIPT, solos o combinados, para reducir el daño por frío y deterioro de chiles pimiento en dos estados de maduración (verdes y rojos). Hasta el momento, no se ha descrito el efecto del tratamiento con MJ solo o en combinación con el EIPT en pimientos. Por lo que es muy importante conocer las respuestas fisiológicas de este fruto a estos tratamientos, así como los posibles beneficios que puedan tener durante el almacenamiento poscosecha.

MATERIAL Y MÉTODO

Se obtuvo pimientos (*Capsicum annuum L.*) en dos estados de madurez (verde y rojo) de plántulos en Guaymas, Sonora, ubicado en el Noroeste de México. Los frutos se seleccionaron de acuerdo a su color, tamaño, forma y se desecharon los que presentaron cualquier daño. Inicialmente, se utilizaron 20 frutos por cada estado de madurez para medir la producción de etileno, tasa de respiración, permeabilidad de cutícula e índice de DF. Posteriormente, otros frutos fueron seleccionados al azar y agrupados en 4 lotes de 100 frutos para cada estado de madurez. El lote control (pimientos sin tratamiento) y los pimientos envasados individualmente con película termoencogible (EIPT) se almacenaron directamente a 6°C. Por otro lado, el lote de MJ y el de MJ + EIPT se colocaron en frascos de vidrio de 30 L y tratados durante 24 h a 25°C con vapores de MJ a una concentración de $7,5 \times 10^{-5}$ M. Después del tratamiento con MJ los frutos

se sacaron de los frascos, se colocaron en cajas de cartón y se almacenaron a 6°C por 20 días. La concentración de MJ fue seleccionada de acuerdo a preliminares realizados en el laboratorio y que arrojaron los mejores resultados.

A los 10 y 20 días de almacenamiento, se tomaron 15 frutos de cada tratamiento para evaluar los cambios de calidad. De la misma forma, se transfirieron en cada período un lote de 10 frutos a 20°C durante 2 días, para simular el período de comercialización. Después de este período se evaluó de nuevo la calidad de los frutos bajo los diferentes tratamientos.

Tasa de respiración y producción de etileno

La tasa de respiración y producción de etileno se midió a frutos individuales colocados en frascos de plástico de 3 L cerrados herméticamente. Después de 2 h, se tomó muestra de 1 mL con una jeringa hipodérmica y se inyectó a un analizador de CO₂ infrarrojo (Horiba Modelo PIR-700, Horiba Instruments Inc., Irvine California). El CO₂ interno se midió a cada fruto individualmente, a los cuales se les extrajo 1 mL de su atmósfera interna y se inyectó en un analizador de CO₂. Para la medición de etileno se siguió el mismo procedimiento, y se inyectó 1 mL de gas en un cromatógrafo de gases Varian Star 3400 Cx con un detector de ionización de flama (FID) y una columna de óxido de aluminio activado. Se inyectaron estándares con concentraciones conocidas. Para determinar la concentración de cada gas, se integró el área bajo la curva y éstas se compararon con las áreas de los estándares conocidos. Los resultados se reportan como mL CO₂/Kg-h, ppm y $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg-h}$, respectivamente.

Índice de daño por frío

El índice de daño por frío (IDF) se evaluó de acuerdo al método descrito por González-Aguilar *et al.*, (2000a). Se utilizó una escala visual basada en el grado de necrosis e intensidad de manchas negras

presentes en la piel. Los frutos se clasificaron de la siguiente forma: 1) frutos sin daños (0% de daños en el fruto), 2) daños ligeros (0-20% de daños en el fruto), 3) daños moderados (20-40% de daños en el fruto), 4) daños severos (40-60% de daños en el fruto), 5) daños muy severos (mayor del 60% de daño en el fruto). El índice de DF se determinó multiplicando el número de frutos por el número de la escala de daño. Los productos resultantes se sumaron y se dividieron entre el número total de frutos.

Pérdida de peso (%)

El peso del fruto se registró al inicio del experimento y periódicamente durante su almacenamiento, empleando una balanza digital METLER, Modelo PE 2000. La pérdida de peso se expresó en %.

Permeabilidad de la cutícula

Para medir la permeabilidad de la cutícula, se utilizaron discos de 1.1309 cm² de área extraída (Freeman *et al.*, 1979) se colocaron en láminas de teflón cubriendo orificios de 0.3318 cm². Las cutículas se adhieron al teflón utilizando silicón líquido alrededor de los orificios, cuidando que no quedara ningún espacio entre el teflón y las cutículas. Las láminas de teflón (con 4 orificios) con las cutículas pegadas, se montaron en cajas Petri de plástico de 5 cm de diámetro a las que previamente se le añadieron 5 mL de agua destilada. Posteriormente, las cajas Petri se sellaron herméticamente con silicón líquido y pinzas de presión, evitando totalmente la evaporación de agua por alguna fisura del sistema.

Las cutículas montadas en dicho sistema experimental se incubaron a 25±1°C durante 8 horas y se pesaron a intervalos de una hora, determinándose de esta forma la pérdida de vapor de agua a través de las cutículas (aproximadamente el 0.1% del peso inicial). Los datos se expresan como mg de agua perdida en forma de vapor por cada cm² de cutícula expuesta (Báez, 1991).

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar. Los datos fueron sujetos a un análisis de varianza (ANOVA). Las medias de los datos se compararon con la prueba de Tukey a un 95% de confianza usando el paquete estadístico Number Cruncher Statistical System (NCSS, 1996) statistical 6.01 (Kaysville, UTA, USA. Quick Star & Self Help Manual) System for Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa de respiración

El tratamiento con MJ incrementó en general la tasa de respiración de los frutos de pimiento verde y rojo (Cuadro 1). Los valores más altos en la tasa de respiración se observaron en los frutos tratados con MJ + EIPT, seguidos por los frutos tratados con MJ, durante todo el periodo de almacenamiento. Sin embargo, la producción de CO₂ en los frutos control y EIPT

en estado de madurez verde, se mantuvo relativamente constante, durante el almacenamiento a 6°C y el periodo de comercialización. Por otra parte, los frutos en estado de madurez rojo presentaron algunas variaciones en la tasa de respiración, siendo más notorio en los frutos control después de 10 días a 6°C + 2 días a 20°C. Los frutos tratados con MJ mantuvieron una mayor tasa respiratoria durante el periodo de almacenamiento. Se encontró que el mayor aumento en la tasa respiratoria fue acompañado con el mayor incremento en la producción de etileno. Al mismo tiempo, se observó un mayor porcentaje de CO₂ interno en los frutos con mayor producción de etileno y tasas respiratorias más altas. A pesar de que el MJ incrementa el metabolismo del fruto, parece ser que induce nuevos compuestos y modifica rutas metabólicas que podrían estar relacionadas con el efecto benéfico del tratamiento en la calidad del producto.

La producción de CO₂ interno no mostró diferencias significativas en los tres primeros días de evaluación ($p \geq 0,05$), sólo

CUADRO 1. Efecto de la aplicación de MJ solo o en combinación con el envasado individual en el CO₂ interno (%) y su producción (mL CO₂/kg-h) en frutos de Chile pimiento, almacenados 20 días a 6°C + 2 días a 20°C.

TABLE 1. Effect of the application of MJ and individual wrapping and a combination of both in the internal CO₂ concentration (%) and its evolution (mL CO₂/kg-h) in pepper fruit stored for 20 days at 6°C plus 2 days at 20°C.

Tratamiento	Inicial		Días de almacenamiento							
			10 a 6°C		10 a 6°C+2 a 20°C		20 a 6°C		20 a 6°C+2 a 20°C	
	mL CO ₂ /kg-h	%	mL CO ₂ /kg-h	%	mL CO ₂ /kg-h	%	mL CO ₂ /kg-h	%	mL CO ₂ /kg-h	%
Verde										
Control	31,40b*	2,08a	23,38b	1,48a	14,48c	1,48a	15,15c	2,98bc	21,91c	2,00b
EIPT	31,58b	1,34a	20,82b	1,97a	16,68c	1,97a	20,44bc	2,46c	24,51c	1,73b
MJ	31,40b	2,08a	27,88b	1,59a	18,93c	1,59a	20,90bc	3,46b	25,75bc	1,46b
MJ + EIPT	31,58b	1,34a	35,09a	1,19a	23,32b	1,19a	42,02a	4,93a	46,86a	2,76a
Rojo										
Control	43,21a	1,59a	20,60b	2,24a	33,99a	2,24a	15,07c	3,55b	23,89c	2,61a
EIPT	45,33a	1,53a	23,38b	1,84a	24,50b	1,84a	23,97b	3,13b	29,24b	1,63b
MJ	43,21a	1,59a	33,96a	1,71a	26,15b	1,71a	25,06b	4,36a	37,91ab	2,60a
MJ + EIPT	45,33a	1,53a	34,91a	1,67a	31,25a	1,67a	35,55a	5,53a	38,82a	2,40a

*Medias con la misma letra en columnas son iguales estadísticamente (Tukey $\mu=0,05$).

en los 2 últimos muestreos (20 d a 6°C y 20 d 6°C + 2 d 20°C), se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$). En el tercer muestreo, los mayores valores de CO₂ interno se presentaron en los tratamientos MJ y MJ + EIPT. En el último muestreo el tratamiento EIPT presentó la menor cantidad de CO₂ interno.

Se ha observado que el uso de MJ, favorece la maduración y senescencia de productos hortícolas (Moline *et al.*, 1997). Esto explicaría el aumento en la producción de CO₂ en los frutos tratados con MJ. Lazan *et al.*, (1990), encontraron que el envasado individual de papayas redujo los niveles internos de O₂ e incrementó los de CO₂, teniendo un efecto significativo en la vida de anaquel del producto.

El dióxido de carbono interno usualmente se presenta en bajas concentraciones del 3 al 6%; sin embargo, estas concentraciones pueden incrementarse hasta un 20-30%, cuando las temperaturas a las que se expone el tejido son muy altas. Algunos de los beneficios potenciales de estos niveles es que pueden retrasar la tasa de respi-

ración, debido a que reduce la disponibilidad de oxígeno presente en los tejidos (Phan *et al.*, 1975).

Producción de etileno

En el Cuadro 2 se observa la producción de etileno de los frutos de pimiento almacenados a 6°C. Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en la producción de etileno entre los 2 estados de madurez estudiados, encontrándose una mayor producción en los frutos en estado de madurez verde. Se puede observar que los frutos tratados con MJ y MJ + EIPT en el estado de madurez verde presentaron la mayor producción de etileno después de 10 días de almacenamiento a 6 °C. No se detectó producción de etileno en los frutos control y EIPT en estado de madurez rojo. Después de la transferencia a 20°C por 2 días se observó una disminución en la producción de etileno hasta valores no detectables.

Después de 20 días de almacenamiento a 6°C se observó un aumento en la pro-

CUADRO 2. Efecto de la aplicación de MJ solo o en combinación con el envasado individual en la concentración de etileno en la cavidad interna (ppm) y su producción ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg-h}$) en frutos de chile pimiento, almacenados 20 días a 6°C + 2 días a 20°C.

TABLE 2. Effect of the application of MJ and individual wrapping and a combination of both in the internal ethylene concentration (ppm) and its evolution ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg-h}$) in pepper fruit stored for 20 days at 6°C plus 2 days at 20°C.

Tratamiento	Días de almacenamiento							
	10 a 6°C		10 a 6°C+2 a 20°C		20 a 6°C		20 a 6°C+2 a 20°C	
	$\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg-h}$	ppm	$\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg-h}$	ppm	$\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg-h}$	ppm	$\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg-h}$	ppm
Verde								
Control	25,39 b*	0,262a	nd	nd	244,67b	0,417a	1298,10b	0,910b
EIPT	22,51b	0,127b	nd	0,053b	220,38b	0,455a	2329,20a	3,450a
MJ	348,72a	0,477a	219,02b	0,282a	193,03b	na	289,98c	0,439b
MJ+ EIPT	436,92a	0,102b	504,00a	0,051b	1575,23a	na	1516,72b	1,19b
Rojo								
Control	nd	nd	nd	0,032b	nd	0,080b	34,00c	0,107b
EIPT	nd	0,041b	nd	0,033b	nd	0,095b	142,19c	0,285b
MJ	49,00b	0,043b	nd	nd	nd	na	22,57c	0,047b
MJ + EIPT	15,93b	0,040b	nd	nd	nd	na	0	0,072b

*Medias con la misma letra en columnas son iguales estadísticamente (Tukey $\mu=0,05$).

ducción de etileno en los frutos en estado de madurez verde, excepto los tratados con MJ que presentaron una ligera disminución. No se detectó etileno en los frutos en estado de madurez rojo después del almacenamiento por 20 días a 6 °C. Sin embargo, después de la transferencia por 2 días a 20 °C, se detectó etileno en los frutos en estado de madurez rojo. De la misma forma, se observó un aumento significativo ($p \leq 0,05$) después de la transferencia por 2 días a 20 °C en los frutos en estado de madurez verde. Al final del almacenamiento los frutos control, EIPT y MJ + EIPT mostraron los valores más altos de etileno. Este aumento en etileno podría estar asociado a los procesos de senescencia del producto, ya que fueron los que presentaron los mayores síntomas de deterioro y desarrollo de síntomas de DF. La inducción inicial de etileno por el tratamiento con MJ podría estar asociada a la mayor tolerancia al frío observada en los frutos tratados con MJ. En otros frutos, se ha observado que los tratamientos con etileno previo almacenamiento en frío, reduce la susceptibilidad a las bajas temperaturas (Paull, 1990).

La producción de etileno de los chiles rojos fue homogénea entre los tratamientos durante las tres primeras determinaciones. Los cuales presentaron valores muy bajos desde valores que no pudieron detectarse hasta 49 μL de $\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg-h}$, lo cual se atribuye al comportamiento típico de los frutos no climatéricos. El incremento en la producción de etileno fue acompañado con la mayor acumulación de etileno interno de los pimientos, para un tiempo corto de almacenamiento, pero no para periodos largos como se observó en los pimientos verdes. La producción de etileno, en general aumentó al transferirse a 20°C, debido al aumento de temperatura la cual estimula el metabolismo de los frutos sobre todo después de 20 días de almacenamiento.

Se ha reportado el efecto del MJ en la tolerancia al DF en algunos frutos. Por ejemplo, Wang y Buta (1994), observaron que el tratamiento con MJ de calabaza zucchini, induce tolerancia al frío y al mis-

mo tiempo induce la síntesis de ácido abscísico y poliaminas. Donde estos últimos se ha informado que inducen la abscisión de los frutos y presentan una actividad antioxidante los cuales secuestra radicales libres producidos durante la exposición del tejido al estrés por frío (Wang, 1991, 1993; Wang y Buta, 1994). De la misma forma, se ha observado un incremento en los niveles de etileno en frutos de mango, cuando son tratados con MJ, el cual al parecer esta asociado con la tolerancia al frío inducida por el tratamiento (González-Aguilar *et al.*, 2000b). Por otro lado, se ha reportado que el MJ presenta un efecto fungistático en algunos frutos cuando son almacenados a 5 °C (Buta y Moline, 1998).

En general, la acumulación de etileno interno fue muy baja variando desde valores cercanos a 0,1 ppm hasta casi 3,5 ppm, presentando diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$). El comportamiento observado, fue similar a la producción de etileno externo, siendo el estado de madurez verde el de mayor producción. En los dos últimos periodos de muestreo el valor más alto fue para los frutos EIPT, lo cual podría estar relacionado probablemente con la presencia de hongos observada en el producto vegetal.

Índice de daño por frío

El índice de daño por frío (IDF) presentó un aumento continuo a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento (Figura 1). Los valores más altos se encontraron en el estado de madurez verde. Esto confirma que el estado de madurez influye en la respuesta al estrés por frío (Meir *et al.*, 1995). Se encontró que los frutos en estado de madurez verde tratados con MJ presentaron los menores IDF durante el almacenamiento a 6°C, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Meir *et al.*, (1996) y Wang y Buta (1994). Ellos mencionan que el MJ tiene un efecto similar al ABA sobre el daño por frío. También, Forney y Lipton (1990), reportaron que los chiles envasados en plástico crean una atmósfera modificada dentro del envase, de tal manera que reduce el daño por frío.

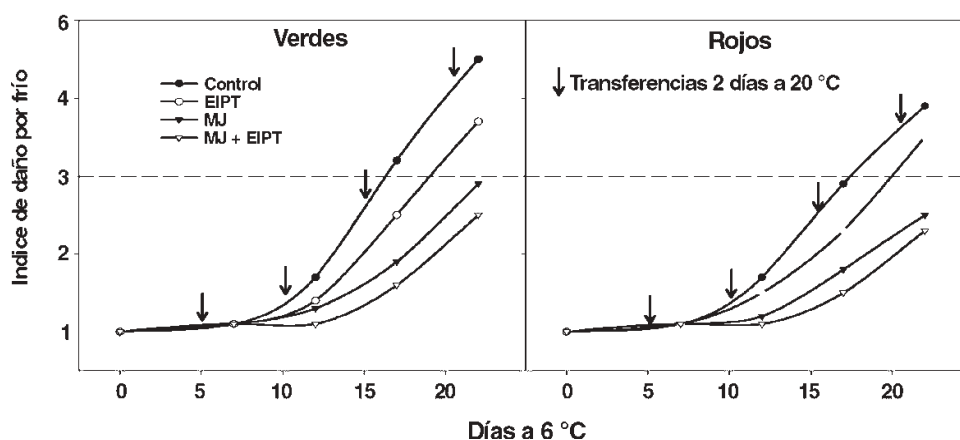


FIGURA 1. Efecto del metil jasmonato solo o en combinación con el envasado individual en la aparición de los síntomas de daño por frío en frutos de chile pimentero, almacenado durante 20 días a 6 °C + 2 días a 20°C.

FIGURE 1. Effect of methyl jasmonate and wrapping and a combination of both on chilling injury symptoms in pepper fruits stored for 20 days at 6°C plus 2 days at 20°C.

El estrés causado por las bajas temperaturas hace al producto más susceptible al ataque de patógenos poscosecha (Paull, 1990). Se ha observado en frutos sensibles al frío, que la modificación de la atmósfera y el contenido de humedad en el envase del producto, disminuyen el daño por frío (Wang, 1994). En este estudio, el envasado

en películas plásticas redujo el DF y también tuvo un efecto aditivo cuando se combinó con el tratamiento de MJ.

Los frutos tratados con MJ tuvieron una mejor aceptabilidad que los frutos control, durante el periodo de almacenamiento. Por otra parte, cuando el MJ se combinó con el envasado, se mejoró la

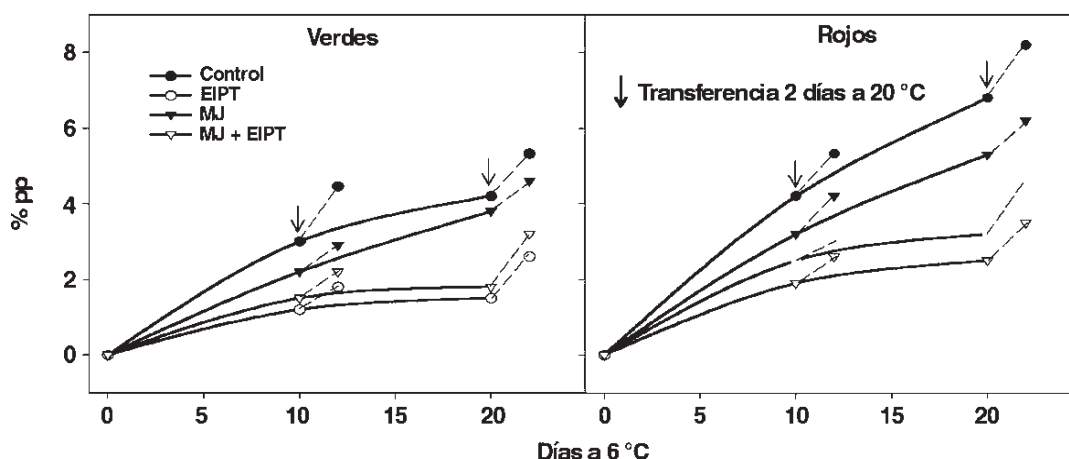


FIGURA 2. Efecto del metil jasmonato solo o en combinación con el envasado individual en la pérdida de peso en frutos de chile pimentero, almacenado durante 20 días a 6°C + 2 días a 20°C.

FIGURE 2. Effect of methyl jasmonate and individual wrapping and a combination of both in the weight loss of pepper fruit stored during 20 days at 6°C plus 2 days at 20°C.

efectividad del tratamiento. Sin embargo, cuando se utilizó sólo el envasado no fue tan efectivo.

Pérdida de peso y permeabilidad de la cutícula

Se encontró que el envasado (EIPT) redujo significativamente la pérdida de peso ($p \leq 0,05$) en frutos de pimienta (Figura 2). Resultados similares fueron encontrados en frutos de pimienta envasados en películas plásticas de baja densidad (González y Tiznado, 1993). Además, el tratamiento de MJ + EIPT disminuyó considerablemente la permeabilidad de la cutícula (Cuadro 3) y al parecer la menor pérdida de peso observada en estos productos podría estar relacionada con la menor permeabilidad de la cutícula. Esto coincide con los resultados encontrados por Wang y Buta (1994), donde ellos reportan que el MJ provoca el cierre de estomas, trayendo consigo una reducción en la pérdida de peso. Se ha observado que la vida de anaquel y calidad de muchos productos hortícolas dependen de la pérdida de peso. Se ha reportado que una pérdida de

peso de entre 6-8%, puede afectar negativamente la firmeza y la calidad del producto (Lurie y col., 1986). En el presente estudio, los frutos almacenados durante 10 días a 6°C + 2 días a 20°C cumplieron con este parámetro de calidad. Sin embargo, después de 20 días de almacenamiento a 6°C + 2 días a 20°C, el único tratamiento que presentó una pérdida de peso mayor al 6% fueron los frutos tratados con MJ y los frutos control del estado de madurez rojo.

En general, los frutos en estado de madurez verde, presentaron una pérdida de peso menor al 6%, siendo mucho menor para los frutos EIPT y MJ + EIPT, los cuales presentaron un 1,5% después de 20 días a 6°C. Se observó el mismo comportamiento en los frutos en estado de madurez rojo.

La pérdida de agua debida a la transpiración puede ser afectada por el estado de madurez del fruto. En general los frutos climatéricos incrementan su respiración en etapas tempranas de maduración, como es el caso de los frutos de manzana. Sin embargo, otros frutos pueden tener diferentes patrones y estos pueden deber-

CUADRO 3. Efecto de la aplicación de MJ solo o en combinación con el envasado individual en la permeabilidad de la cutícula ($\text{mg H}_2\text{O}/\text{cm}^2$) en frutos de chile pimienta, almacenado 20 días a 6°C + 2 días a 20°C.

TABLE 3. Effect of the application of MJ and individual wrapping and a combination of both in cuticle permeability in pepper fruit stored for 20 days at 6°C plus 2 days at 20°C.

Días de almacenamiento	Permeabilidad de cutícula ($\text{mg H}_2\text{O}/\text{cm}^2$)	
	10 a 6°C + 2 a 20°C	20 a 6°C + 2 a 20°C
<i>Verde</i>		
Control	0,0061b*	0,0130a
EIPT	0,0082b	0,0053a
MJ	0,0039b	0,0044a
MJ + EIPT	0,0032b	0,0041a
<i>Rojos</i>		
Control	0,0171a	0,0143a
EIPT	0,0154a	0,0074a
MJ	0,0096b	0,0074a
MJ + EIPT	0,0047b	0,0069a

*Medias con la misma letra en columnas son iguales estadísticamente (Tukey $\mu=0,05$).

La permeabilidad inicial de los frutos verdes y rojos fueron de 0,004 y 0,005, respectivamente.

se principalmente a la estructura de su pared celular. Por ejemplo, frutos con pared celular más compacta sufren una menor transpiración (Phan *et al*, 1975).

González *et al.*, (2003), reportan una rápida acumulación de CO₂ en el interior de los envases plásticos conteniendo papaya durante el almacenamiento a 10°C. Sin embargo, en ese estudio no se presentó el desarrollo de olores desagradables o pérdida de sabor a pesar de las concentraciones de CO₂ alcanzadas.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, la aplicación de MJ y el envasado individual en películas termocogibles pueden ser usados para reducir el daño por frío y prolongar la vida de anaquel de chiles pimiento en estado de madurez verde y rojo. La combinación de MJ + EIPT fue el tratamiento más efectivo después de 20 días a 6°C, seguido del MJ y EIPT, donde el último es más efectivo en la reducción de la pérdida de peso, pero no en reducir el DF después de 20 días a 6°C. El tratamiento de la combinación de MJ + EIPT disminuyó el DF, la pérdida de peso y prolongó la vida de anaquel por 5 días comparados con los frutos control.

LITERATURA CITADA

- BÁEZ, R. 1991. Cambios Fisiológicos Asociados a la Maduración y Senescencia de Mandarina Clementina (*Citrus clementina* Hort. Ex. Tanaka). Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. pp. 209-211.
- BARKAI-GOLAN, R. 1981. An annotated check-list of fungi causing postharvest diseases of fruit and vegetables in Israel. AROSPEC. PUBL. 194, 36 pp. Volcani Centre, Bet Dagan.
- BRAMLAGE, W.J., and MEIR, S. 1990. Chilling injury of crops of temperate origin. In Chilling injury of horticultural crops. Edited by C.Y. Wang. CRC Press, Unc. Boca Raton, FL. pp. 37-49.
- BUTA, J.G. and MOLINE, H. E. 1998. Methyl jasmonate extends shelf life and reduces microbial contamination of fresh-cut celery and peppers. *J. Agric. Food Chem.* 46: 1253-1256.
- FORNEY, C.Y. and LIPTON, W.J. 1990. Influence of controlled atmosphere and packaging on chilling sensitivity. In: C.Y. Wang (Eds), Chilling Injury of horticultural Crops. CRC Press, Boca Raton, Fla., pp. 257-268.
- FREEMAN, B., ALBRIGO, L.G. and BIGGS, R.H. 1979. Ultrastructure and Chemistry of Cuticular Waxes of Developing Citrus Leaves and Fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(6): 801-808.
- GONZÁLEZ, G. and TIZNADO, M. 1993. Postharvest physiology of bell peppers stored in low density polyethylene bags. *Lebensm-Wiss. U. Technol.* 26(5): 450-455.
- GONZALEZ-AGUILAR, G.A., GAYOSSO, L., CRUZ, R., FORTIZ, J., BAEZ, R. and C.Y. WANG. 2000a. Polyamines induced by hot water treatment reduce chilling injury and decay of pepper fruit. *Postharv. Biol. and Tech.* Vol. 18(1): 19-26.
- GONZALEZ-AGUILAR, G.A., FORTIZ, J., CRUZ, R., BAEZ, R. and C.Y. WANG. 2000b. Methyl jasmonate reduces chilling injury and improves postharvest quality of mango fruit. *J. Agric. and Food. Chem.* 48(2): 515-519.
- GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A., BUTA J. G. and WANG, C. Y. 2003. Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya 'Sunrise'. *Postharv. Biol. Technol.* 28: 361-370.
- GÓMEZ-CRUZ, M.A. and SCHWENTESIUS-RINDERMANN, R. 1997. Competitividad de la Producción Hortícola Mexicana en el Mercado Norteamericano. Tendencias a tres años del TLC. CUESTAAM Programa Interdisciplinario Integración Agricultura Industria, prepared for delivery at the 1997 Meeting of the Latin American Studies Association LASA 97. XX International Congress, Guadalajara, Jal., México, april 17-19, pp. 123-131.
- HARDENBURG, R.E., WATADA, A.E., and WANG, C.Y. 1986. The Commercial Storage of fruits Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. pp. 23-25, U.S. Department of Agriculture, USA.
- LAZAN, H., ALI, SM. and SIM, W.C. 1990. Retardation of ripening and development

- of water stress in papaya fruit seal-package with polyethylene film. *Acta Hort.* 269: 345-358.
- LURIE, S. SHAPIRO, B. and BEN-YEHOSHUA, S. 1986. Effects of water stress and degree of ripeness on rate of senescence of harvested bell peppers fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111: 880-885.
- MEIR, S., ROSENBERGER, I., AHARON, Z., GRINBERG, S. and FALLIK, E. 1995. Improvement of the postharvest keeping quality and color development of bell pepper (cv. "Maor") by packaging with polyethylene bags at a reduced temperature. *Postharv. Biol. Technol.* 5: 303-309.
- MEIR, S., PHILOSOPH-HADAS, S., LURIE, S., DROBY, S., AKERMAN, M., ZAUBERMAN, G., SHAPIRO, B., COHEN, E. and FUCHS, Y. 1996. Reduction of chilling injury in stored avocado, grapefruit, and bell pepper by methyl jasmonate. *Can J. Bot.* pp. 74: 870-874.
- MOLINE, H. E., BUTA, J.G. and SAFTNER, R.A. 1997. Comparison of three volatile natural products for the reduction of postharvest decay in Strawberries. *Advances in Strawberry Research.* 16: 43-48.
- PAULL, R. 1990. Chilling injury in crops of tropical and subtropical origin. In: Wang, C.Y. (Ed), *Chilling Injury of Horticultural Crops.* CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 7-36.
- PHAN, C.T., PANTASTICO, E.R. B., OGATA, K. and CHACHIN, K. 1975. Respiration and respiratory climateric. Pages 86-102. In: *Post Harvest Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables.* (3rd ed.) E.R. B. Pantastico (Ed.), Avi Publishing Company, Connecticut.
- RYAN, C.A. 1992. The search for the proteinase inhibitor-inducing factor, PIIF. *Plant Mol. Biol.* 19: 123-133.
- WANG, C.Y. 1994. Combined treatment of the heat shock and low temperature conditioning reduces chilling injury in zucchini squash. *Postharv. Biol. and Technol.* 4:5-73.
- WANG, C.Y. 1991. Effect of abscisic acid on chilling injury of zucchini squash. *J. Plant Growth Regul.* 10: 101-105.
- WANG, C.Y. 1993. Approaches to reduce chilling injury of fruits and vegetables. *Hort. Rev.* 15: 63-132.
- WANG, C.Y. and BUTA, J.G. 1994. Methyl jasmonate reduces chilling injury in *Cucurbita pepo* through its regulation of abscisic acid and polyamine levels. *Environ. Exp. Bot.* pp. 43: 427-432.
- ZAGORY, D., KERBEL, E.L. and KADER, A.A. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Rev. Food Sci. Nutr.* 28(1): 1-30.

NOTAS TÉCNICAS

TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y GASEOSOS POSTCOSECHA PARA PRESERVAR LA CALIDAD DEL ALBARICOQUE FRESCO

Post harvest heat and modified atmosphere treatments to preserve the quality of fresh apricots

FRANCISCO ARTES CALERO

Presidente de la Comisión Ciencia e Ingeniería de Alimentos del Instituto Internacional del Frío.
Catedrático del Área de Tecnología de Alimentos de la Universidad Politécnica de Cartagena.
Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena. Murcia. España. E-mail: fr.artes@upct.es

RESUMEN

El consumidor juzga la calidad del albaricoque (damasco) fresco fundamentalmente por su apariencia (lozanía y ausencia de defectos), color típico de la madurez, firmeza, aroma y sabor (elevados sólidos solubles y relativa baja acidez). En esta revisión se ofrecen valores idóneos para algunos de estos importantes atributos de calidad y se examina la aplicación de la refrigeración y atmósferas controladas o modificadas para preservarlas sin generar residuos. Se ha constatado que el albaricoque es muy perecedero por su elevada intensidad metabólica y emisión de etileno y por su susceptibilidad a desórdenes fisiológicos (marchitamiento, pardeamiento interno y translucencia), a daños mecánicos y a alteraciones fúngicas (con mayor frecuencia se han identificado los géneros *Penicilium*, *Alternaria*, *Monilia*, *Cladosporium*, *Botrytis*, *Aspergillus* y *Rhizopus*), admitiendo un almacenamiento de 2 a 3 semanas a 0/1 °C y 90-95% HR. Estas condiciones permiten organizar en España la expedición, transporte y distribución de variedades precoces y de media estación ("Clases", "Búlida", "Canino", "Mauricio", etc), almacenar algunas variedades tardías ("Pepito" y "Real Fino") para prolongar la comercialización en fresco o la industrialización, y regularizar el aprovisionamiento de la industria transformadora ("Búlida" y "Real Fino").

La conservación del albaricoque en atmósfera controlada del 4-5% O₂ y 1-2% CO₂ ha permitido la conservación a 0/1 °C y 95% HR de la variedad "Búlida" hasta 21 días, con pérdidas totales del 5%. La conservación en atmósfera modificada, resultó muy eficaz y económica para mejorar la calidad organoléptica respecto a la refrigeración en aire. Destacan los resultados obtenidos con polipropileno estándar en "Búlida" y "Real Fino" durante 15 días a 0/1 °C, en atmósferas del 5-10% O₂ y 10-15% CO₂, seguidos de 3 días de comercialización a 20°C y 75% HR. Finalmente se ofrecen algunas recomendaciones prácticas sobre su producción (uso de riego deficitario controlado), manipulación y acondicionamiento.

PALABRAS CLAVE: damasco, atmósfera controlada, atmósfera modificada.

ABSTRACT

Consumers judge apricots quality, basically based on its appearance (freshness and lack of defects), typical ripe color, firmness, flavor and taste (high level of soluble solids and relative low acidity). This review offers adequate values for some of these important quality attributes. Also, the use of refrigeration and controlled or modified atmospheres application to preserve them without residues production, are examined.

Apricots are very perishable fruits due to its high metabolic activity and ethylene production, its susceptibility to physiological alterations (wilting, internal browning and translucence), to mechanical and fungus damage (mainly *Penicillium*, *Alternaria*, *Monilia*, *Cladosporium*, *Botrytis*, *Aspergillus* and *Rhizopus*) were identified, allowing 2 or 3 weeks of storage at 0/1 °C and 90-95% RHH.

In Spain, this conditions allow to organize delivery, transportation and distribution of early and middle-season varieties (Clases, Búlida, Canino, Mauricio, etc.), to stock up some late season varieties (Pepito and Real Fino), to extend the commercialization period of fresh and preserved fruits and regulate the supply to the fruit industry (Búlida and Real Fino).

The preservation of apricot under controlled atmosphere, 4-5 % O₂ and 1-2 % CO₂, allowed the storage at 0/1 °C and 95% HR of the Bulida variety, up to 21 days with 5% total losses. Storage of apricots in controlled atmospheres was very efficient and economical to improve the organoleptic quality as compared to traditional cold storage.

Storage in standard polipropilene for Búlida and Real Fino for 15 days at 0/1 °C, with 5-10% O₂ and 10-15% CO₂ atmospheres and 3 days of shelf life at 20 °C and 75% RH where very outstanding.

Finally, some practical recommendations about its production (controlled reduced irrigation), handling and conditioning are offered.

KEY WORDS: apricot, controlled atmospheres, modified atmospheres.

INTRODUCCIÓN

El principal factor a tener en cuenta para aumentar el consumo de frutos frescos es mejorar la calidad de la oferta. La apariencia visual (lozanía y ausencia de defectos), la firmeza al tacto y al masticar, el color uniforme típico de la madurez y el aroma y sabor característicos, son los atributos más importantes que considera el

consumidor para juzgar la calidad de la fruta fresca y de los albaricoques en particular.

En Europa, la recolección del albaricoque se concentra en unas pocas semanas, en época de muy elevadas temperaturas (desde mayo hasta julio), lo que supone un serio inconveniente para su manipulación y comercialización. En la Región de Murcia, en España, la cosecha comienza con las variedades denominadas "Clases" y "Mauricio"; hacia el 10 al 15 de mayo, que continúa con la "Búlida", mientras los "Pepitos" se recolectan desde el comienzo hasta mediados de junio, y finaliza con la variedad "Real Fino" en los primeros días de julio.

La conservación refrigerada del albaricoque resulta imprescindible para satisfacer las demandas del mercado, más orientado hacia el consumo en fresco que a la conserva o congelado, ya que es el único método que permite preservar su calidad organoléptica original, evitar la deshidratación y controlar el desarrollo de alteraciones fúngicas y fisiológicas, sin generar residuos perjudiciales para el hombre o el medio ambiente.

El albaricoque es un fruto que evoluciona muy rápidamente en la maduración asociada con el climaterio respiratorio y la producción auto catalítica de etileno, pasando en pocos días, de inmaduro a senescente, tanto en el árbol como después de recolectado (Amorós et al, 1989, Artés et al., 1999). Los niveles de C₂H₄ endógeno en el fruto son elevados, con rangos entre 4 y 60 ppm según la variedad. Presenta muy elevadas intensidad metabólica y tasa respiratoria (hasta 325 mg CO₂/kg/h a 20 °C en "Búlida"), así como una moderada emisión de etileno (hasta 16 µL C₂H₄/kg/h en el máximo climatérico a 20 °C en "Búlida" (Cuadro 1). Estos valores son los más elevados entre la fruta de hueso, y junto a su sensibilidad a los daños mecánicos, dificultan notablemente los tratamientos post recolección y su supervivencia comercial; tolerando sólo un almacenamiento de 2 a 3 semanas a 0 °C.

En la tecnología post recolección del albaricoque es necesario conocer la eleva-

CUADRO 1. Actividad respiratoria, calor desprendido durante la respiración y emisión de etileno del albaricoque a diversas temperaturas, en cv "Búlida".

TABLE 1. Respiratory activity, heat produced by respiration and ethylene production from Búlida cv fruits under different temperatures.

Parámetro	Temperatura (°C)				
	0	5	10	15	20
Actividad respiratoria(mgCO ₂ /kg.h)	35-110*	45-135	55-165	65-195	80-325
Calor desprendido en la respiración (kJ/Tn. día)	525-1650*	675-2000	825-2500	1000-3000	1200-4875
Emisión de etileno µL C ₂ H ₄ / kg.h)	0,01-0,03*	0,02-0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-16

*Los valores más elevados corresponden al máximo climatérico.

Fuente: Kader, 1992 y Artés, 2001.

da energía liberada en la respiración bajo forma de calor, ya que debe considerarse adecuadamente al calcular los balances de necesidades frigoríficas en prerrefrigeración y refrigeración y las exigencias de recirculación y renovación de aire, cuando se proyecta una nueva instalación. Igualmente debe tenerse en cuenta para mantener la temperatura y composición de la atmósfera idónea y homogénea de conservación.

Esta información debe aplicarse correctamente para determinar las condiciones óptimas de conservación de los frutos, incluyendo las técnicas que recurren a la modificación de la atmósfera de conservación, así como para decidir la conveniencia o no de utilizar determinados coadyuvantes tecnológicos para mejorar la supervivencia comercial del albaricoque, como por ejemplo la técnica de renovación continua del aire, frente a los eliminadores de etileno en la conservación y el transporte frigorífico del albaricoque. Por otra parte, si el CO₂ producido en la respiración del albaricoque alcanza niveles del 2% en el aire de la cámara puede producir alteraciones con pardeamientos y descomposición de tejidos, acumulación de productos metabólicos perjudiciales y falta de sabor (Artés, 1995 y 2000a).

Por cuanto antecede, el albaricoque debe tratarse cuidadosamente, aplicando las técnicas que mejor permitan evitar su

deterioro entre la recolección y el consumo. Se recomienda su conservación a 0 °C (su punto de congelación es de -1,5°C), ya que no es sensible a los daños por el frío, y el 90-95% HR (Artés, 1987; Palazón, 1994). Las exigencias de almacenamiento frigorífico se limitan a las necesidades de la exportación de variedades tempranas y de media estación (regulación de los mercados, transporte y distribución), a regular el aprovisionamiento de las industrias transformadoras con variedades de media estación y tardías, y a almacenar alguna variedad tardía para prolongar la comercialización o la campaña de industrialización.

La recolección sólo debe realizarse cuando los frutos hayan alcanzado una adecuada madurez fisiológica, ligada al calibre y al color (Artés et al., 1999 y Balla et al., 1999) que permita que, tras el tratamiento, logren la madurez comercial idónea. Para la variedad "Búlida", destinada a la exportación, debe efectuarse con un inicio de color típico y unos 6 a 7 días antes de su óptimo de madurez de consumo, que sucede sobre los 80 días desde la plena floración (Artés et al., 1999). Conviene efectuar la recolección escalonada y considerar que si el albaricoque madura en el árbol, se obtiene mayor tamaño y mejores rendimientos, lo que puede compensar los menores precios al retrasar algo la cosecha. En el Cuadro 2 se recogen los

CUADRO 2. Atributos de calidad considerados buenos y óptimos para consumo en fresco de diversas variedades españolas y francesas de albaricoque.

TABLE 2. Quality attributes considered good and best for fresh consumption of different french and spanish varieties of apricot fruits.

Variedades Atributos de calidad	Búlida		Real fino		Canino		Francesas	
	Buena	Óptimo	Buena	Óptimo	Buena	Óptimo	Buena	Óptimo
Sólidos solubles (°B)	9,5	12	9	11,5	9,5	13	>11	>13
Acidez (meq/L)	225	175	230	185	275	215	150	115
Firmeza (N)	15	10	<20	10	<20	12	<30	<10
(kg)	5,5	4	5,5	4	5,5	4,5	5,5	5

Fuente: Artés, 1987 y 2000b; Souty *et al.*, 1990; Valcárcel *et al.*, 1998.

valores recomendados para el consumo de diferentes variedades de albaricoque.

TÉCNICAS FRIGORÍFICAS CONVENCIONALES E INNOVADORAS APLICABLES EN LA CONSERVACIÓN DEL ALBARICOQUE

Los tratamientos frigoríficos que recibe el albaricoque en su comercialización incluyen la prerrefrigeración por aire frío forzado (no son adecuados el hidrogenamiento, el empleo de hielo, ni el vacío parcial), la refrigeración convencional en aire, la conservación en atmósfera controlada (AC) o el envasado en atmósfera modificada (EAM), todavía muy poco usuales, el transporte frigorífico y la distribución comercial a través de plataformas logísticas.

La prerrefrigeración resulta indispensable para frenar su metabolismo, con la ventaja de poder recolectar los frutos más cerca de la madurez de consumo, con sus cualidades gustativas bien desarrolladas. Antes de pasar por la línea de manipulación, es indispensable enfriar rápidamente los albaricoques para lograr una buena calidad. Si se van a destinar directamente a conservación, debe alcanzarse cuanto antes en el mesocarpo del fruto 0 °C (óptima de almacenamiento), pero si se destina a expedición inmediata, resulta conveniente prerrefrigerar hasta 10-12 °C (para evitar excesivas condensaciones) y, des-

pués del acondicionamiento y paletizado, culminar la (prerrefrigeración hasta 0 °C para el imprescindible transporte frigorífico y distribución, que debe realizarse a dicha temperatura (Artés, 1987, 2000b y 2001; Kader, 1990).

En España, el albaricoque para consumo en fresco sólo suele conservarse unas 2 semanas como máximo, para regularizar la comercialización y durante el transporte frigorífico y distribución comercial. Recientemente se ha avanzado mucho en la mejora varietal (Egea *et al.*, 1994) y, sobre todo, en la obtención de nuevas variedades tardías (Egea, comunicación personal), cuya conservación frigorífica presenta un gran interés. Es más frecuente conservar el destinado a transformación industrial (aunque casi nunca alcanza las 3 semanas), para asegurar, regularizar y, en su caso prolongar, el funcionamiento de las líneas de fabricación.

Las condiciones óptimas de conservación dependen de la variedad, estado de madurez, condiciones nutritivas y edafoclimáticas durante el cultivo, calidad intrínseca, sensibilidad al CO₂, O₂ y C₂H₄, HR, envase-embalaje y duración de la conservación. Para las variedades de la Comunidad de Aragón (España), las recomendaciones son -0,5 a 0 °C, 90% HR y 1 a 2 semanas de duración (Palazón, 1994), mientras que para las variedades de la Región de Murcia "Búlida", "Mauricio", "Pepito" y "Real Fino" consideramos idó-

neas 0 °C, 90-95% HR y una duración de 2 a 3 semanas, con intensa renovación de aire (Artes, 1987). En nuestra opinión es preferible aplicar la técnica de aire continuo, por la que se va renovando permanentemente el aire de la cámara de conservación, para evitar una excesiva acumulación de CO₂ (inferior al 0,5%) y de etileno (inferior a 2 ppm).

TÉCNICAS DE MODIFICACIÓN DE LA ATMÓSFERA EN LA CONSERVACIÓN FRIGORÍFICA DEL ALBARICOQUE

La conservación en AC consiste en regular bajo control, mediante cámaras estancas e instalaciones y equipos adecuados, la composición de la atmósfera que rodea al producto bajo refrigeración a temperatura óptima. Esencialmente se empobrece en O₂ y se enriquece en CO₂ respecto del aire, generando condiciones más favorables para la supervivencia del fruto. Su aplicación se está extendiendo progresivamente también al transporte, utilizando contenedores frigoríficos autónomos "reefer", de cierre, hermético, dotados con equipos estabilizadores de la atmósfera, aunque su coste resulta elevado.

Por su parte, el EAM consiste en envasar herméticamente los albaricoques refrigerados en una película plástica, relativa y selectivamente permeable a los gases, para conseguir durante la conservación una atmósfera alrededor del producto, empobrecida en O₂ y enriquecida en CO₂ y vapor de H₂O respecto del aire. Es una técnica flexible, barata y aplicable a pequeña y mediana escala (desde unidades con fracciones de kg hasta pallets completos), y permite obtener los beneficios de la AC utilizando las cámaras frigoríficas convencionales y/o el transporte refrigerado convencional (Artés, 2000a y 2001).

Las técnicas AC y EAM con niveles de O₂ inferiores al 8%, y/o los de CO₂ superiores al 1% reducen la sensibilidad del albaricoque al ablandamiento y senescencia provocados por el C₂H₄, así como mitigan el pardeamiento enzimático y mantienen mejor el color y el contenido en vitaminas. Igualmente permiten la recolec-

ción de los frutos algo más maduros, con una calidad organoléptica superior. También pueden tener un efecto directo y/o indirecto sobre los microorganismos y, por consiguiente, sobre la incidencia y severidad de las podredumbres postrecolección. Por ejemplo, las concentraciones de CO₂ del 10% y superiores inhiben el desarrollo de *Botrytis sp.* (Artés, 2000b).

Además de reducir las pérdidas de peso, el EAM favorece el aspecto sanitario al limitar la contaminación normal y la cruzada, los riesgos de abrasiones y daños superficiales y de la propagación de podredumbres, y facilita la identificación de la marca y, por tanto, su expansión comercial. Con ello se pueden reducir pérdidas cuantitativas y cualitativas, lo que conduce a una mayor calidad del albaricoque, y a un aumento de su vida comercial respecto al conservado en aire (Artés, 2000b).

Sin embargo, existen riesgos de que se produzcan condensaciones de agua en el interior del envase, si no se mantiene constante la temperatura de conservación, con el consiguiente riesgo de favorecer el desarrollo de hongos. Además, el mantenimiento del albaricoque bajo niveles de O₂ o de CO₂ fuera de sus límites de tolerancia, que varían con la temperatura y las proporciones relativas de ambos gases, origina sabores extraños y otros desórdenes fisiológicos. La concentración máxima de CO₂ admisible por el albaricoque en AC o EAM se sitúa sobre el 10%, aunque depende de la temperatura y del nivel de O₂. En concreto, a 0°C suele ser sensible a concentraciones de O₂ inferiores al 2-3% y de CO₂ superiores al 5%, según las particularidades de los frutos, además de que la sensibilidad al CO₂ suele aumentar al aumentar la temperatura y al disminuir la concentración de O₂ (Kader, 1990; Artés, 2001).

Como ejemplo de alteraciones, se ha descrito el desarrollo de manchas en albaricoque "Búlida" conservado 2 semanas a 10°C bajo 5-6% O₂ y 20-22% CO₂ (Pretel et al., 1990). Las concentraciones de O₂ inferiores al 10% y de CO₂ superiores al 14% en "Búlida" y en las variedades francesas "Beliana", "Rouge du Rousillon" y

“Polonais”, deben evitarse cuando se conservan a una temperatura elevada (10°C), porque inducen una excesiva acumulación de etanol en los frutos, que provoca alteraciones del sabor (Pretel et al., 2000).

Se ha constatado (Artés, 1987) que una AC del 4-5% O₂ y 1-3% CO₂ a 0-1°C y 95-99% HR conservó adecuadamente durante 3 semanas la calidad de los albaricoques “Búlida” y “Real Fino” (Cuadro 3), y aumentó su supervivencia comercial respecto a los frutos conservados en atmósfera de aire (Cuadro 3).

Por su parte, mediante EAM de composición 5% O₂ y 10 al 15% CO₂ mantenida durante 2 a 3 semanas a 0 °C, se preservó también satisfactoriamente la calidad en albaricoques “Búlida” y “Real Fino” (Cuadro 3) con mejor supervivencia comercial respecto a los testigos en aire (Artés, 2001).

Se han realizado unos ensayos preliminares con envolturas individuales de PVC sobre frutos de “Real Fino” con resultados favorables (Cuadro 3), pero con muy escasa posibilidad de aplicación industrial por su elevado coste (Artés, 1987).

Como ejemplo de la generación y estabilización de la atmósfera de conservación del albaricoque en EAM, se recogen en la

Figura 1 los resultados obtenidos con “Búlida” maduro, envasado en polipropileno biorientado (PPB) de 35 µm conservado a 0/1°C durante 2 semanas (Artés, 2001).

Es imprescindible conocer bien las características de difusión de los gases a través de los polímeros plásticos, a las temperaturas reales de utilización, para diseñar y aplicar correctamente el EAM. Por ello hemos determinado la permeabilidad, el coeficiente de selectividad y la energía de activación entre 2 y 20°C de diversas películas utilizables en el EAM del albaricoque (Artés y Martínez, 1998).

En cuanto al transporte frigorífico del albaricoque en EAM, en España todavía no se ha llevado a cabo estudios que conozcamos sobre esta práctica industrial. Las recomendaciones en USA son 0 a 5 °C y atmósferas del 2-3% O₂ y 2-3% CO₂ (Kader, 1990).

ALTERACIONES FISIOLÓGICAS DEL ALBARICOQUE DURANTE LA CONSERVACIÓN FRIGORÍFICA Y SU CONTROL

Entre los desórdenes fisiológicos más comunes durante la conservación frigorífica del albaricoque, se encuentran los que se describen seguidamente.

CUADRO 3. Resultados de algunas experiencias de conservación en atmósfera controlada y envasado en atmósfera modificada de albaricoque.

TABLE 3. Results of some storage experiences of apricot fruits stored in controlled atmosphere and packed in modified atmospheres.

Variedad	Temp. (°C)	HR (%)	Almacenamiento (días)	Destino	O ₂ /CO ₂ (%)	Atmósfera controlada o modificada	Pérdidas totales* (%)
Búlida	0-1	95-99	21	Fresco/Industria	4-5/1-2	AC	5
Real fino	1-2	95-99	28	Industria	4-5/3	AC	4
Real fino	1	95	21	Fresco	18-19/2-3	Envasado individual (PVC 15µm)	4
Real fino	0-1	95	14	Fresco	5-10/10-15	EAM PPS 20 µm	4
Búlida	0-1	95	14	Fresco	5-7/10-15	EAM PPB 35 µm	5

*Incluye deshidratación y podredumbres.

Fuente: Artés, 1987 y 2001.

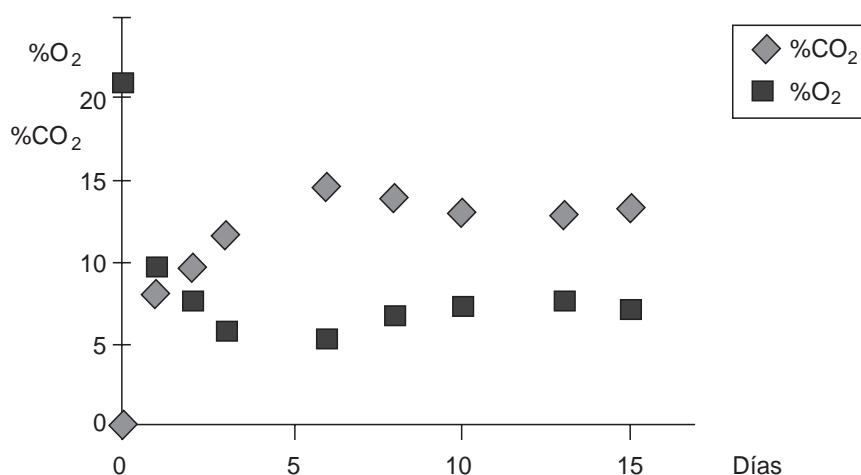


FIGURA 1. Evolución de la composición gaseosa en el interior de envases de polipropileno biorientado de 35 μm de espesor, conteniendo albaricoques "Búlida" durante 15 días a 0/1°C.

FIGURE 1. Evolution of the gas composition inside bioriented polypropylene bags (35 μm thickness) containing Búlida cv apricot fruits for up to 15 days at 0-1°C.

Fuente: Artés. 2001.

Marchitamiento

Se manifiesta como un arrugamiento de la piel que, conforme se intensifica con la deshidratación y senescencia, se acompaña de un ligero pardeamiento (escaldadura) superficial. Los síntomas comienzan a ser apreciables a partir del 4-5% de pérdida de peso, hasta quedar no comercializable si la deshidratación alcanza el 8% (Artés, 2001).

Recientemente se ha observado que con estrategias de riego deficitario controlado, aplicadas mediante sistemas de riego localizado, las pérdidas por deshidratación del albaricoque durante la conservación a 1°C en aire y en la comercialización posterior, son inferiores a las de los testigos bajo riego convencional, e incluso se reducen los ataques fúngicos. Ello se atribuye a que en los frutos así cultivados se frena la maduración y se reduce la formación de micro fisuras de la epidermis, responsables de una mayor permeabilidad al vapor de agua (Pérez-Pastor et al., 2002). El exceso de agua en las semanas que preceden a la recolección, puede ser nefasto ya que el fruto no adquiere la plenitud de sus atributos organolépticos y se pueden produ-

cir micro fisuras en la epidermis, más acentuadas con primaveras frías, deficiencias en la división celular y una disminución en el grosor de la cutícula (Herrero y Guardia, 1992 y Crisosto et al., 1994, citados por Pérez-Pastor et al., 2002).

Pardeamiento interno

Todas las variedades españolas que hemos estudiado son sensibles a este desorden. Consiste en un pardeamiento de la pulpa que se inicia en las zonas de inserción del hueso y se extiende lentamente a toda la concavidad de la pulpa, provocado por la actividad de la enzima polifenol oxidasa sobre los abundantes substratos fenólicos del albaricoque.

Suele aparecer al cabo de unas 2 semanas de conservación, particularmente entre 2 y 5 °C y se agrava al aumentar la temperatura y al prolongar la conservación.

Translucencia

Se manifiesta como una apariencia translúcida del mesocarpo que suele adquirir progresivamente aspecto gelatino-

so. Puede aparecer en el campo, pero se desarrolla con mucha mayor frecuencia en la postrecolección, agravándose al prolongar el almacenamiento frigorífico, sobre todo si supera las 3 semanas. Su etiología es aún desconocida, pero pensamos que parece estar ligada a procesos de senescencia.

Control de las alteraciones fisiológicas

Para reducir los riesgos de las alteraciones fisiológicas descritas, como recomendación general, se debe evitar la recolección tardía y en horas muy tempranas de la mañana, para evitar condensaciones sobre los frutos. Igualmente se debe prerrefrigerar inmediatamente tras la recolección, y conservar y comercializar a 0/1 °C y 90-95% HR con adecuada ventilación (Artes, 2001).

Así, el marchitamiento se reduce con la prerrefrigeración de los frutos, manipulándolos a moderada temperatura y man-

teniéndolos bajo condiciones óptimas de refrigeración desde la recolección hasta la distribución y consumo.

Se ha constatado que las AC o el EAM con moderadas concentraciones de O₂ (5 al 10%) y de CO₂ (10 al 15%) retrasa la aparición de las referidas alteraciones e inhiben o al menos reducen su intensidad o gravedad (Artes, 2001). Un ejemplo de la eficacia del EAM para frenar el ablandamiento de los albaricoques "Búlida" conservados 2 y 3 semanas a 0/1 °C bajo atmósferas del 3-5% O₂ y 10-12% CO₂ generadas y estabilizadas con diferentes polipropilenos (PP), se recoge en la Figura 2 (Urban y Artes, 1995).

En la variedad "Canino" cultivada en Israel, para reducir la translucencia se ha recomendado pulverizar con 100 ppm de giberelina 2 a 3 semanas antes de recolectar, y aplicar concentraciones del 3% O₂ y superiores al 10% de CO₂ a 0 °C, para prolongar hasta 6 semanas su supervivencia comercial (Weksler, et al., 2001).

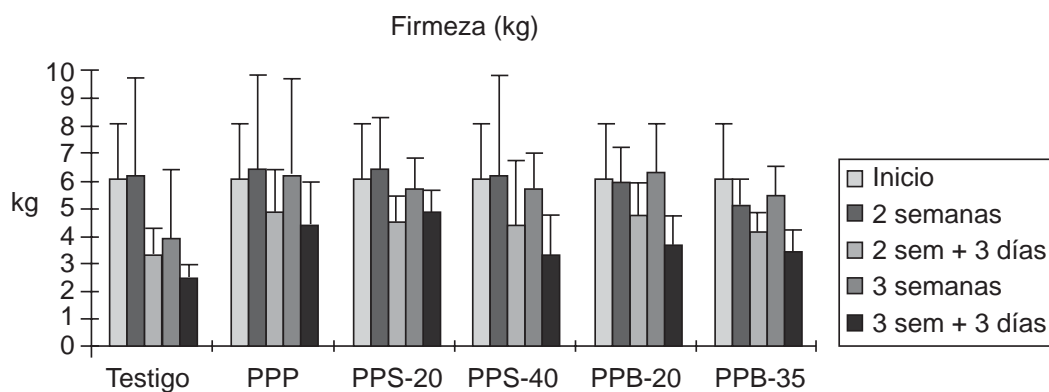


FIGURA 2. Evolución de la firmeza (penetrómetro Fruit Tester) en albaricoque "Búlida" conservado 2 y 3 semanas a 0/1 °C y 90% HR en aire (Testigo y PPP) y atmósferas modificadas de 3-6% O₂ y 10-15% CO₂ generadas mediante diversos polímeros plásticos (PPS y PPB), seguidas de 3 días en aire a 20 °C y 60-70% HR. PPP= polipropileno perforado; PPS 20 y 40= polipropileno estándar de 20 ó 40 µm de espesor; PPB 20 y 35= polipropileno biorientado de 20 ó 35 µm. Las barras son la desviación estándar.

FIGURE 2. Evolution of firmness (Fruit Tester penetrometer) in Búlida cv apricot stored up 2 and 3 weeks at 0/1 °C and 90% RH in air (Control and PPP) and modified atmospheres of 3-6% O₂ and 10-15% CO₂ generated by different plastic polymers (PPS and PPB), followed by 3 days at 20 °C and 60-70% R H. PPP= perforated polypropylene; PPS 20 and 40= standard polypropylene of 20 or 40 µm thickness; PPB 20 and 35= bioriented polypropylene of 20-35 µm thickness. Bars are standard errors. Fuente: Urban y Artes, 1995.

Daños mecánicos

El albaricoque es muy sensible a los daños por impacto, compresión y abrasión o rozamiento, que perjudican la calidad visual y provocan heridas que facilitan la penetración subsiguiente de patógenos y el desarrollo de alteraciones fúngicas. Para evitarlos se debe reducir la abrasión durante el transporte, limitando las vibraciones mediante la suspensión neumática, e inmovilizar los frutos para impedirlos movimientos de cargas, reducir los impactos con una manipulación cuidadosa, emplear maquinaria que evite golpes en las líneas y, finalmente, utilizar la técnica EAM.

Se ha comprobado que mediante aportes regulares de agua antes de la recolección, se reducen los daños mecánicos y el consiguiente deterioro durante la conser-

vación en albaricoque "Búlida" sometido a riego deficitario controlado (Pérez-Pastor et al, 2002), como también sucede en las cerezas (Sekse, 1995).

Como innovación reciente para reducir los ataques fúngicos, las estrategias de riego deficitario controlado, citadas anteriormente, abren unas posibilidades interesantes, verificadas en albaricoque "Búlida", al restringir las microfisuras epidérmicas que facilitan la instalación y desarrollo de los patógenos (Pérez-Pastor et al., 2002).

ATAQUES FUNGICOS EN LA CONSERVACIÓN FRIGORÍFICA Y SU CONTROL

Géneros y especies más frecuentes

Los hongos que afectan a la fruta de hueso y en particular al albaricoque, pertenecen casi exclusivamente al orden

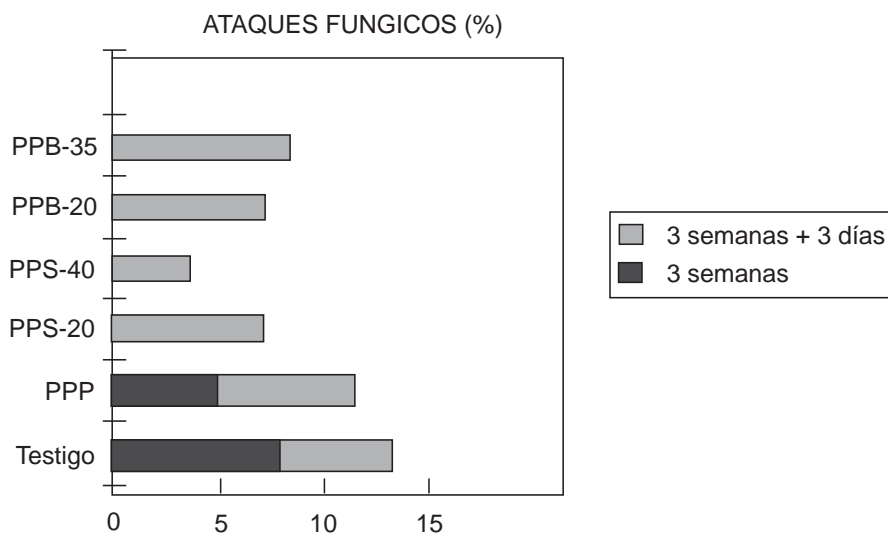


FIGURA 3. Pérdidas por podredumbres (% respecto al peso inicial) en albaricoque "Búlida" conservado 3 semanas a 0/1 °C, en aire (Testigo y PPP) y atmósferas del 3-5% O₂ y 10-12% CO₂ generadas mediante diversos polimeros, seguidas de 3 días en aire a 20 °C y 60-70% HR. PPP= polipropileno perforado; PPS 20 y 40= polipropileno estándar de 20 ó 40 µm de espesor; PPB 20 y 35= polipropileno biorientado de 20 ó 35 µm de espesor.

FIGURE 3. Rottenness losses (% of initial weight) of Bulida apricots stored 3 weeks at 0/1 °C in the air and controlled atmosphere (3-5% O₂ y 10-12% CO₂) generated by different plastic polymers, followed of 3 days in the air at 20 °C and 60-70% HR. PPP= Perforated polypropylene; PPS 20 and 40= standard polypropylene 20 or 40 µm thickness; PPB 20 and 35= bioriented polypropylene 20 or 35 µm thickness.

Fuente: Urban y Artes, 1995.

Moniliales, en particular *Penicillium expansum*, *Penicillium sp.*, *Alternaria tenuis*, *Monilia laxa*, *Cladosporium herbarum*, *Botrytis cinerea* y *Aspergillus niger* y, en menor medida, *Rhizopus nigricans*, *Cephalosporium sp.*, *Fusarium roseum* y *Nigrospora sp.*, (Artes, 2001; Palazón y Palazón, 1980; Pérez-Pastor et al. 2002)

La capacidad de fructificación y contaminación de dichas especies es muy alta, por lo que basta una pequeña herida (por las micro fisuras o daños mecánicos) surgida en el campo o en el almacén, durante el transporte o en la cámara frigorífica, para que se desencadene la infección. Además, su potencial enzimático es muy alto y tienen una gran polifagia, provocando un rápido avance de la podredumbre. La consistencia acuosa del albaricoque facilita la extensión de la infección al producir exudados azucarados que mojan los frutos y facilitan el desarrollo de los hongos, por lo que es muy frecuente la formación de "nidos" de podredumbre, que pueden afectar la totalidad de los frutos de un envase.

Control de los ataques fúngicos

Se debe evitar al máximo las lesiones en la recolección, usar embalajes adecuados, evitar movimientos bruscos de los frutos y manipular en líneas bien diseñadas, sin aristas ni caídas excesivas para evitar daños mecánicos. Además, es muy conveniente desinfectar con frecuencia los envases de campo, los pallets y cajas de conservación, las líneas de manipulación y las cámaras frigoríficas, efectuar una correcta prerrefrigeración, mantener la cadena de frío, evitar condensaciones de agua sobre los frutos y, muy excepcionalmente, realizar sobre el fruto algún tratamiento con fungicidas autorizados y a las dosis recomendadas.

Hemos comprobado que el EAM permite reducir las pérdidas por ataques fúngicos, como se recoge en la Figura 2 (Urban y Artés, 1995). El PP estándar más impermeable, con una composición próxima a 13% O₂ y 15% CO₂ ofreció el mejor resultado con un 4% de pérdidas totales.

No se produjeron diferencias significativas entre el PP estándar menos impermeable y los dos polipropileno biorientados, y los tres fueron mejores que la conservación bajo aire para evitar desarrollos de podredumbres. Los principales géneros causantes de alteración fueron *Penicillium spp* y *Monilia spp*.

Como innovación reciente para reducir los ataques fúngicos, las estrategias de riesgo deficitario controlado citadas anteriormente, abren unas posibilidades interesantes, verificadas en albaricoque "Búlida", al restringir las microfisuras epidérmicas que facilitan la instalación y desarrollo de los patógenos (Pérez-Pastor et al, 2002).

LITERATURA CITADA

- AMORÓS, A., SERRANO, M., RIQUELME, F. and ROMOJARO, F. 1989. Evolución de constituyentes químicos y de la emisión de etileno durante el desarrollo y maduración del albaricoque (*Prunus armeniaca* L. cv. Búlida). *Anal Edaf Agrobiol XLVIII*: 5-12: 940-50.
- ARTÉS, F. 1987. Refrigeración y comercialización hortofrutícola en la Región de Murcia. 2ª Edición. Edit CEBAS-CSIC. 150 p.
- ARTÉS, F. 1995. Innovaciones en los tratamientos físicos modulados para preservar la calidad de los productos hortofrutícolas en la postrecolección. III Tratamientos gaseosos. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 35(3): 247-269.
- ARTÉS, F. 2000a. Conservación de los productos vegetales en atmósfera modificada. En: *Aplicación del frío a los alimentos*. Editor: M. Lamúa. Editorial A. Madrid. Cap. 4. 105-25.
- ARTÉS, F. 2000b. Cualidades del albaricoque para su consumo en fresco o para conserva. Jornada técnica sobre La Cereza y el Albaricoque: Técnica y comercialización. Asociación Catalana de Organizaciones de Productores de Fruta. Serós. Leida. Marzo.
- ARTÉS, F. 2001. Conservación frigorífica y en atmósfera controlada y modificada del albaricoque. Jornadas del Albaricoque. Consejería de Agricultura de la Región de Murcia. Mula (Murcia). En prensa.

- ARTÉS, F. and MARTÍNEZ, J.A. 1998. Gas transmission characteristics of selected films for intact and minimally processed fruits and vegetables packaging. CIPA. Intern. Congo Plastics in Agriculture. Tel Aviv. Israel. Edit. S. Ben-Yehoshuna. 481-86.
- ARTÉS, F., MARÍN, J.G., RUÍZ, M.C., DOMINGO, R. PÉREZ-PASTOR, A. 1999. Caracterización del albaricoque "Búlida" durante el crecimiento y la maduración. *Actas Horticultura 3*: 185-90.
- BALLA, C.S., FEKETE, A. and FELFÖLDI, J. 1999. Physical methods for prediction of ripening of apricots. En: *Agri-Food Quality 11: Quality Management of Fruits and Vegetables*. Hagg, M., Ahvenainen, R., Evers, A.M., y Tiilikala, K. (Eds.). Cambridge, UK. 119-124.
- EGEA, J. GARCÍA, J.E. and BERENQUER, T. 1994. Variedades de albaricoquero. *Hortofruticultura 6*: 56-62.
- KADER, A.A. 1990. Modified atmospheres during transport and storage of fresh fruit and vegetables. Intern. Congo Food Technology Development. Murcia. 1: 149-163.
- KADER, A.A. 1992. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California. Pub. 3311, USA. 93-95.
- PALAZÓN, I. 1994. Aplicaciones del frío a la fruta de hueso. En: *Curso de Ingeniería y Aplicaciones del Frío a los Productos Hortofrutícolas*. EPSO-UPV. pág. 14 (policopiado).
- PALAZÓN C.F. and PALAZÓN, I.J. 1980. Las enfermedades de conservación de la fruta de hueso. *Información Técnica Económica Agraria 39*: 18-24.
- PÉREZ-PASTOR A., DOMINGO, R., MARTINEZ, JA, ARTES, F., MARIN, J.G., NORTES, PA and RUIZ-SÁNCHEZ, MC. 2002. Efecto del déficit hídrico sobre las características físicas del albaricoque durante su almacenamiento refrigerado. *Cong. CYTED*. Cartagena. Marzo. En prensa.
- PRETEL, M.T., SERRANO, M., MARTINEZ, C., RIQUELME, F. and ROMOJARO, F. 1990. Influencia de altas concentraciones de C O₂ y bajas concentraciones de O₃ en la conservación de albaricoque (*Prunus armeniaca*, L. cv. Búlida). *Actas Horticultura*.
- PRETEL, M.T., SOUTY, M. and ROMOJARO, F. 2000. Use of passive and active modified atmosphere packaging to prolong the post harvest life of three varieties of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Eur Food Res Technol* 211: 191-198.
- SEKSE, L., 1995. Cuticular fracturing in fruits of sweet cherry (*Prunus avium* L.) resulting from changing in soilwater contents. *J. Hortic. Sci.* 70(4): A631-635.
- SOUTY, M., AUDERGON, J.M. et CHAMBROY, Y. 1990. Abricot. Les critères de qualité. *L'Arboriculture Fruitière* 430: 16-24.
- URBAN, M.A. and ARTÉS, F. 1995. Aplicación de atmósferas modificadas en la conservación de albaricoque. EPSO-UPV. No publicado.
- VALCÁRCEL, G., RUIZ, M. VALERO, C. and BARREIRO, P. 1998. Parámetros de calidad organoléptica en albaricoque. *Fruticultura Profesional* 96: 112-117.
- WEKSLER, A., LURTE, S. and KOSTO, L. 2001. Extending storage of apricot. *Acta Horticulturae* 553: 669-670.