

EFFECTO DEL 1-METILCICLOPROPENO (1-MCP) SOBRE LA VIDA DE ANAQUEL Y CALIDAD DE MANGO PARA EXPORTACIÓN

EFFECT OF 1-METHYLCYCLOPROPENE (1-MCP) ON SHELF LIFE AND QUALITY OF EXPORTING MANGO

Jorge Alberto Osuna García^{1*}, J. A. Beltrán² y Mario A. Urías López¹

¹ Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Apdo. Postal No. 100. C.P. 63300 Santiago Ixcuintla, Nay., México. Tel y Fax: 01(323) 235-0710. Correo electrónico: josunaga@tepic.megared.net.mx ²AgroFresh Inc. 727 Norristown road. Springhouse PA 19477-0904. USA.

* Autor para correspondencia

RESUMEN

En este trabajo se evaluó el efecto del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) sobre la vida de anaquel y calidad de mango 'Kent' para exportación. Durante la temporada 2003 se establecieron dos ensayos para probar seis dosis del 1-MCP (0, 100, 200, 300, 600 y 900 nL L⁻¹), más un ensayo semicomercial que incluyó un testigo sin tratar y la mejor dosis de 1-MCP de los ensayos previos (300 nL L⁻¹). Se encontró que el 1-MCP a 300 nL L⁻¹ retrasó significativamente el proceso de maduración y la pérdida de firmeza, al prolongar hasta en 4 d la vida de anaquel del mango 'Kent'. Asimismo, se concluye que el 1-MCP puede ser una tecnología viable para la exportación de mango 'Kent' vía marítima a la Unión Europea y Asia al minimizar riesgos de pérdidas postcosecha en mercado terminal y reducir costos del transporte.

Palabras clave: *Mangifera indica* L., 1-MCP, madurez, firmeza, calidad.

SUMMARY

In this assay we evaluated the effect of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on shelf life and quality of 'Kent' mangos for export. During the mango season 2003 two experiments were set to compare six 1-MCP doses (0, 100, 200, 300, 600 and 900 nL L⁻¹). In addition, a semi-commercial experiment was done considering only the best dose (300 nL L⁻¹) obtained in the previous trials, plus an untreated control. It was found that 1-MCP at 300 nL L⁻¹ delayed the ripening process, maintained firmness longer and lengthened for 4 d the shelf life of 'Kent' mangos. Moreover, it was concluded that 1-MCP may be a viable technology for exporting 'Kent' mango to Europe and Asia by sea transportation, because it decreases over mature risks in the destination markets and lowers shipment costs.

Index words: *Mangifera indica* L., 1-MCP, ripening, firmness, quality.

INTRODUCCIÓN

México es el primer exportador de mango en el mundo. Anualmente se exportan alrededor de 200 000 t, con un valor aproximado de 150 millones dólares. Las principales variedades de exportación son Tommy Atkins (43 %), Haden (22 %), Kent (15 %), Ataulfo (13 %) y Keitt (7 %). Los destinos principales de las exportaciones de mango son Estados Unidos (87.5 %) y Canadá (8.4 %), con porcentajes muy bajos para mercados de la cuenca Asia Pacífico (2.6 %) y de la Unión Europea (1.5 %) [SAGARPA, 2004]. Aunque existe una gran demanda de mango 'Kent' por estos últimos países, no se exporta mucho volumen ya que solamente se envía por vía aérea con altos costos de transporte. Las experiencias previas de envíos vía marítima han resultado desalentadoras por altos riesgos en el mercado ya que se requieren de 20 a 22 d de traslado y la fruta llega en avanzado estado de madurez y se dispone sólo de 3 a 4 d para su comercialización (EMEX, A.C.).

Una de las alternativas de solución a esta problemática es el uso de productos que retardan el proceso de maduración y que mantengan la calidad de frutos, a través de la inhibición de la acción del etileno. El 1-Metilciclopropeno (1-MCP) bloquea la acción del etileno al unirse a su receptor en la célula, porque reduce la producción del etileno endógeno y protege de la acción del etileno exógeno por cierto tiempo (Sisler y Serek, 1997; Blankenship, 2001). Desde el descubrimiento del 1-MCP como inhibidor del etileno por Blankenship y Sisler en 1996 (Mitcham, 2001), se ha estudiado su actividad en una gran variedad de frutas para retrasar el proceso de madurez, alargar la vida de anaquel y mantener la calidad; tal es el caso de manzana

(*Malus domestica* Borkh) [Kang *et al.*, 2001], aguacate (*Persea americana* Mill) [Feng *et al.*, 2000; Jeong *et al.*, 2001; White *et al.*, 2001; Kluge *et al.*, 2002], y papaya (*Carica papaya* L.) [Ergun y Huber, 2001; Hofman *et al.*, 2001].

En frutos de mango (*Mangifera indica* L.), Jiang y Joyce (2000) mencionan que el 1-MCP usado en combinación con bolsas de polietileno extendió la vida postcosecha de mango 'Zihua' almacenado a temperatura ambiente. Según Hofman *et al.* (2001), el 1-MCP aplicado a dosis de 250 nL L⁻¹ alargó hasta en 5 d la vida de anaquel de mango 'Kensington Pride' almacenado a 20 °C. También Silva *et al.* (2004) mencionan que el 1-MCP aplicado en 100 nL L⁻¹ por 24 h a temperatura ambiente (23 ± 1 °C), retrasó el proceso de maduración de los frutos de mangos 'Rosa', Espada' y Jasmin'. Con base a lo anterior, se planteó el presente trabajo se hizo con la finalidad de evaluar el efecto del 1-MCP sobre la vida de anaquel y calidad de mango 'Kent' para exportación, así como explorar la posibilidad de exportación vía marítima a países de la Unión Europea y de la cuenca Asia Pacífico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Efecto del 1-MCP en mango 'Kent' en simulación de exportación a Japón

El estudio se llevó a cabo en la temporada 2003 con mangos 'Kent' cosechados en madurez fisiológica con un valor inicial de sólidos solubles de 9.3 °Bx obtenidos en el empaque 'Tropicampo' ubicado en San Vicente, Nayarit. Los frutos de mango fueron lavados, expuestos a tratamiento hidrotérmico (46.1 °C por 90 min) como medida cuarentenaria obligatoria y seleccionados y empacados de acuerdo con la Norma Mexicana de Mango para Exportación (Báez *et al.*, 1998). Los tratamientos consistieron de cinco dosis de 1-MCP (100, 200, 300, 600 y 900 nL L⁻¹) más un testigo sin aplicar. Los frutos seleccionados fueron de tamaño 10 (421-480 g) con doce repeticiones por tratamiento. El 1-MCP se aplicó por 20 h a 13 ± 1 °C y 90 ± 5 % HR en cámaras experimentales herméticas de 0.512 m³. Para la aplicación del 1-MCP se utilizaron tabletas especialmente diseñadas para liberar cada una 100 nL L⁻¹ de ingrediente activo del 1-MCP en la cámara utilizada. Por tanto, para lograr las dosis utilizadas, en cada cámara en forma independiente y simultánea se utilizaron una, dos, tres, seis o nueve tabletas disueltas en 18 mL de solución activadora compuesta de ácido cítrico (8 %), citrato de sodio (2 %) y agua (90 %), más una tableta efervescente para liberar 100, 200, 300, 600 o 900 nL L⁻¹, respectivamente. Posteriormente los frutos fueron almacenados a 13 ± 1 °C y 90 ± 5 % HR por 20 d, y sometidos a simulación de mercadeo a ambiente (23 ± 2 °C; 70 ± 10 % HR) por 6 d.

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de madurez, pérdida de peso, firmeza de pulpa, apariencia externa, color de pulpa y sólidos solubles totales. El porcentaje de madurez se midió por apariencia visual en 20 frutos etiquetados por tratamiento, a los que se les dio seguimiento durante todo el desarrollo del experimento: se consideró que los frutos estaban maduros cuando cambió el color de cáscara y se detectó ablandamiento al tacto.

La pérdida de peso se midió con una báscula portátil digital con capacidad de 1200 g y aproximación de 0.1 g (Ohaus Corp, Florham Park, NJ), en 20 frutos marcados que se pesaron cada 2 ó 3 d durante la evaluación; la diferencia en peso con respecto al peso original se expresó como el porcentaje de pérdida de peso. La firmeza de pulpa se midió con un penetrómetro Shimpo modelo FGV-50 con puntal cilíndrico de 10 mm de diámetro; a cada fruto se le hizo un corte longitudinal en la parte ecuatorial de aproximadamente 0.5 cm para eliminar la cáscara y se hizo una medición a cada lado del fruto y los datos se expresaron en Newtons (N). La apariencia se evaluó con base en una escala visual, donde 0 = excelente (frutos uniformes, libres de daños y con excelente presentación); 1 = buena (frutos uniformes con buena presentación, con ligeros defectos de forma y daños mínimos en la cáscara por fricción, quemadura de látex o sol); 2 = regular (frutos uniformes con buena presentación, con defectos moderados de forma y daños mínimos en la cáscara por fricción, quemadura de látex o sol que no excedan 16 mm de diámetro); y 3 = mala (frutos uniformes con buena presentación pero que presentan daños severos en la cáscara por fricción, quemadura de látex o sol, que excedan 20 mm de diámetro). El color de pulpa se determinó con un colorímetro portátil marca ColorTec PCM (ColorTec Associates, Clinton, NJ), y los valores se reportaron como ángulo de matiz. Los sólidos solubles totales (° Bx), se midieron con un refractómetro manual con compensador de temperatura marca ATAGO modelo ATC-1E calibrado con agua destilada (AOAC, 1984).

Todas las variables, excepto porcentaje de madurez y pérdida de peso, fueron analizadas en frutos diferentes ya que estas mediciones fueron destructivas. Las mediciones se realizaron al inicio del experimento, al término del periodo de almacenamiento y cada 2 d en simulación de mercadeo. Los datos se analizaron bajo un diseño completamente al azar con 12 repeticiones. Las variables de porcentaje de madurez, pérdida de peso y apariencia externa se analizaron mediante estadística no paramétrica con la prueba de Kruskal-Wallis (Dowdy y Wearden, 1991), en tanto que firmeza, color de pulpa y sólidos solubles se analizaron con el modelo general lineal (GLM) del SAS (SAS, 1998).

Efecto del 1-MCP en mango 'Kent' en simulación de exportación a Europa

El ensayo se hizo en la temporada 2003 con mangos 'Kent' cosechados en madurez fisiológica con un valor inicial de sólidos solubles de 7.6 °Bx obtenidos en la empacadora Costa Tropical S. A. de C. V., ubicado en el crucero de San Blas, Nayarit. Los frutos de mango fueron lavados, expuestos a tratamiento hidrotérmico (52 °C por 15 min) como preventivo contra antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides* Penz), seleccionados y empacados de acuerdo con la Norma Mexicana de Mango para Exportación (Báez *et al.*, 1998).

Los tratamientos consistieron en cinco dosis de 1-MCP (100, 200, 300, 600 y 900 nL L⁻¹) más un testigo sin aplicar. Los frutos seleccionados fueron de tamaño 10 (421-480 g) con doce repeticiones por tratamiento. El 1-MCP se aplicó por 20 h a 13 ± 1 °C y 90 ± 5 % HR en cámaras experimentales herméticas de 0.512 m³, al igual que en el experimento anterior. Después de aplicados los tratamientos, los frutos fueron almacenados a 13 ± 1 °C y 90 ± 5 % HR por 20 d, y posteriormente sometidos a simulación de mercadeo (23 ± 2 °C; 70 ± 10 % HR) por 7 d. Las variables evaluadas fueron las mismas que se consideraron para el ensayo antes descrito, las cuales se midieron al inicio del experimento, al término del almacenamiento y a los 3 y 7 d de simulación de mercadeo. Las variables porcentaje de madurez, pérdida de peso y apariencia externa se analizaron mediante estadística no paramétrica con la prueba de Kruskal-Wallis (Dowdy y Wearden, 1991), en tanto la firmeza, color de pulpa y sólidos solubles se analizaron estadísticamente con el modelo general lineal (GLM) del SAS (SAS, 1998).

Ensayo semicomercial del 1-MCP en mango 'Kent' en simulación de exportación a Europa

El ensayo se llevó a cabo en la temporada 2003 con mangos 'Kent' cosechados en madurez fisiológica con un valor inicial de sólidos solubles de 7.9 a 8.2 °Bx obtenidos en la empacadora Costa Tropical S. A. de C.V., ubicado en el crucero de San Blas, Nayarit. Los frutos de mango fueron lavados, expuestos a tratamiento hidrotérmico (52 °C por 15 min) como preventivo contra antracnosis, y luego seleccionados y empacados de acuerdo con la Norma Mexicana de Mango para Exportación (Báez *et al.*, 1998). El 1-MCP se aplicó a 22 estibas de 198 cajas de mango de 4.5 kg a dosis de 300 nL L⁻¹ por 14 h a 13 ± 1 °C y 90 ± 5 % HR en una cámara comercial de 162 m³. En esta ocasión se utilizaron tabletas que contienen 7.7 mg de ingrediente activo de 1-MCP, las cuales liberan 100 nL L⁻¹ de ingrediente activo por cada 32 m³, de tal manera que se disolvieron 16 pastillas de 1-MCP en dos recipientes que

contenían 50 mL de solución activadora y dos tabletas efervescentes para obtener la dosis requerida. Una estiba sin tratar se mantuvo en condiciones similares a las tratadas mientras se aplicaba el tratamiento del 1-MCP. Posteriormente, los frutos tratados y no tratados se almacenaron a 13 ± 1 °C y 90 ± 5 % HR por 20 d para simular el traslado a Europa en contenedor marítimo. Al término del almacenamiento los frutos fueron sometidos a simulación de mercadeo a 23 ± 2 °C; 70 ± 10 % HR por 7 d. Las variables evaluadas fueron las mismas que se consideraron para el primer ensayo, medidas al inicio del experimento, al término de simulación de traslado marítimo y a los 3 y 7 d de simulación de mercadeo. Los datos se analizaron estadísticamente bajo la prueba "t" de student con 12 repeticiones con el modelo general lineal (GLM) del SAS (SAS, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del 1-MCP en mango 'Kent' en simulación de exportación a Japón

El 1-MCP afectó significativamente el comportamiento de las variables de porcentaje de madurez, firmeza y apariencia externa (Figura 1). Con relación a madurez se observó que a mayor dosis hubo mayor retraso en el porcentaje de madurez. A los 2 d de simulación de mercadeo, después de 20 d de refrigeración, los frutos no tratados mostraban 50 % de frutos maduros, en tanto que los tratados con 300 a 900 nL L⁻¹ no los había (0 %). Para el día cuatro los frutos testigo mostraban 95 % de frutos maduros en tanto que los tratados con las dosis de 300 a 900 nL L⁻¹ tenían un máximo de 40 %.

Según Jeong *et al.* (2002), el 1-MCP retrasa el proceso de maduración de frutos de aguacate almacenados a 20 °C, retraso que puede estar correlacionado con una disminución en la intensidad y época de aparición de los climatéricos de respiración y producción de etileno. Algo similar pudo haber sucedido en los frutos de mango 'Kent' tratados con el 1-MCP, y refuerza lo reportado por otros autores quienes mencionan que el 1-MCP retrasa el proceso de maduración de frutos de mango de los cultivares 'Kensington Pride', 'Rosa', 'Espada' y 'Jasmin' almacenados a 20 °C (Hofman *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2004). En cambio, no hubo diferencias significativas para las dosis de 300 a 900 nL L⁻¹, lo cual indica que posiblemente con 300 nL L⁻¹ se alcance el punto de saturación del 1-MCP (Blankenship y Dole, 2003). El 1-MCP permite ganar de 2 a 4 d más de vida de anaquel en frutos con simulación de exportación a Japón. Lo anterior resulta importante ya que bajo las condiciones actuales sólo se tienen de 3 a 4 d para comercializar el fruto, en tanto que con la aplicación del 1-MCP se tendrían de 6 a 8 d, lo que daría mayor seguridad en la

comercialización. Además, la aplicación del 1-MCP permitió, al término del almacenamiento, tener hasta 50 % más de firmeza con relación a los frutos no tratados, lo cual confiere a estos frutos una mayor resistencia al transporte y menor riesgo de pérdida postcosecha. La aplicación del 1-MCP también se reflejó significativamente en la apariencia externa, ya que los frutos tratados mostraron un

menor grado de deterioro que los frutos testigo. Las otras características de calidad como pérdida de peso, color de pulpa y desarrollo de sólidos solubles no fueron afectadas significativamente por la aplicación del 1-MCP, ya que no se detectaron diferencias entre los frutos tratados y los no tratados.

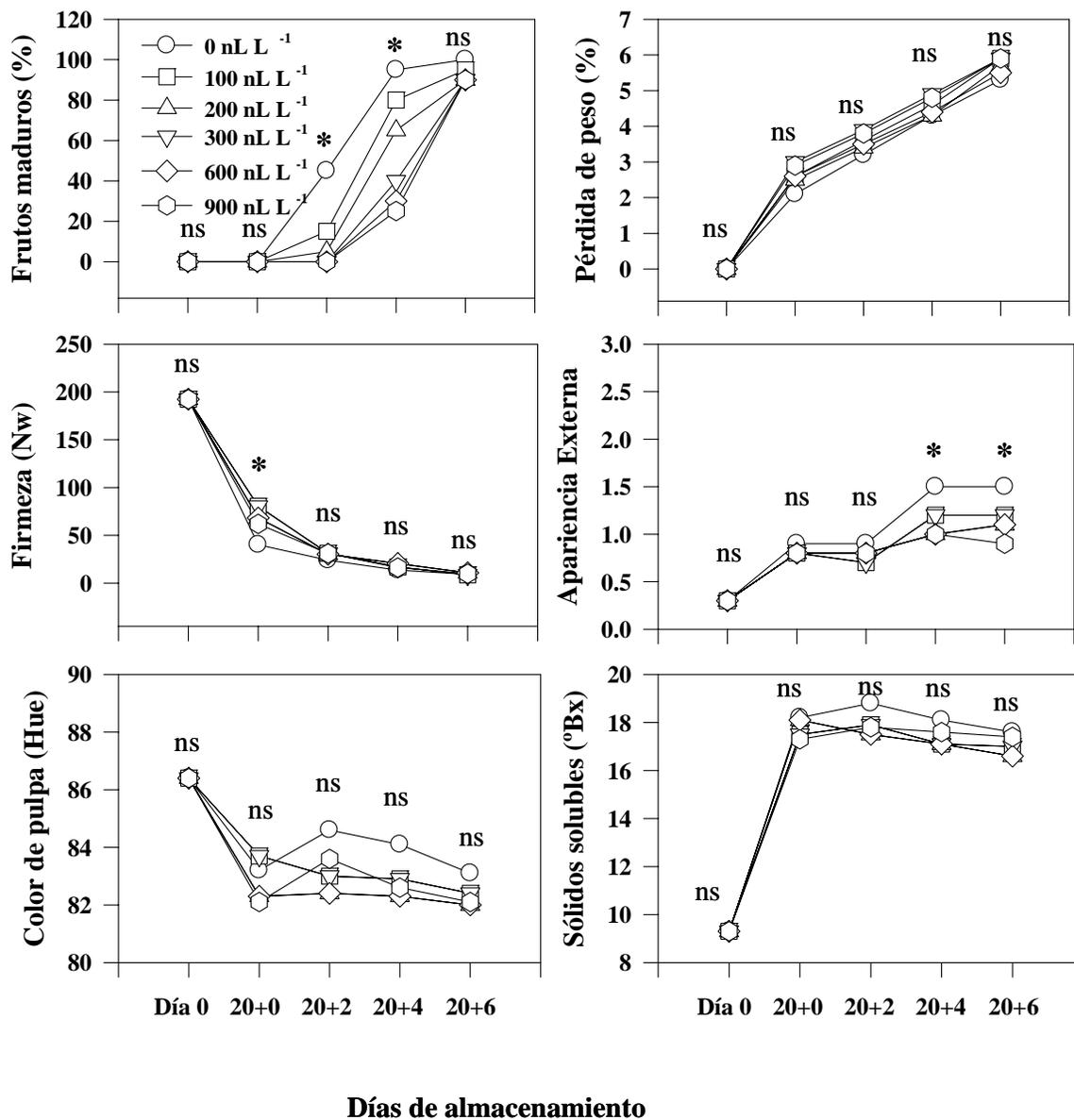


Figura 1. Efecto de la dosis del 1-MCP en la calidad y vida de anaquel de mango 'Kent' para exportación a Japón almacenado por 20 d a 13 ± 1 °C y 90 ± 5 % HR, y 6 d de simulación de mercadeo a 23 ± 2 °C; 70 ± 10 % HR. (n = 12). ns = No significativo; * = Significativo (P ≤ 0.05).

Efecto del 1-MCP en mango 'Kent' en simulación de exportación a Europa

En este caso también se observaron diferencias significativas para porcentaje de madurez y firmeza, pero fueron más marcadas que en el ensayo anterior (Figura 2). Ello puede deberse a que los frutos para Japón requieren tratamiento hidrotérmico cuarentenario de 46.1 °C por 90 min para control de larvas de mosca de la fruta (*Anastrepha* spp) en tanto que los enviados a Europa sólo recibieron tratamiento hidrotérmico de 52 °C por 15 min para control de antracnosis. Al respecto, Jacobi y Gowanlock (1995) manifiestan que el tratamiento hidrotérmico prolongado puede provocar ruptura de células y destrucción del mesocarpio, lo cual causa un ablandamiento más rápido y aceleración del proceso de madurez.

Fue evidente el efecto de la dosis del 1-MCP sobre el porcentaje de madurez, ya que al término de los 20 d de refrigeración los frutos no tratados mostraban 40 % de frutos maduros en tanto que los tratados con dosis iguales o mayores a 300 nL L⁻¹ aún no tenían frutos maduros. Al término de la simulación de mercadeo (7 d a 23 ± 2 °C; 70 ± 10 % HR) los frutos no tratados mostraban madurez completa, en tanto que los tratados con al menos 300 nL L⁻¹ mostraban sólo 80 % de frutos maduros. Esto confirma que el 1-MCP tiene potencial para lograr 7 a 9 d de mercadeo después del traslado, lo que da mayor margen de seguridad para comercializar los frutos.

Asimismo, se observó que los frutos no tratados al término de refrigeración perdieron 77 % de su firmeza inicial en tanto que los tratados con 300 nL L⁻¹ perdieron sólo 11 %. El retraso significativo del proceso de maduración y el mantenimiento de la firmeza permiten proponer el uso del 1-MCP como una tecnología viable para exportar mango 'Kent' vía marítima a Asia o la Unión Europea, sin riesgo de problemas de maduración y con menores pérdidas postcosecha; ello permitiría la conquista de nuevos mercados con precios competitivos. Aunado a lo anterior, el 1-MCP en cualquiera de sus dosis retrasó el contenido de sólidos solubles, ya que al término de refrigeración los frutos testigos mostraron un desarrollo más acelerado de esta variable. Según Blankenship y Dole (2003), el 1-MCP puede incrementar, reducir o mantener inalterado el desarrollo de sólidos solubles en función de la especie. En contraste, Hofman *et al.* (2001) afirman que los sólidos solubles en mango 'Kensington Pride' resultaron inalterados por la aplicación del 1-MCP. Las otras variables de calidad como pérdida de peso, apariencia externa y color de pulpa no fueron afectadas significativamente, lo que confirma que no hay menoscabo en la calidad de los frutos.

Ensayo semicomercial del 1-MCP en mango 'Kent' en simulación de exportación a Europa

Con la experiencia de los ensayos previos se diseñó un ensayo a nivel semicomercial para evaluar el efecto del 1-MCP en dosis de 300 nL L⁻¹ sobre la vida de anaquel y calidad de frutos de mango 'Kent' para exportación a Europa; este trabajo se realizó en condiciones reales al tratar un contenedor de 19 t que fue enviado a Francia vía marítima. Los resultados fueron aún más convincentes ya que el 1-MCP redujo significativamente y el porcentaje de madurez, la firmeza, la pérdida de peso y el desarrollo de los sólidos solubles (Figura 3). Al término de refrigeración los frutos testigo mostraban 35 % de frutos maduros en tanto que los tratados no los tenían. Al término de la simulación de mercadeo (7 d a 23 ± 2 °C; 70 ± 10 % HR), todos los frutos no tratados estaban maduros, en tanto que los tratados sólo presentaban 75 %. Los frutos sin tratar alcanzaron una firmeza de consumo (10 a 20 N) a los 3 d de simulación de mercadeo, en tanto que los tratados alcanzaron ese valor hasta los 7 d, lo cual confiere a estos frutos una vida de anaquel de al menos 4 d adicionales con relación al testigo.

En cuanto a la pérdida de peso, al final del ensayo los frutos testigo habían perdido 37 % más peso que los tratados con el 1-MCP. El 1-MCP también retrasó la acumulación de los sólidos solubles al alcanzar, al final de la simulación de mercadeo, el mismo valor que el testigo. El hecho de retrasar el proceso de madurez y mantener firmeza por mayor tiempo sin menoscabo de calidad, confirma el uso potencial del 1-MCP para coadyuvar a la exportación de mango 'Kent' vía marítima a la Unión Europea y Asia.

CONCLUSIONES

El 1-MCP retrasó significativamente el proceso de maduración y la pérdida de firmeza, lo que permitió prolongar hasta en 4 d la vida de anaquel del mango 'Kent'. La mejor dosis del 1-MCP fue 300 nL L⁻¹. El 1-MCP puede ser una tecnología viable para la exportación de mango 'Kent' vía marítima a la Unión Europea y Asia, porque minimiza riesgos de pérdidas postcosecha en mercado terminal y reduce costos del transporte.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la valiosa colaboración de los Empaques Tropicampo y Costa Tropical por haber proporcionado frutos y facilidades para la realización de estos experimentos, así como a la Universidad Tecnológica de Nayarit,

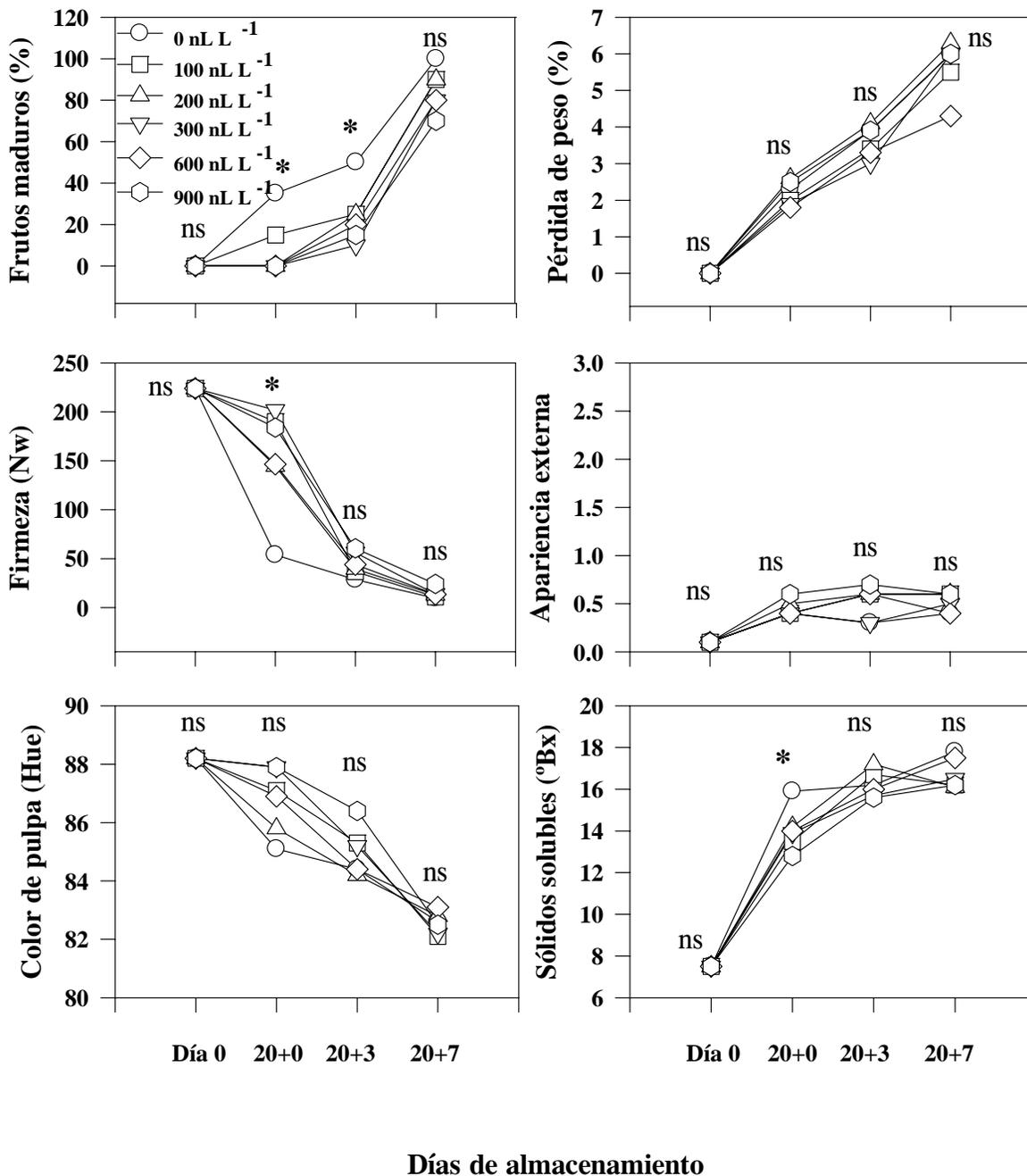


Figura 2. Efecto de la dosis de 1-MCP en la calidad y vida de anaquel de mango 'Kent' para exportación a Europa almacenado por 20 d a 13 ± 1 °C y 90 ± 5 % HR, y 7 d de simulación de mercadeo a 23 ± 2 °C; 70 ± 10 % HR. (n = 12). ns = No significativo; * = Significativo (P ≤ 0.05).

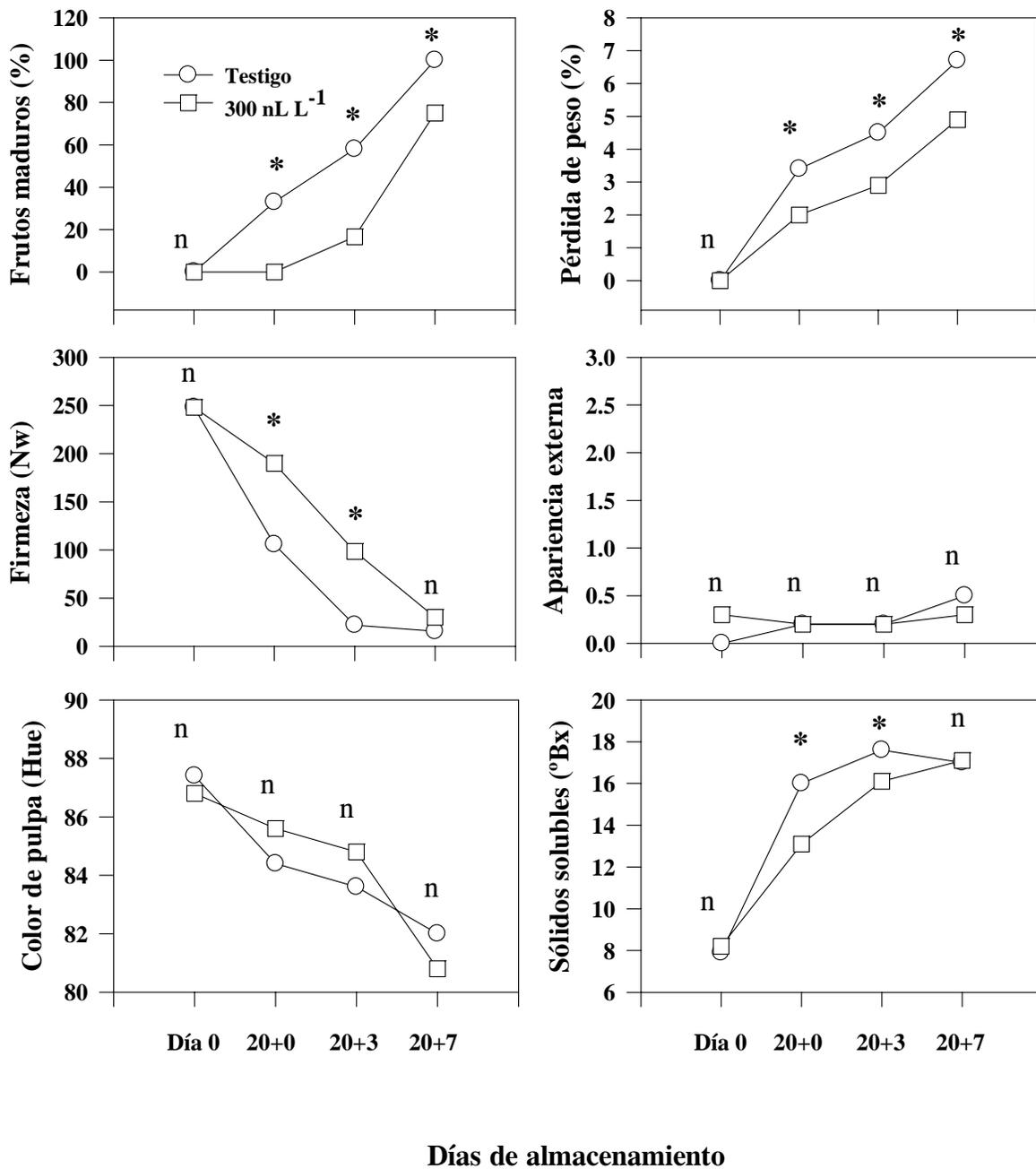


Figura 3. Efecto del 1-MCP en la calidad y vida de anaquel de mango 'Kent' en el ensayo semicomercial a Europa almacenado por 20 d a 13 ± 1 °C y 90 ± 5 % HR y 7 d de simulación de mercadeo a 23 ± 2 °C; 70 ± 10 % HR. (n = 12). ns = No significativo; * = Significativo (P ≤ 0.05).

especialmente a la C. M.C. Martha Lorena Guzmán Robles, Directora de la Carrera de Procesos Agroindustriales, por haber facilitado sus instalaciones para el desarrollo de estos trabajos.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (1984)** Official Methods of Analysis. 14th Ed. Published for the Association of Official Analytical Chemist Inc. Arlington, VA. 22209 USA. 1006 p.
- Bález S R, E Bringas, J Ojeda, L Cruz, S Ontiveros, J Pellegrin (1998)** Norma de Calidad para Mango Fresco de Exportación. Boletín EMEX. 6 p.
- Blankenship S (2001)** Ethylene effects and benefits of 1-MCP. Perishables Handling Quarterly (University of California) 108:2-4.
- Blankenship S, J Dole (2003)** 1-Methylcyclopropene: a review. Postharvest Biol. Technol. 28:1-25.
- Dowdy S, S Wearden (1991)** Statistics for Research. 2nd Ed. John Wiley & Sons. New York, USA. 629 p.
- EMEX, A.C. (2004)**. Exportación de mango, temporada 2004. www.mangoemex.org. Noviembre, 2004.
- Ergun M, D Huber (2001)** Delaying papaya fruit ripening by 1-Methylcyclopropene. Proc. ASHS Ann. Conf. HortScience 36(4):319.
- Feng X, A Apelbaum, E Sisler, R Goren (2000)** Control of ethylene responses in avocado fruits with 1-methylcyclopropene. Postharvest Biol. Technol. 20(2):143-150.
- Hofman P J, M Jobin-Décor, G F Meiburg, A J Macnish, D C Joyce (2001)** Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. Aust. J. Exp. Agric. 41(4):567-572.
- Jacobi K K, D Gowanlock (1995)** Ultrastructural studies of 'Kensington' mango (*Mangifera indica* L.) heat injuries. HortScience 30(1):102-103.
- Jeong J, D J Huber, S A Sargent (2001)** 1-methylcyclopropene (1-MCP) delays ripening and extends storage life of 'Simmonds' avocado. HortScience 36(3):468.
- Jiang Y, D Joyce (2000)** Effects of 1-methylcyclopropene alone and in combination with polyethylene bags on the postharvest life of mango fruits. Ann. Appl. Biol. 137(3):321-327.
- Kang C K, S E Kim, J M Lee, Y K Kim, J H Jung (2001)** Effect of 1-methylcyclopropene on fruit quality, ethylene evolution, and respiration in apple 'Tsugaru' and 'Fuji'. HortScience 36(3):468
- Kluge R A, A P Jacomino, R M Ojeda, A Brackmann (2002)** Avocado ripening inhibition by 1-methylcyclopropene. Pesq. Agrop. Brasileira 37(7):895-901.
- Mitcham B (2001)** 1-MCP, The Next Revolution in Postharvest Technology? Perishables Handling Quarterly (University of California) 108:1-34.
- SAGARPA (2004)** Centro de Estadística Agropecuaria. Delegación Estatal. Tepic, Nayarit.
- SAS Institute (1998)** SAS user's guide: Statistics. Version 6.12. SAS Institute, Cary, N.C.
- Silva S M, E C Santos, A F Santos, I R Silveira, R M Mendonca, R E Alves (2004)** Influence of 1-Methylcyclopropene on postharvest conservation of exotic mango cultivars. Acta Hort. 645:565-572.
- Sisler E C, M Serek (1997)** Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. Physiol. Plant. 100(3):577-582.
- White A, A Wolf, M L Arpaia (2001)** Long term storage of 'Hass' Avocado using 1-MCP. Perishables Handling Quarterly (University of California) 108:21-23.