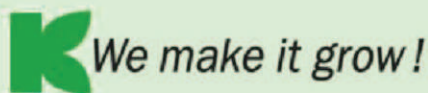




Planta verde ornamental

Substratos especiales a base de materias primas de estructura estable, que garantizan un rápido y sano desarrollo radicular de la planta verde ornamental.



Substratos elaborados por Klasmann-Deilmann GmbH, D-49744 Geeste



VALIMEX S.L.

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO EN ESPAÑA

C/ Cuenca, 4, pta 1 • 46007 Valencia • Tel. 96 385 37 07 • Fax 96 384 45 15 • e-mail: ventas@valimex.es • www.valimex.es

'Proyecto Cero' en alcachofa

Secuenciado el genoma del melocotón: Pere Arús (CRAG)

Evaluación postcosecha del 1-MCP en aguacate 'Hass' cultivado en México

SUMARIO

Panorama 6

Entrevista a Javier Arizmendi, gerente de Operaciones de Zerya 10

'Proyecto cero' en Alcachofa 12

El camino hacia un nuevo tipo de agricultura 18

Lecitec: evita el rajado de los frutos, potencia su aspecto y alarga la vida útil, sin aportar residuos 22

Todo en marcha para el VII Congreso Ibérico de AgroIngeniería y Ciencias Hortícolas 24

La luz ultravioleta, una nueva herramienta para la horticultura 26

Entrevista a Pere Arús director científico del IITA 30

Algunas medidas del PAN potenciarán los OMDF como alternativas al uso de fitosanitarios 34

La autosuficiencia energética llega al invernadero con el proyecto Zelula Zero 36

La I Jornada en Citricultura del Campo de Cartagena pone al foco en las técnicas y productos más avanzados 38

El aroma de los pimientos se hereda de una generación a la siguiente 41

Ensayo realizado con 'Humita-15' y 'Humita-40' en cultivos de rosas en invernadero 44

El clavel, la flor de moda que resiste a la crisis 46

Las novedades de Fitó dan muy buenos resultados en los invernaderos de Almería 48

Jornadas de puertas abiertas de Bejo en la nueva finca murciana de El Aljibe 50

La patata nueva cultivada en España como vía de relanzamiento del sector 52

Entrevista a Manuel García, director gerente de AP-3 54

Evaluación postcosecha del I-MCP en aguacate 'Hass' cultivado en México 56

Mejora del tratamiento por radiofrecuencias para controlar la podredumbre parda en melocotón y nectarina 60

Tecnirama 64

ÍNDICE de anunciantes

Ap-3 S.L.	8
Bayer CropScience, S.L.	3
Burés Profesional, S.A.	51
Comercial Química Massó, S.A. - División Agro	Interior portada
Eltac XXI	31
Floragard Vertriebs GmbH	19
Floricultura b.v.	39
Flower Trials (FlowerTrials)	21
Fruit Attraction - IFEMA - Feria de Madrid	25
Gramoflor	66
Grupo Agrotecnología	27, 49
Grupo Geyseco, S.L.	47
ICS	64

Innovació Tecnològica Catalana - ITC, S.L.	55
Intersemillas, S.A.	53
IPM Dubai International Plants Expo	65
Novedades Agrícolas, S.A.	37
Plásticos Alber	43
Pöppelmann Ibérica, S.R.L.	35
Seipasa, S.A.	11
Sociedad Española de Productos Húmicos, S.A.	Contraportada
Sustainable Agro Solutions, S.A.	Interior contraportada
Tozer Ibérica, S.L.	33
Ulma Agrícola, S.Coop.	23
Valimex, S.L.	Portada

Evaluación poscosecha del 1-MCP en aguacate 'Hass' cultivado en México



México es el primer productor de aguacate en el mundo con 1,2 millones de toneladas anuales (Faostat, 2012) y es también el primer exportador con aproximadamente 375.000 t. Estados Unidos, Japón, Canadá y Centroamérica son sus principales importadores (APEAM, 2012). La demanda de aguacate como fruta fresca ha ido en ascenso pero a la par, los requisitos de calidad también se han incrementado. El aguacate es un fruto que logra su expresión climática solo cuando es cosechado del árbol. En este proceso, los cambios más relevantes en el cultivar Hass son el cambio de color de la cáscara de verde a negro y el ablandamiento de la pulpa.

J.A. Osuna García y M.H. Pérez Barraza (INIFAP-Campo Experimental Santiago Ixcuintla)

A.K. Gómez Talavera (Instituto Tecnológico de Tepic. División de Estudios de Postgrado e Investigación)

L.G. Zamora Navarro y D.H. Santiz Jiménez Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología 'Presidente Juárez')

R. Goenaga (USDA-ARS, Tropical Agriculture Research Station, Puerto Rico)

Introducción

Tradicionalmente el fruto es almacenado en refrigeración de tres a cuatro semanas manteniendo un nivel aceptable de calidad. Si el fruto es refrigerado por periodos más largos existe el riesgo de daños internos y externos, tales como el oscurecimiento del sistema vascular en la pulpa, manchado de la cáscara, maduración irregular, desarrollo de colores translúcidos y sabores anormales (Yahia, 2001). Bajo el manejo actual con sólo refrigeración, se tiene el problema de que para mercados que requieren de alrededor de 20 días de traslado (Europa o Japón, vía marítima), el fruto llega prácticamente listo para el consumo y hay problemas de distribución y pérdidas considerables de los mayoristas a los distribuidores al por menor y finalmente al consumidor.

Una técnica reciente para alargar vida de anaquel y mantener calidad de los frutos de aguacate es a través de productos que inhiben la acción del etileno. El 1-MCP actúa bloqueando al etileno al unirse a su receptor en la célula e impide que éste desencadene la serie de reacciones que conllevan al proceso de maduración y senescencia (Sisler y Serek, 1997) y se ha encontrado efectivo para retardar el proceso de maduración, extender la vida de anaquel y man-



Fruto de aguacate 'Hass' en su momento ideal de consumo.

tener la calidad en frutos de diferentes cultivares de aguacate (Feng et al., 2000; Hofman et al., 2001; Jeong et al., 2001; White et al., 2001; Kluge et al., 2002; Pesis et al., 2002). Sin embargo, se reporta que la efectividad del 1-MCP puede ser afectada por diversos factores tales como la temperatura, la dosis y duración del tratamiento, el grado de madurez, los días de cosecha a tratamiento, así como las condiciones de almacenamiento y la duración del transporte (Blankenship y Dole, 2003). Por lo

anterior, el objetivo de esta serie de trabajos fue evaluar el uso del 1-MCP en frutos de aguacate 'Hass' cultivados en México y destinados a los mercados distantes de exportación.

Materiales y métodos

- Experimento 1. Afinación de dosis: Se utilizaron frutos de tamaño primera (171 a 210 g) con 21,8% de materia seca. Se usaron cuatro dosis del producto (0, 100, 150 y 200 nL L⁻¹) con un tiempo de exposición de 12 horas a 6 °C y 90% H.R. en cámaras experimentales de 0,512 m³ con 3,3 % 1-MCP. Los frutos se almacenaron en tres condiciones: a) Ambiente (22 ± 4 °C; 53 ± 13% H.R.); b) Tres días refrigeración (6 ± 0,5 °C; 90 ± 5% H.R.) y luego ambiente; y c) 20 días refrigeración (6 ± 0,5 °C; 90 ± 5% H.R.) y luego ambiente. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones tomando como parcela útil un fruto por repetición.

- Experimento 2. 1-MCP y refrigeración: Se utilizaron frutos de tamaño primera con 27% de materia seca, los cuales fueron divididos en dos grupos: a) Testigo (sin 1-MCP) y b) Tratados con la dosis óptima de 1-MCP (200 nL L⁻¹ por 12 h a 22 ± 2 °C; 60 ± 10% H.R.). Posteriormente todos los frutos fueron almacenados en refrigeración (6 ± 0,5 °C; 90 ± 5% H.R.) hasta por 35 días y posterior simulación de mercadeo (22 ± 2 °C; 60 ± 10% H.R.), realizando muestreos cada cinco días a partir del día 15. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con refrigeración como parcela grande y dosis de 1-MCP como parcela pequeña.

- Experimento 3. 1-MCP y frutos tirando a negro: Se utilizaron frutos de tamaño primera con 25,6% de materia seca. Los frutos fueron divididos en dos lotes en donde uno de ellos fue tratado inmediatamente con 1-MCP a dosis de 200 nL L⁻¹ durante 12 h a 22 ± 2 °C; 60 ± 10% H.R. y el otro se mantuvo sin



Efecto del 1-MCP a 200 ppb en frutos almacenados al ambiente o en refrigeración.

aplicar. Ambos lotes fueron mantenidos en refrigeración (6 ± 0,5 °C; 90 ± 5% H.R.) durante ocho días y luego transferidos a simulación de mercadeo (22 ± 2 °C; 60 ± 10% H.R.) hasta madurez de consumo. Al término de refrigeración el grupo de los no tratados fue dividido nuevamente en dos y a uno de ellos se le aplicó el 1-MCP a dosis de 300, 600 y 1.200 nL L⁻¹ durante 12 h a condiciones ambientales, en tanto que el segundo grupo se mantuvo bajo condiciones de simulación de mercadeo hasta que los frutos iniciaron el cambio de color de cáscara de verde a negro (tres días después de haber salido de refrigeración) y justo en ese momento se aplicó 1-MCP en dosis de 300, 600 y 1.200 nL L⁻¹ durante 12 h a condiciones ambientales. Se probaron también dos tratamientos adicionales con dos aplicaciones de 1-MCP a dosis de 200 nL L⁻¹. Un tratamiento se aplicó antes y después de refrigeración y el otro antes de refrigeración y cuando los frutos testigos iniciaron el cambio de color de cáscara. Se generaron 10 tratamientos los cuales se agruparon bajo un diseño completamente al azar con cinco repeticiones.

- Experimento 4: Reversión del 1-MCP con pulsos de etileno: Se utilizaron frutos de tamaño extra (211 a 265 g) con 25,6% de materia seca, los cuales se sometieron a 200 nL L⁻¹ durante 12 h a 20-24 °C; 70-80% H.R. y almacenados durante 20 días en refrigeración (6,0 ± 0,5 °C; 90 ± 5% H.R.). Al término del almacenamiento los frutos fueron trasladados a temperatura ambiente (25 °C), durante 24 h y una vez aclimatados, se procedió a la aplicación de etileno exógeno por pulsos, aplicando 0, 1, 2 ó 3 pulsos a dosis de 100 µL L⁻¹. Se definió 'pulso' como el tiempo necesario para que dentro de la cámara se mantuviera una concentración menor al 1% de CO₂, la cual se monitoreó frecuentemente mediante cromatógrafo de gases. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones.

- Experimento 5. El 1-MCP en frutos previamente aplicados con etileno: Se utilizaron frutos de tamaño extra con 24,5% de materia seca, los mismos que fueron almacenados en refrigeración (6 ± 0,5 °C; 90 ± 5% H.R.) durante seis días. Al término de la refri-



El 1-MCP no fue capaz de detener el proceso de maduración de frutos previamente aplicados con Etileno.

geración, una vez que los frutos se intemperizaron, se aplicó etileno a $100 \mu\text{L L}^{-1}$ por 24 h a 24°C . Al término de la aplicación del etileno se formaron tres grupos en donde se aplicó 1-MCP inmediatamente, a las 24 h y a las 48 h después de aplicado el etileno. Las dosis de 1-MCP fueron 200, 400 y 800 nL L^{-1} durante 12 h a temperatura y humedad relativa ambientes. Se conservaron un testigo absoluto sin 1-MCP y sin etileno así como un testigo sin 1-MCP pero con etileno. Se generaron 11 tratamientos los cuales se agruparon bajo un diseño completamente al azar con cinco repeticiones.

- Experimento 6. El 1-MCP en frutos de diferente grado de madurez y días de cosecha:

Se establecieron dos ensayos, el primero de ellos consideró la aplicación del 1-MCP (200 nL L^{-1} durante 12 h en cuarto frío a 6°C y 85-90% H.R.) a frutos de diferente grado de maduración denominados Categoría 1 (frutos de cáscara completamente verde, 26% MS); Categoría 2 (frutos con < 25% de cáscara virada a negro; 27% MS); Categoría 3 (frutos con 26-50% de cáscara tirando a negro; 28% MS); Categoría 4 (frutos con 51 a 75% de cáscara tirando a negro; 31% MS) y Categoría 5 (frutos con > 76% de cáscara tirando a negro; 38% MS) en tanto que el segundo consideró solo la aplicación del 1-MCP (200 nL L^{-1} durante 12 h en cuarto frío a 6°C y 85-90% H.R.) a frutos provenientes de un mismo huerto (31,4% MS) pero con 1, 2, 3, 4 ó 5 días de corte. Los datos se analizaron bajo un diseño completamente al azar con diez repeticiones.

En todos los experimentos se analizaron cuatro variables, pero sólo se presentan resultados de las siguientes: a) Porcentaje de frutos con maduración comercial. Frutos tirando a negro y con firmeza de 25 a 50 N; b) Firmeza de pulpa. Se midió empleando un penetrómetro Shimpo modelo FGE-50 (Shimpo Instruments, Itasca IL) adaptado 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 epidermis y se realizó una medición a cada lado del mismo expresando la lectura en Newtons.

Resultados y discusión

- Experimento 1. Afinación de dosis: Bajo condiciones de almacenamiento al ambiente, tres días de refrigeración o 20 días de refrigeración, el 1-MCP a dosis de 150 y 200 nL L^{-1} retrasó el ablandamiento y mejoró la apariencia



1-MCP fue más efectivo en frutos recién cosechados (máximo dos días después de cosecha), independientemente de su grado de madurez (contenido de MS).

externa de los frutos de aguacate 'Hass', alargando hasta en cuatro días la vida de anaquel en relación a los testigos (Fig. 1).

- Experimento 2. 1-MCP y refrigeración: El 1-MCP retrasó hasta en cuatro días el proceso de maduración para frutos almacenados hasta por 25 días y en alrededor de dos días para frutos almacenados más de 25 días. Respecto a firmeza, los frutos testigo almacenados en refrigeración hasta 25 días, una vez que se sometieron a simulación de mercadeo, llegaron a su firmeza de consumo (5-10 N) a los 2 a 4 días en tanto que los tratados con 1-MCP mostraron disminución en la tasa de ablandamiento y estuvieron listos para consumo hasta los 8 días, lo que significa de 4 a 6 días de mayor vida de anaquel. Finalmente, la apariencia externa de los frutos refrigerados y aplicados

con 1-MCP fue significativamente mejor y mantenida por más tiempo que la de los frutos testigo (Fig. 2).

- Experimento 3. 1-MCP y frutos tirando a negro: Se encontró que los frutos sin 1-MCP y los aplicados al momento del cambio de color de cáscara con 300, 600 ó 1.200 nL L^{-1} de 1-MCP alcanzaron madurez de consumo a más tardar cinco días después de haber salido de refrigeración, en tanto que los frutos aplicados con 1-MCP a dosis de 200 nL L^{-1} en una o dos aplicaciones retrasaron hasta en tres o cuatro días dicho proceso. Por otro lado, cuando el 1-MCP se aplicó después de refrigeración fue necesario al menos 600 nL L^{-1} para lograr el mismo efecto que la dosis de 200 nL L^{-1} aplicada antes de refrigeración. El 1-MCP fue más eficiente cuando se aplicó en

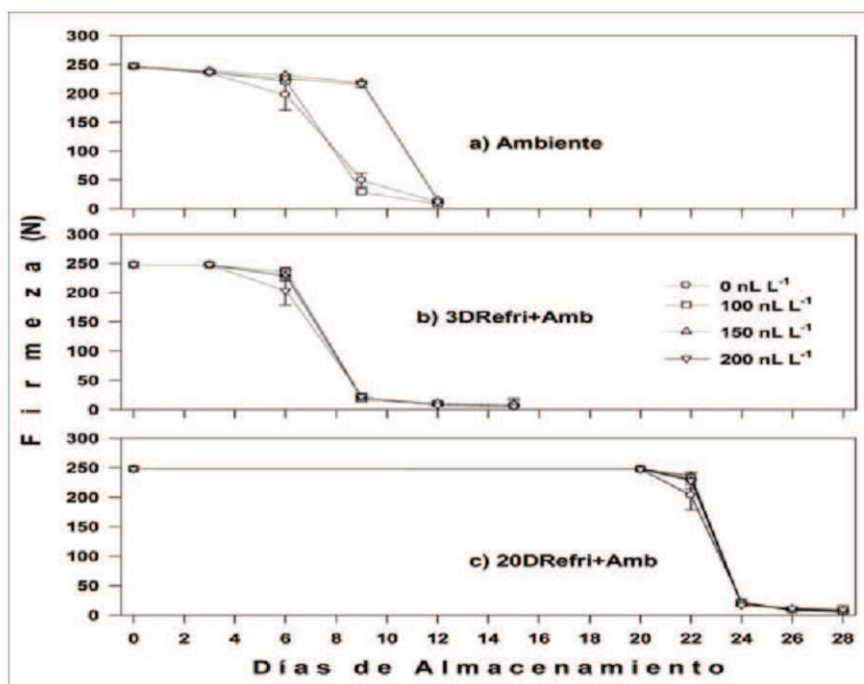


Figura 1: Efecto de la dosis del 1-MCP en la firmeza de frutos de aguacate 'Hass'. Inifap 2001.

frutos recién cosechados y no fue capaz de retardar el proceso de maduración en frutos tirando a negro.

- Experimento 4. Reversión del 1-MCP con pulsos de etileno: El efecto del 1-MCP fue revertido por la acción del etileno aumentando la eficiencia en relación directa al número de pulsos aplicados, sin afectar las características de calidad de consumo (Fig. 3).

- Experimento 5. El 1-MCP en frutos previamente aplicados con etileno: El 1-MCP en cualquiera de las dosis o tiempos aplicados no fue capaz de revertir el efecto del etileno ya que no se observaron diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas.

- Experimento 6. El 1-MCP en frutos de diferente grado de madurez y días de cosecha: El 1-MCP a 200 nL L⁻¹ fue efectivo para alargar hasta en cinco días la vida de anaquel de frutos de cualquiera de las categorías de grado de maduración pero la aplicación debe hacerse en frutos de no más de dos días de corte ya que si se hace después la efectividad disminuye drásticamente (Fig. 4).

Conclusiones

El 1-MCP a dosis de 200 nL L⁻¹ por 12 horas mantuvo calidad y alargó vida de anaquel bajo condiciones de almacenamiento al ambiente o en refrigeración. El 1-MCP no detuvo el proceso de maduración en frutos tirando a negro y su efecto fue revertido con el etileno, por lo que su aplicación debe ser previa a este. Asimismo, el 1-MCP fue más efectivo cuando se aplicó a frutos recién cosechados independientemente de su grado de madurez (contenido de materia seca).

Figura 4: Efectividad del 1-MCP en frutos de aguacate 'Hass' de diferentes días de corte y grado de madurez. Inifap 2008.

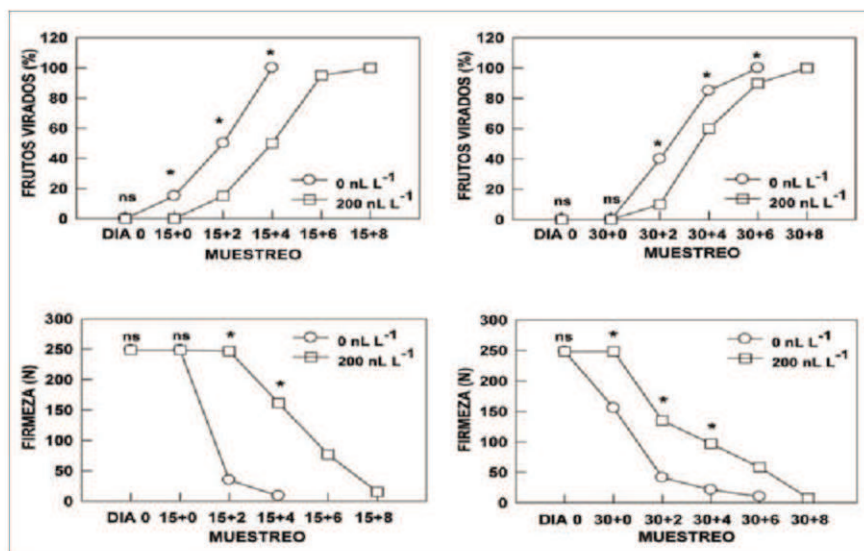


Figura 2: Efecto de la refrigeración y 1-MCP sobre el vire de color de cáscara y la firmeza de frutos de aguacate 'Hass'. Inifap 2003.

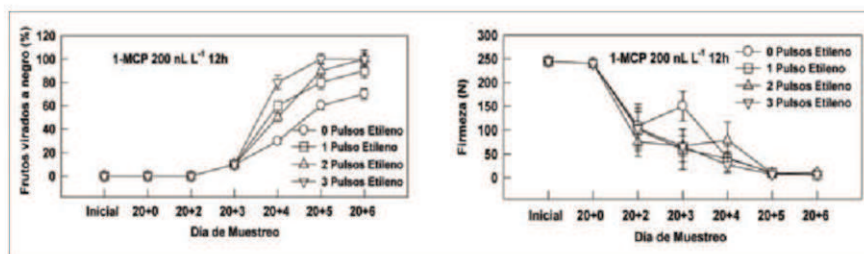
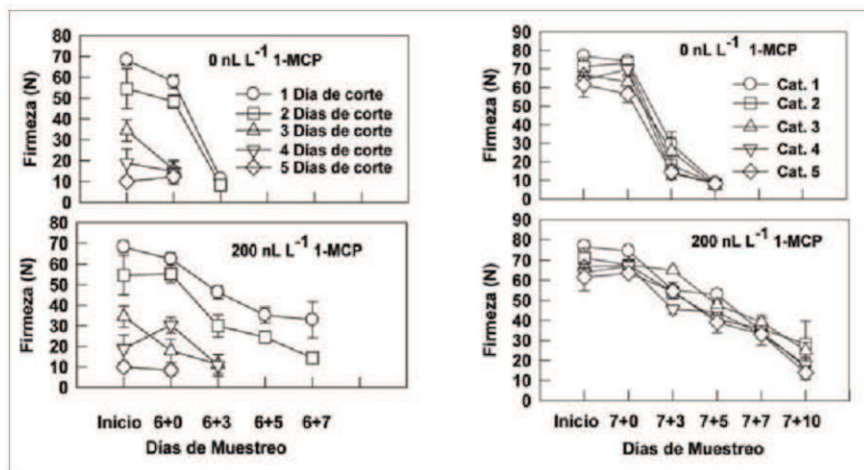


Figura 3: Reversión del efecto del 1-MCP mediante pulsos de etileno. Inifap 2005.



Referencias bibliográficas

- Apeam, A.C. 2012. Exportación de aguacate durante el 2011. www.apeamac.com. Consultada en Abril, 2012.
- Blankenship, S. and Dole, J. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*. 28:1-25.
- Faostat. 2012. <http://faostat.fao.org>. Consultada en Abril, 2012.
- Feng, X., Apelbaum, A., Sisler, E., and Goren, R. 2002. Control of ethylene responses in avocado fruits with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*. 20(2):143-150.
- Hofman, P.J., Jobin-Décor, M., Meiburg, G.F., Macnish, A.J. and Joyce, D.C. 2001. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41:567-572.
- Jeong, J., Huber, D.J. and Sargent, S.A. 2001. 1-methylcyclopropene (1-MCP) delays ripening and extends storage life of 'Simmonds' avocado. *Proceedings of the ASHS Annual Conference*. HortScience. 36(4):325.
- Kluge, R.A., Jacomino, A.P., Ojeda, R.M. and Brackmann, A. 2002. Avocado ripening inhibition by 1-methylcyclopropene. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 37(7):895-901.
- Pesis, E., Ackerman, M., Ben-Arie, R., Feygenberg, O., Feng, X., Apelbaum, A., Goren, R. and Prusky, D. 2002. Ethylene involvement in chilling injury symptoms of avocado during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*. 24(2):171-181.
- Serek, M., Sisler, E. C., Tirosh, T. and Mayak, S. 1995. 1-Methylcyclopropene prevents bud, flower, and leaf abscission of geraldton waxflower. *HortScience* 30:1310.
- Sisler, E.C. and Serek, M. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiologia Plantarum*. 100(3):577-582.
- White, A., Wolf, A. and Arpaia, M.L. 2001. Long term storage of 'Hass' Avocado using 1-MCP. *Perishables Handling Quarterly*. University of California, Davis. 108:21-23.
- Yahia, E.M. 2001. Manejo Postcosecha del Aguacate. In: *Memorias del 1er Congreso Mexicano y Latinoamericano del Aguacate*. Uruapan, Michoacán, México. pp:295-304.