

EFFECTO DEL 1-MCP SOBRE LA CALIDAD, METABOLISMO RESPIRATORIO Y VIDA POSTCOSECHA DE RÚCULA REFRIGERADA

Taus, María Raquel; Hasperué, Joaquín Héctor; Rodoni, Luis María; Massolo, Juan Facundo*

Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales (LIPA) Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Calle 60 y 119, La Plata, CP 1900, Bs. As., Argentina.

facundomassolo@gmail.com

RESUMEN: En este trabajo se evaluó el efecto de la aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP), mediante *stickers* liberadores sobre la vida poscosecha de atados de rúcula refrigerada. Cuarenta atados de rúcula se lavaron y desinfectaron con NaOCl (100 ppm, pH 6,5, 10 min). Luego se colocaron en bolsas con o sin *stickers* (Vidre+®). Tras 0, 5, 12 y 17 días a 5 °C se analizó: apariencia, índice de deterioro, pigmentos, color, pérdida de peso, tasa respiratoria, sólidos solubles, pH, antioxidantes contra ABTS⁺, y fenoles. El 1-MCP claramente mantuvo mejor la calidad visual. Si bien con 1-MCP se observó una mayor coloración verde, no difirió en pigmentos respecto del control. Por otro lado, el 1-MCP exhibió menor tasa respiratoria a los 5 y 17 d, presentando a su vez una menor pérdida de peso que el control al final del ensayo. La pérdida de peso se asoció principalmente a la pérdida de agua en la respiración. El 1-MCP no afectó la calidad nutricional, aunque sí influyó en el metabolismo respiratorio (liberación de CO₂ y pérdida de agua). La aplicación de 1-MCP en *stickers* podría considerarse para el transporte y/o almacenamiento no sólo de rúcula dispuesta en paquetes individuales sino también para otras formas de comercialización, como puede ser el producto lavado y listo para consumo.

PALABRAS CLAVE: 1-metilciclopropeno, hortaliza de hoja, deshidratación, amarillamiento, *stickers* liberadores.

EFFECT OF 1-MCP ON QUALITY, RESPIRATORY METABOLISM AND POSTHARVEST LIFE OF REFRIGERATED ROCKET

ABSTRACT: This work evaluated the effect of applying 1-methylcyclopropene (1-MCP) via release stickers on refrigerated rocket bundles. Forty rocket leaf bundles were washed and disinfected with NaOCl (100 ppm, pH 6.5, 10 min). Then, they were placed in bags with or without stickers (Vidre+®). After 0, 5, 12, and 17 days at 5 °C, the following were analyzed: appearance, deterioration index, pigments, color, weight loss, respiratory rate, soluble solids, pH, antioxidants against ABTS⁺, and phenols. The 1-MCP clearly maintained better visual quality. Although green color retention was observed with 1-MCP, it did not differ in pigments compared to the control. On the other hand, 1-MCP exhibited a lower respiratory rate at 5 and 17 days, showing less weight loss than the control at the end of the assay. Weight loss was mainly associated with water loss through respiration. 1-MCP did not affect nutritional quality but influenced respiratory metabolism (CO₂ release and water loss). Applying 1-MCP stickers in rocket leaves could be considered for individual packages and drawers covered with film or IV Gamma products.

KEYWORDS: 1-methylcyclopropene, leafy vegetables, dehydration, yellowing, releasing stickers.

INTRODUCCIÓN

La rúcula (*Eruca sativa* Mill) es una hortaliza de hoja que pertenece a la familia de las crucíferas. Distinguida por su sabor agradable característico, con suaves notas amargas y pungentes, así como por su contenido de fitonutrientes con potencial saludable [1]. Se trata de un producto altamente perecedero, que requiere un rápido manejo y distribución en poscosecha. Dado que en este tipo de productos la refrigeración sola no puede explotarse totalmente, resulta de gran interés la búsqueda de tecnologías que puedan complementarla [2, 3].

El etileno (C₂H₄) es una hormona gaseosa que afecta diversos procesos fisiológicos en plantas, entre ellos, la senescencia [4, 5]. Una alternativa para mejorar la vida poscosecha de la rúcula es combinar la refrigeración con la aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP), un producto orgánico, inhibidor de la acción del etileno, efectivo ya en muy bajas concentraciones y con insignificante residualidad [6]. Aunque el 1-MCP ha sido utilizado ampliamente para mantener la calidad poscosecha tanto de productos climatéricos [7, 8, 9] como no climatéricos [10, 11], son acotados los reportes que han informado su eficacia en hortalizas de

Recibido: 17/11/2023; Aceptado: 4/12/2023

hoja. Previamente se estudió el efecto del 1-MCP en postcosecha de rúcula [12]. Interesantemente se encontró que dicho compuesto mejoró la vida útil retrasando la pérdida de color verde. Siguiendo esa línea, en el presente trabajo se plantea evaluar la aplicación de 1-MCP pero mediante *stickers* liberadores en el producto ya envasado. Consideramos que dicha información puede ser de utilidad si se desea avanzar en la aplicación comercial del 1-MCP para retrasar la senescencia de vegetales verdes.

METODOLOGÍA

Acondicionamiento del material vegetal y tratamientos

Para la realización del ensayo, se utilizaron 40 atados de hojas de rúcula con raíz. Primeramente, se realizó una limpieza y desinfección con NaClO 100 mg L⁻¹, pH 6,5, por inmersión, 10 min. A la parte aérea se la desinfectó con etanol (70% v/v) en lugar de hipoclorito de sodio, ya que no fue necesario un tratamiento tan drástico por no estar en contacto directo con la tierra y además se llevó a cabo por aspersión para evitar acumulación de agua excesiva entre las hojas de los atados. El material se secó con papel hasta no contener agua libre en superficie. Los atados se dividieron en dos lotes, de los cuales uno recibió tratamiento con 1-metilciclopropano (1-MCP) y el otro fue utilizado como control, sin ningún tratamiento. Cada atado de rúcula (n=20) fue dispuesto dentro de una bolsa de polietileno de 15x20 cm, cerrada sin hermeticidad, con 2 *stickers* (Vidre+®) del lado interno. Cada bolsa se cerró con un doblez, dejando un espacio de cabeza, para que, en presencia de humedad, el 1-MCP pudiera ser liberado dentro de las mismas. Las muestras del control (n=20) se acondicionaron de igual manera, aunque sin *stickers*. Posteriormente se pesaron todos los atados (con bolsa, restando su peso), se refrigeraron a 5 °C y 90% HR por 0, 5, 12 y 17 días. A cada tiempo se hizo un seguimiento de apariencia (mediante observación visual y fotos) y se determinó: índice de deterioro, pérdida de peso, color y tasa respiratoria y además se congeló material para luego medir clorofilas y carotenoides, sólidos solubles, pH, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos. Las determinaciones se realizaron según se describe en la siguiente sección.

Determinaciones experimentales

En tejido fresco

a) Apariencia: Además de evaluarse visualmente, se tomaron fotografías de los atados de rúcula, colocados en iguales condiciones de luz y utilizando un paño de color negro para contrastar la imagen.

b) Índice de deterioro (ID): Ensayos preliminares permitieron observar la evolución de la rúcula durante el almacenamiento, en las condiciones previamente mencionadas, hasta ser descartada totalmente. Los principales descriptores que la caracterizaron fueron: deshidratación (marchitamiento), amarillamiento y podredumbre blanda. La incidencia de la deshidratación fue el descriptor de mayor peso, seguido del amarillamiento y, por último, de la podredumbre blanda. Según cada defecto e incidencia se calculó un ID, en un rango de 0 a 4, siendo: 0 = sin daño, 0-1 = daño incipiente, 1-2 = daño leve, 2-3 = daño moderado (no comercializable a no consumible) y 3-4 = daño severo (descarte).

c) Luminosidad (L*) y Tono (HUE): Para las mediciones se empleó un colorímetro (Minolta, Modelo CR-400, Japón). Se obtuvieron los parámetros L*, a* y b* y se calculó el ángulo Hue = $180 - \text{tg}^{-1} b^*/a^*$ [13].

d) Pérdida de peso: Se pesó al comenzar el ensayo cada bolsa (conteniendo un atado cada una) y luego en cada día de muestreo. A cada valor se le restó el peso de la bolsa vacía, para calcular finalmente la pérdida de peso total como: $\% \text{ pérdida de peso} = ((\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial}) \times 100$.

e) Tasa respiratoria: Para cada condición se pesó cada atado de rúcula y estos se colocaron individualmente en frascos herméticos que se almacenaron por 10 minutos a 20 °C. Se registró la concentración de CO₂ en el espacio de cabeza con un sensor IR. El resultado se expresó como milimoles de CO₂ liberados en una hora por kilogramo de muestra (mmol kg⁻¹ h⁻¹).

En tejido congelado

f) Clorofilas y carotenoides: Se determinaron según Lichtenthaler [14] a partir de extractos en acetona/agua, como se detalla a continuación. Para la obtención de los extractos se pesaron 0,2 g de tejido previamente congelado y pulverizado con un molinillo, que se extrajeron con 5 ml de acetona/agua 80:20, agitando en vórtex, hasta visualizar la ausencia de pigmento en la muestra. Las muestras se centrifugaron a 5000 x g durante 10 minutos a 5 °C. Para la cuantificación de los pigmentos mencionados estos extractos se utilizaron dentro del mismo día de preparación.

Se midió la absorbancia a 460, 646 y 663 nm con espectrofotómetro. Los resultados se expresaron en miligramos equivalentes de β-caroteno por kilogramo de tejido (mg kg⁻¹).

g) Sólidos solubles: Se congeló cada muestra con N₂ (l), se pulverizó en molinillo. El polvo obtenido se colocó en un paño de gasa y se extrujo de forma sistemática hasta liberar el líquido retenido físicamente. Éste se homogeneizó en vórtex y tomando una gota se evaluó el contenido de sólidos solubles en un refractómetro digital. Los resultados se expresaron en °Brix.

h) pH: Para determinar el pH se obtuvieron extractos acuosos, preparados de la siguiente manera: se trituró tejido congelado con un molinillo hasta obtener un polvo, se pesaron 5 g de polvo y se disolvieron en 50 ml de agua destilada bajo agitación con buzo magnético. Sobre las dispersiones obtenidas y bajo agitación, se registró el pH por potenciometría, utilizando un pH-metro.

i) Sustancias reactivas al ABTS-+: Se midió según Arnao *et al.* [15], con leves modificaciones, utilizando un extracto etanólico. Para ello, se congeló tejido fresco con N₂ (l), se pulverizó en molinillo, se pesó 1 g del polvo resultante y se realizó la extracción con 5 ml de etanol. La mezcla se homogeneizó con un vórtex por 2 minutos y se centrifugó a 5000 x g durante 10 minutos. Luego, se mezclaron 100 µL de extracto con 1000 µL de ABTS-+ (Abs^{734 nm} inicial = 0,700) y se registró la disminución de la absorbancia. Se utilizó Trolox como estándar y los resultados fueron expresados como miligramos equivalentes de Trolox por kilogramo de muestra (mg kg⁻¹).

j) Compuestos fenólicos: Se determinaron según Singleton *et al.* [16], a partir de los extractos etanólicos (previamente descriptos), empleando el reactivo de Folin-Ciocalteu. En tubos de ensayo se colocaron 150 µL de extracto etanólico, luego se agregaron 1200 µL de agua destilada y seguidamente 50 µL del reactivo Folin-Ciocalteu 1:1 en agua. Las muestras se agitaron con vortex, y luego de 3 minutos se agregaron 100 µL de Na₂CO₃ 20% (p/v) en NaOH 0,1 eq. L⁻¹. Los tubos se homogeneizaron en vortex y se incubaron a 20 °C en oscuridad por 1

hora. Luego, se midió la absorbancia a 760 nm en un espectrofotómetro. Se obtuvo una curva de calibración utilizando ácido clorogénico como patrón. Los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de ácido gálico por kilogramo de muestra (mg kg^{-1}).

RESULTADOS Y DISCUSION

Apariencia e índice de deterioro

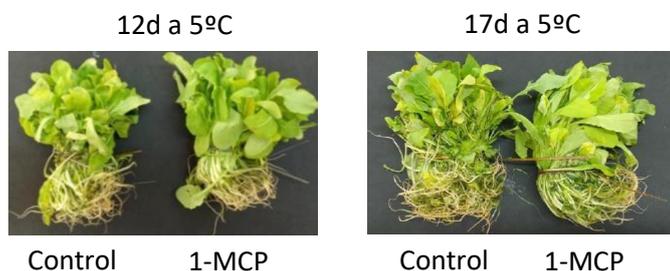


Figura 1 - Apariencia de rúcula control o tratada con 1-MCP almacenada dentro de bolsas cerradas (no herméticas) por 12 y 17 días a 5 °C.

El tratamiento con 1-MCP resultó eficaz para mantener por más tiempo la calidad global de los atados de rúcula respecto del lote control (Figuras 1 y 2). Si bien, luego de 17 días ambos lotes llegaron al final de su vida útil, el tratado con 1-MCP presentó mejor integridad de sus hojas y menor pardeamiento de raíz (Figura 1). Estos resultados van de la mano con los hallados por Siomos y Kokounaras [12].

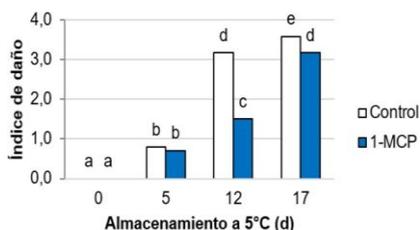


Figura 2 - Índice de deterioro de rúcula control o tratada con 1-MCP, almacenada dentro de bolsas cerradas (no herméticas), por 0, 5, 12 y 17 días a 5 °C. Letras distintas indican diferencias significativas en un test de LSD de Fisher con $p < 0,01$.

Color

Si comparamos en los distintos días de almacenamiento, las muestras control presentaron un aumento del valor de L^* (luminosidad) mucho más elevado que el lote con 1-MCP (Figura 3). Esto es consecuencia del cambio de tono de verde a amarillo, esta tonalidad refleja más la luz que el verde, por lo que es otro indicio de que el 1-MCP retrasó la senescencia de la rúcula.

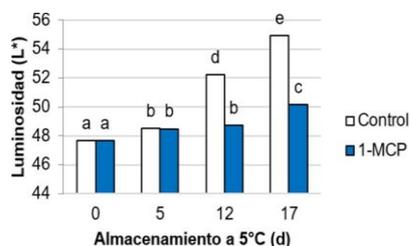


Figura 3 - Luminosidad de rúcula control o tratada con 1-MCP, almacenada dentro de bolsas cerradas (no herméticas), por 0, 5, 12 y 17 días a 5 °C. Letras distintas indican diferencias significativas en un test de LSD de Fisher con $p < 0,01$.

Así como se observó para la luminosidad (L^*), desde el día 12 los valores del tono (Hue), cuya disminución representa el cambio de verde a amarillo, se mantuvieron por más tiempo en los atados tratados con 1-MCP respecto del control (Figura 4). Para el grupo control, la exposición de tonalidades más amarillentas indica que la senescencia fue más avanzada en esos tiempos.

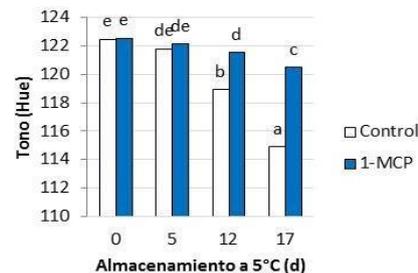


Figura 4 - Tono de rúcula control o tratada con 1-MCP, almacenada dentro de bolsas cerradas (no herméticas), por 0, 5, 12 y 17 días a 5 °C. Letras distintas indican diferencias significativas en un test de LSD de Fisher con $p < 0,01$.

Pigmentos

La clorofila es el compuesto responsable de la coloración verde de las hojas de la rúcula, y es por ello que su degradación se correlaciona directamente en la apreciación visual y aceptabilidad del consumidor. La degradación de este pigmento se produce por varios factores que pueden ser físicos o ambientales, tales como la luz, humedad y temperatura [17]. Las presiones parciales de dióxido de carbono, así como también de oxígeno y la presencia de etileno también influyen en factores fisiológicos tales como la actividad de enzimas del catabolismo de clorofilas y el desmantelamiento de cloroplastos [18]. Cabe mencionar que, aunque Siomos y Kokounaras [12] encontraron diferencias significativas en el contenido de clorofilas de rúcula a favor del lote con 1-MCP, en el presente trabajo, no hubo cambios significativos entre tratamientos (Figura 5).

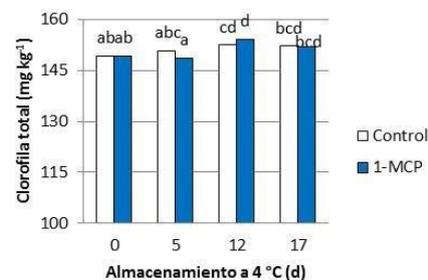


Figura 5 - Contenido de clorofila total en hojas de rúcula control o tratada con 1-MCP, almacenada dentro de bolsas cerradas (no herméticas), por 0, 5, 12 y 17 días a 5 °C. Letras distintas indican diferencias significativas en un test de LSD de Fisher con $P < 0,01$.

Si bien no hubo diferencias estadísticas en cuanto al contenido de carotenoides entre los tratamientos, luego del día 0 la tendencia en la concentración de carotenoides en el lote con 1-MCP siempre fue mayor que en el control, quien además sufrió una disminución significativa desde los 12 días de almacenamiento (Figura 6). Otros autores observaron un retraso significativo de la tasa de degradación de carotenoides en una hortaliza de hoja (kale) como consecuencia de un tratamiento con 1-MCP [19].

Los resultados observados para el contenido de carotenoides se correlacionaron con los valores crecientes de luminosidad y los decrecientes en el tono, desde el día 12 de almacenamiento.

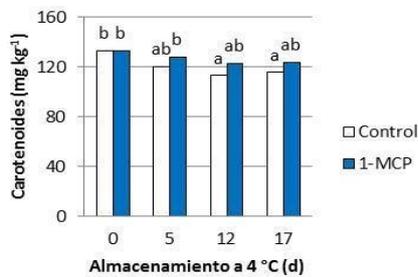


Figura 6 - Contenido de carotenoides en hojas de rúcula control o tratada con 1-MCP, almacenada dentro de bolsas cerradas (no herméticas), por 0, 5, 12 y 17 días a 5 °C. Letras distintas indican diferencias significativas en un test de LSD de Fisher con $p < 0,01$.

Pérdida de peso y tasa respiratoria

En postcosecha, la mayor contribución a la pérdida de peso suele atribuirse a la pérdida de agua en el proceso de respiración. Los resultados observados para los atados de rúcula no fueron la excepción, ya que hubo un aumento de ambos parámetros en el almacenamiento y en el día 17 se observó un marcado aumento de los dos parámetros (Figuras 7a y 7b). Sobre este día final, ambos valores fueron menor en el grupo tratado con el inhibidor de etileno, demostrándose así otro indicio de retraso del deterioro respecto del control. Estudios similares realizados en hortalizas de hoja bajo atmósferas modificadas han demostrado reducción de la producción de etileno y consecuentemente alargamiento de la vida útil del producto [20]. Tanto a d5 como a d17, se observó una reducción importante de la tasa respiratoria en los atados con 1-MCP.

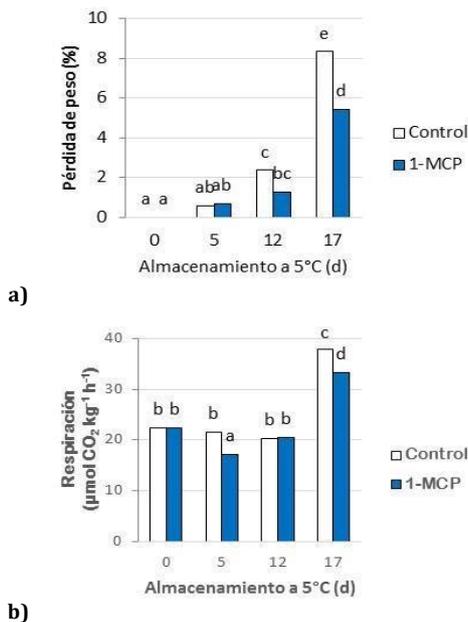


Figura 7 – a) Pérdida de peso y b) tasa respiratoria de rúcula control o tratada con 1-MCP, almacenada dentro de bolsas cerradas (no herméticas), por 0, 5, 12 y 17 días a 5 °C. Letras distintas indican diferencias significativas en un test de LSD de Fisher con $p < 0,01$.

Sólidos solubles, pH, antioxidantes y fenoles

La rúcula fresca (d0) partió de un contenido de sólidos solubles de 4,0 °Brix (Tabla 1), valor que fue decreciendo durante el almacenamiento, aunque sin diferencias significativas entre tratamientos. El pH (Tabla 1), fue de 6,59 al inicio y se incrementó durante el almacenamiento llegando a 7,60 luego de 17 d, pero sin diferencias entre tratamientos. El comportamiento observado a lo largo del tiempo para ambas variables podría relacionarse con el consumo paulatino de azúcares y ácidos por respiración. Trabajos realizados por otros autores han encontrado que el

1-MCP interfiere en la actividad de las enzimas vinculadas al metabolismo energético [21].

Tabla 1 - Sólidos solubles (°Brix) y pH de atados de rúcula control o tratados con 1-MCP, almacenados por 0, 5, 12 y 17 días a 5 °C. Letras distintas indican diferencias significativas en un test de LSD de Fisher con $p < 0,01$.

		Almacenamiento a 5 °C (d)			
		0	5	12	17
Sólidos solubles (° Brix)	Control	4,0d	3,7cd	3,7bc	3,2a
	1-MCP	4,0d	3,9d	3,1cd	3,3ab
pH	Control	6,59a	6,83a	7,13ab	7,71b
	1-MCP	6,59a	6,86a	7,18ab	7,60b
Antioxidantes contra ABTS+ (mg kg⁻¹)	Control	448c	467cd	508d	329a
	1-MCP	448c	420bc	467cd	382ab
Compuestos Fenólicos (mg kg⁻¹)	Control	617c	573c	528bc	382a
	1-MCP	617c	518bc	513bc	445ab

La capacidad antioxidante frente al radical ABTS+ se incrementó hacia tiempos intermedios del almacenamiento y luego se redujo, pero sin diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 1). El contenido de compuestos fenólicos presentó un comportamiento algo diferente al de antioxidantes totales, esto es, su contenido disminuyó durante el almacenamiento y no se registraron diferencias significativas entre el grupo control y el tratado con 1-MCP (Tabla 1).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento con 1-metilciclopropeno a través de stickers en atados de rúcula retrasó los procesos metabólicos asociados a la respiración (tasa respiratoria y pérdida de peso) y el deterioro global, sin generar cambios en la calidad nutricional. Este tratamiento podría ser considerado en la cadena comercial para este producto tan perecedero ya que podría reducir sus pérdidas postcosecha. Estos stickers podrían ser aplicados no sólo para paquetes individuales no herméticos, sino también para cajones con film envolvente o para bandejas refrigeradas del producto mínimamente procesado.

REFERENCIAS

[1] J. Barillardi, D. Canistro, M. Paolini, F. Ferroni, G.F. Pedulli, R. Iori, L. Valgimigli. "Direct antioxidant activity of purified glucoerucin, the dietary secondary metabolite contained in rocket (*Eruca sativa* Mill) seeds and sprouts". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, **2005**, 2475-2482.

[2] C. Moreno, M.J. Andrade-Cuvi, M.J. Zaro, M. Darré, A.R. Vicente, A. Concellón. "Short UV-C treatment prevents browning and extends the shelf-life of fresh-cut carambola". *Journal of Food Quality*, **2017** 9 pp.

[3] C.Y. Wang. "Postharvest techniques for reducing low temperature injury in chilling-sensitive commodities". En *Improving postharvest technologies of fruits, vegetables and ornamentals*. F. Artés, M.I. Gil, M.A. Conesa (Eds). International institute of refrigeration. Murcia (España). **2, 2000**, 467-471.

[4] R. Fluhr. "Ethylene perception: from two-component signal transducers to gene induction". *Trends in Plant Science*. **3, 1998**, 141-146.

[5] S.D. Yoo, Y. Cho, J. Sheen. "Emerging connections in the ethylene signaling network". *Trends in Plant Science*. **14, 2009**, 270-279.

[6] S. Lurie, G. Paliyath. "Enhancing postharvest shelf life and quality in horticultural commodities using 1-MCP technology". En: G.D. Paliyath, A. Murr, A. Handa y S. Lurie, *Postharvest Biology and Technology of fruits*,

vegetables, and flowers. Ed: Wiley-Blackwell Publishing, New Delhi, India, **2008**, 162pp.

- [7] J.F. Massolo, A. Concellón, A.R. Chaves, A.R. Vicente. "1-Methylcyclopropene (1-MCP) delays senescence, maintains quality and reduces browning of non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit". *Postharvest Biology and Technology*. 59, **2011**, 10-15.
- [8] J.F. Massolo, A. Concellón, A.R. Chaves, A.R. Vicente. "Use of 1-methylcyclopropene to complement refrigeration and ameliorate chilling injury symptoms in summer squash". *CyTA - Journal of Food*. 11, **2013**, 19-26.
- [9] T.K. Satekge, L.S. Magwaza. "Postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on climacteric fruits: factors affecting efficacy". *International Journal of Fruit Science*. 22, **2022**, 595-607.
- [10] L. Li, A. Lichter, D. Chalupowicz, D. Gamrasni, T. Goldberg, O. Nerya, R. Ben-Arie, R. Porat. "Effects of the ethylene-action inhibitor 1-methylcyclopropene on postharvest quality of non-climacteric fruit crops". *Postharvest Biology and Technology*. 111, **2016**, 322-329.
- [11] J.F. Massolo, L. González Forte, A. Concellón, S.Z. Viña, A.R. Vicente. "Effects of ethylene and 1-MCP on quality maintenance of fresh cut celery". *Postharvest Biology and Technology*. 148, **2019**, 176-183.
- [12] A.S. Siomos, A. Koukounaras y E. Sfakiotakis. (2006). "1-Methylcyclopropene prevents ethylene induced yellowing of rocket leaves". *Postharvest Biology and Technology*, 41, 2006, 109-111.
- [13] R.G. McGuire. "Reporting of objective color measurements".

Horticultural Science. 27, **1992**, 1254-1255.

- [14] H.K. Lichtenthaler. "Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes". *Methods in Enzymology*. 148, **1987**, 350-382.
- [15] M.B. Arnao, A. Cano, M. Acosta. "The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity". *Food Chemistry*. 73, 239-244.
- [16] V. Singleton, R. Orthofer, y R. Lamuela-Raventos. "Analysis of total phenols and others oxidation substrates and oxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent". *Methods in Enzymology*. 299, **1999**, 152-178.
- [17] P. Matile, S. Hörtensteiner, H. Thomas. "Chlorophyll degradation". *Annual Review in Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 50, **1999**, 67-95.
- [18] A.E. Watada, K. Abe, N. Yamuchi. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technol* **1990**, 116-22.
- [19] B. Sun, H. Yan, N. Liu, J. Wei, Q. Wang. "Effect of 1-MCP treatment on postharvest quality characters, antioxidants and glucosinolates of Chinese kale". *Food Chemistry*, 131, **2012**, 519-526.
- [20] V.H. Escalona. "Uso de envasado en atmósfera modificada en los productos de IV y V gama". *Agrociencia (Uruguay)*, 21, **2017**, 1-6.
- [21] J. Mainardi, E. Purgatto, A. Jr. Vieira, W.A. Bastos, B.E. Cordenunsi, J.R. Oliveira, F.M. Lajolo. "Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene (1-MCP) on gene expression and activity profile of a-1,4-glucan-phosphorylase during banana ripening". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54, **2006**, 7294-7299.