

EVALUACIÓN DE INHIBIDORES DE ETILENO PARA PROLONGAR LA VIDA DE FLORERO DE *Gardenia jasminoides* Ellis

EVALUATION OF ETHYLENE INHIBITORS TO EXTEND THE VASE LIFE OF *Gardenia jasminoides* Ellis

Alduci-Martínez, F.J.¹; Leyva-Ovalle, O.R.¹; Cruz-Cruz, C.A.²; Núñez-Pastrana, R.^{1*}

¹Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Camino Peñuela-Amatlán s/n, Municipio de Amatlán de los Reyes, Ver., C.P. 94945. ²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Prolongación Av. Oriente 6 1009, Col. Rafael Alvarado, Orizaba, Ver., C.P. 94340.

***Autor de correspondencia:** ronunez@uv.mx

RESUMEN

La gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis), es una planta ornamental altamente apreciada por su fragancia y coloración blanca; sin embargo, una desventaja durante su comercialización es la corta vida poscosecha marcada por un cambio en la coloración de la flor. La inhibición de la acción del etileno se ha aprovechado como estrategia para prolongar la vida de florero de algunas plantas ornamentales, por ello, se evaluó la aplicación de dos inhibidores de etileno, con el propósito de prolongar la vida de florero de la gardenia. Los inhibidores se aplicaron durante 4, 12 y 24 h en flores cortadas en diferentes estadios de desarrollo. Se evaluó como parámetros de senescencia el peso fresco, color de pétalos, longevidad floral y en el tratamiento con 1-MCP, la epinastia floral. Los resultados demostraron que el 1-MCP retardó la senescencia aplicado en flores en la fase conocida como "rayada" durante 24 h, incrementó la vida de florero casi dos días.

Palabras clave: senescencia, 1-MCP, flores, poscosecha.

ABSTRACT

Gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) is an ornamental plant highly appreciated for its fragrance and coloration; however, one of its disadvantages during its commercialization is its short post-harvest life marked by a change in the flower coloration. The action inhibition of ethylene has been taken advantage of as a strategy to extend the vase life of some ornamental plants, and thus, the application of two ethylene inhibitors was evaluated, with the purpose of extending the vase life of gardenia. The inhibitors were applied for 4, 12 and 24 h in flowers cut in different stages of development. As parameters of senescence the following were evaluated: fresh weight, color of petals, flower longevity, flower epinasty, and application of 1-MCP. The results showed that the 1-MCP delayed the senescence when applied on flowers in the phase known as "striped" during 24 h, increasing the life of the vase almost two days.

Keywords: senescence, 1-MCP, flowers, post-harvest.



INTRODUCCIÓN

La gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) (Rubiaceae) es un arbusto perenne originario de China, y es una de las especies con mayor importancia dentro del género, con alta diversidad de variedades diferenciadas principalmente por el tamaño de planta, flor, y complejidad (sencillas o doble) (Kobayashi y Kaufman, 2006). El color blanco de la gardenia y su agradable fragancia, son las principales características que le brindan importancia ornamental, y el fruto, es altamente apreciado por la medicina tradicional China; existen diferentes reportes que indican sus propiedades medicinales, incluidas su actividad antioxidante, antihiperlipidémica, protección de las células neuronales y contra desordenes hepáticos (Lee *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2006; Choi *et al.*, 2007; He *et al.*, 2010; Debnath *et al.*, 2011; Meng *et al.*, 2013). En Veracruz, México, los principales municipios que producen la gardenia son Santa Ana Atzacan, La Perla, Fortín e Ixhuatlancillo (Demeneghi, 2015, comunicación personal), y una desventaja para comercializar eficientemente la flor es su corta vida poscosecha, la cual varía de dos a siete días y depende de la fase (estadio) de desarrollo en la cual se corta la flor, así como de la temperatura a la cual se almacene. La flor se corta en tres fases dependiendo de su color, es decir, alimonada (color verde claro con el botón floral cerrado), rayada (botón floral comienza a abrirse, bordes de pétalos de coloración verde y el resto del pétalo es blanco), y blanca (botón floral aún no se abre completamente y los pétalos son completamente blancos) (Figura 1). Uno de los principales factores que afectan la calidad de la flor es el cambio de su coloración, de blanca a amarilla, un proceso que caracteriza su senescencia, que representa la última fase del desarrollo floral, y que también resulta en el marchitamiento o abscisión de la flor completa o alguna de sus partes. A este respecto, se sabe que la senescencia floral es un proceso activo gobernado por un programa de muerte celular bien definido (Kumar *et al.*, 2008a). El etileno es una hormona vegetal que regula muchos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia; en algunas especies de flor cortada el etileno reduce la longevidad causando marchitamiento, caída de pétalos y pérdida o cambio de color (Reid y Wu, 1992; Shimizu-Yumoto y Ichimura, 2012; Trivellini *et al.*, 2011). Para controlar la respuesta de los tejidos vegetales al etileno existen dos vías, inhibir su biosíntesis o inhibir su acción. El uso de inhibidores es limitado y se ha preferido el uso de compuestos que inhiben la acción del etileno, ya que proveen protección contra el etileno exógeno y endógeno. Algunos productos que actúan como inhibidores son el tiosulfato de plata, que ha sido utilizado en el manejo poscosecha de plantas ornamentales (Hashemabadi, 2014; Ahmad *et al.*, 2016), el ión plata se une al receptor de etileno sustituyendo al ión cobre, limitando la unión del etileno a su receptor, así como, el gas 1-metilciclopropeno (1-MCP), que compite por el sitio receptor del etileno, no es tóxico, es de fácil uso y en bajas dosis prolonga la vida postcorte de la planta (Kou *et al.*, 2012; In *et al.*, 2015). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tiosulfato de plata y el 1-MCP como inhibidores de etileno sobre la vida poscosecha de tallos florales de gardenia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se cosecharon tallos florales de gardenia blanca entre 15-20 cm de longitud, cultivados en campo abierto en La Sidra, municipio de Santa Ana Atza-

can, Veracruz en tres fases de desarrollo: alimonada, rayada y blanca (Figura 1A, C y D). La cosecha se llevó a cabo durante septiembre y octubre de 2015. Las flores se colocaron en recipientes de plástico de 7 L, los cuales contenían 4 L de agua de garrafón y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, 9 mL del producto EthylGuard® (tiosulfato de plata) (STS); se colocaron 60 flores, 20 de cada fase de desarrollo dispuestas en cajas tapadas manteniendo las flores sumergidas en la solución durante 4 h, 12 h y 24 h. Como testigo, el mismo número de flores se colocó en recipientes que contenían exclusivamente agua. Finalizando cada tratamiento, las flores se colocaron en cajas de cartón forradas en el interior con hojas de platanillo (*Musa* spp), simulando la manera en la que los productores almacenan las flores durante la comercialización, y se realizaron evaluaciones para determinar el comportamiento del ramillete floral durante seis días poscosecha. Para el tratamiento con 1-MCP, se colocaron 60 flores, 20 de cada fase de desarrollo en cajas de cartón forradas en el interior con hojas de platanillo, posteriormente se colocaron cuatro sobres de 1-MCP (EthylBloc™-Sachets®, cada uno con 0.35 mg⁻¹ de ingrediente activo), se rociaron con agua y las cajas se sellaron con plastipack® para evitar la salida del 1-MCP. El tratamiento se aplicó durante 4 h, 12 h y 24 h. El mismo número de flores se colocó en cajas de cartón en ausencia de 1-MCP como testigo. Después de los tratamientos, las flores se colocaron en floreros con agua potable y monitoreó el comportamiento poscosecha durante seis días. Se determinó el peso fresco, color de la flor, longevidad floral y en el tratamiento

con 1-MCP, la epinastía de las flores cada dos días durante los seis del periodo total.

Color de la flor. Inicialmente se realizó la determinación del color en flores sin tratamiento a lo largo de su periodo normal de poscosecha, comprendido por los estadios: tierno (inmadura), alimonada, rayada, blanca, abierta, amarilla y café. Se utilizó el colorímetro Chroma meter CR-400/410 (Konica Minolta) y se determinó el espacio de color $L^*C^*h^*$; que representan la luminosidad del color [L^* , caracterizada por los colores que van desde el negro ($L^*=0$) hasta el blanco ($L^*=100$)]; el croma (C^* , indica el grado que el matiz difiere del gris); y el matiz o tonalidad (h^* , se refiere al nombre del color: rojo, azul, amarillo). El lector de color se colocó en el centro de cada pétalo y se evaluaron tres pétalos por flor en todos los tratamientos.

Longevidad floral. Se determinó que la vida de florero terminaba cuando las flores presentaran coloración amarilla. Se calculó la vida poscosecha media de todas las flores (testigos y tratamientos) y en base a ella se realizaron comparaciones con cada uno de los testigos y tratamientos.

Epinastía floral. Se cuantificaron las flores que presentaban más de 45° epinastía, esta determinación se realizó únicamente en el tratamiento con 1-MCP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Color de la flor de gardenia

A lo largo de la vida poscosecha de la flor de gardenia se observó que la luminosidad (L^*) tiende a aumentar hasta el estadio de flor abierta; es decir, el color tiende

a aclararse, posteriormente disminuye en los estadios de flor amarilla y café, indicando que el color va a oscurecerse (Figura 1). El valor del matiz, h^* , registró un rango de 68.99° - 116° , ubicado entre amarillo y verde; el valor más alto fue en el estadio tierno (Figura 1A, G), reflejando claramente su coloración verde, posteriormente los valores disminuyeron moderadamente pero permanecieron relativamente constantes hasta el estadio amarillo, donde su valor incrementó a 95.16° ; finalmente en el estadio café fue cuando se presentó otra disminución en su valor, indicando la tendencia hacia el color amarillo (Figura 1G). El valor del croma, C^* , fue el que mostró una variación más drástica a lo largo de la vida poscosecha de la flor, sus valores ascendieron moderadamente hasta el estadio rayada, posteriormente se registró una marcada disminución en el estadio de flor abierta, con valor de 6.34 correspondiente a flor blanca, finalmente el valor de C^* volvió a incrementarse en los estadios amarilla y café (Figura 1G).

Peso fresco

El porcentaje de pérdida de peso fresco de los tallos florales durante su almacenamiento poscosecha dependió del tratamiento, tiempo de exposición y estado de desarrollo de la flor. Las flores cosechadas como alimonadas y tratadas durante 4 h y 24 h con STS registraron menor pérdida de peso fresco, respecto a sus testigos; mientras que la flores cosechadas como rayadas, presentaron menor pérdida de peso fresco cuando se trataron durante 12 h con STS, mientras que las flores blancas mostraron menor pérdida de peso fresco cuando se trataron por 4 h y 12 h con STS respecto a sus testigos (Figura 2A). Las flores tratadas con 1-MCP

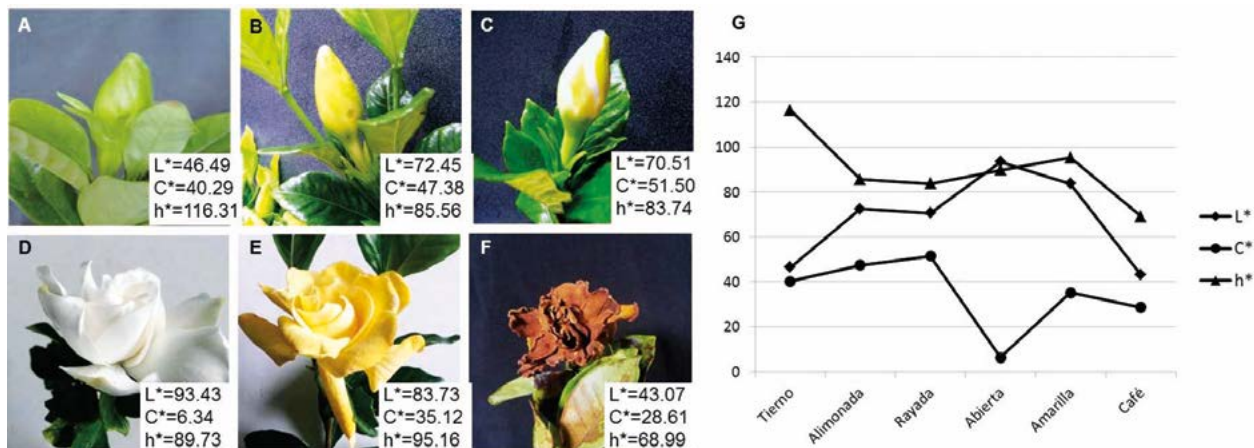


Figura 1. Determinación del color en los diferentes estadios de desarrollo de la gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis). A: tierno, B: alimonada, C: rayada; D: abierta; E: amarilla y F: café. G: variación del color en el espacio $L^*C^*h^*$ a lo largo de los diferentes estadios de desarrollo.

tuvieron mayor porcentaje de pérdida de agua, respecto al tratamiento con STS (Figura 2). Las flores alimonadas y blancas tratadas durante 12 h y 4 h, respectivamente, registraron menor porcentaje de agua respecto a sus testigos (Figura 2B). De manera general, las flores blancas fueron las que presentaron mayor pérdida de peso en el tratamiento con 1-MCP, indicando que cuando las flores se encuentran más cercanas a su periodo final de vida, la pérdida de agua se acelera. Existen reportes que indican que el peso fresco de la rosa (*Rosa* spp.) disminuye en flores tratadas con etileno (Chamani *et al.*, 2005), y en flores de fresa (*Fragaria* spp.) se incrementa con inhibidores de la percepción de la fitohormona; además, la respuesta también depende del tiempo de exposición y concentración del inhibidor (Zencirkiran, 2010).

Color de la flor

Respecto al cambio de coloración de las flores tratadas con STS en diferentes tiempos, no se observó una tendencia clara a lo largo del periodo de análisis que diferenciara a los testigos de los tratamientos en los tres estados de desarrollo; únicamente en flores alimonadas tratadas durante 24 h con STS, se observó un color más claro respecto a su testigo a los cuatro días después de la cosecha; mientras que las flores rayadas y blancas, registraron diferencia entre el tratamiento de 12 h con STS y su testigo a los dos días poscosecha, observando que las flores del primero tenían coloración más blanca (representado por un valor de croma más bajo), sugiriendo que hay retraso en la aparición del color café debido a la acción del inhibidor de etileno (Cuadro 1). Se observó que al sumergir las flores en agua por varias horas, ocasiona que los pétalos cambien a coloración café más rápido en todos los tratamientos y testigos.

Por otra parte, no se observó una diferencia muy marcada en la coloración de las flores al ser tratadas con 1-MCP, los valores del matiz en todas las flores oscilaron entre 80.7 y 97.57° que representan el color verde; únicamente las flores en fase rayada tratadas durante 4 h, 12 h y 24 h con el inhibidor de etileno, mostraron coloración amarilla más clara respecto a sus testigos al cuarto día poscosecha (Cuadro 2). Esto demuestra que la fase más susceptible al 1-MCP, es la flor rayada. A pesar de que hay reportes que indican la influencia del etileno en el color de algunas flores (Gao *et al.*, 2015), en este trabajo no

se registró diferencia marcada en el color de la flor dependiente de alguno de los tratamientos (Figura 3).

Longevidad floral

La longevidad floral se prolongó en las flores alimonadas y rayadas que fueron tratadas con STS, el efecto fue mayor en el tratamiento de 24 h donde el incremento fue de 2.16-2.31 días; a diferencia de lo observado en las flores en fase blanca (Figura 4A). La longevidad floral se determinó solo en las flores rayadas y blancas en el tratamiento con 1-MCP, ya que más del 90% de las flores alimonadas, tanto testigo como tratadas, aunque presentaron cambio en su coloración, no lograron abrir, atribuido a que los tallos florales se cortaron inmaduros. En todos los tiempos de evaluación con 1-MCP, las flores cosechadas en fase rayada mostraron mayor longevidad floral respecto al testigo, la mayor diferencia fue registrada a 24 h que aumentó la longevidad floral cerca de dos días. En flores blancas tratadas se registró mayor longevidad floral respecto a sus testigos, de entre 0.4-1 día (Figura 4B).

Epinastia floral

Existen reportes que indican que el etileno puede inducir epinastia en flores (Finger *et al.*, 2016), la cual

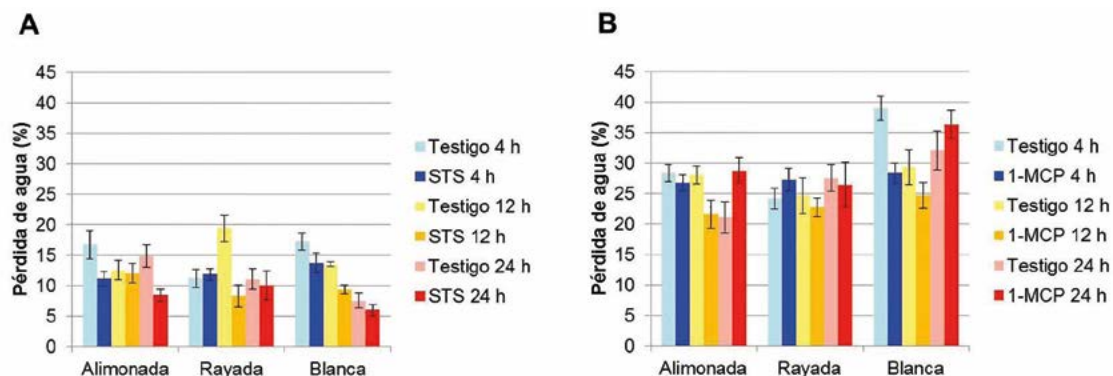


Figura 2. Porcentaje de pérdida de peso fresco entre el día dos y seis poscosecha en flores de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) cosechadas en las fases alimonada, rayada y blanca, tratadas diferentes tiempos con: A) STS y B) 1-MCP.

Cuadro 1. Color de la flor de gardenia cortada en diferentes estadios de desarrollo y tratada por diferentes tiempos con STS.

Fase/ Tratamiento	Días después de la cosecha								
	2			4			6		
	L*	C*	h*	L*	C*	h*	L*	C*	h*
Alimonada									
Testigo 4 h	82.04 ± 2.33	22.71 ± 4.11	108.16 ± 1.16	78.96 ± 2.11	36.21 ± 2.14	91.27 ± 1.11	67.18 ± 1.97	49.62 ± 3.11	83.09 ± 1.40
STS 4 h	90.83 ± 0.36	11.42 ± 1.05	103.67 ± 1.42	76.63 ± 2.05	52.64 ± 3.40	86.92 ± 1.27	83.74 ± 0.72	59.58 ± 0.95	88.86 ± 1.13
Testigo 12 h	70.69 ± 1.99	37.80 ± 3.72	109.15 ± 0.98	70.86 ± 1.93	55.79 ± 2.95	84.13 ± 1.33	75.78 ± 2.21	46.65 ± 2.23	90.52 ± 1.04
STS 12 h	76.94 ± 2.88	14.76 ± 3.36	117.24 ± 1.11	65.66 ± 3.33	44.79 ± 4.95	83.23 ± 1.44	79.44 ± 1.51	48.5 ± 2.85	91.69 ± 0.77
Testigo 24 h	77.14 ± 2.35	25.52 ± 3.41	95.418 ± 1.09	67.18 ± 1.97	49.62 ± 3.11	83.09 ± 1.40	70.31 ± 2.73	42.72 ± 3.23	87.67 ± 1.34
STS 24 h	73.51 ± 2.07	26.56 ± 2.74	92.87 ± 1.06	83.74 ± 0.72	59.58 ± 0.95	88.86 ± 1.13	67.7 ± 3.04	40.83 ± 2.93	85.53 ± 1.30
Rayada									
Testigo 4 h	87.73 ± 0.56	12.76 ± 1.31	104.43 ± 1.36	79.07 ± 2.06	27.71 ± 2.41	95.80 ± 1.22	71.07 ± 3.37	53.67 ± 3.60	84.57 ± 1.40
STS 4 h	89.64 ± 0.46	14.79 ± 1.09	101.86 ± 1.36	77.94 ± 2.05	58.04 ± 2.82	86.64 ± 1.27	79.70 ± 0.98	63.58 ± 2.07	86.44 ± 1.35
Testigo 12 h	79.57 ± 1.81	20.16 ± 1.64	92.16 ± 1.06	71.33 ± 2.70	45.29 ± 3.37	86.68 ± 1.31	63.91 ± 2.59	44.14 ± 3.83	82.87 ± 1.44
STS 12 h	81.14 ± 1.85	6.82 ± 1.64	105.91 ± 1.17	63.97 ± 3.20	34.62 ± 2.85	82.78 ± 1.28	72.15 ± 2.50	49.92 ± 3.4	86.43 ± 1.42
Testigo 24 h	66.89 ± 1.85	26.64 ± 1.40	80.21 ± 1.00	71.48 ± 3.46	51.83 ± 3.85	84.69 ± 1.36	54.65 ± 2.00	30.25 ± 2.94	79.47 ± 1.43
STS 24 h	78.20 ± 3.05	20.04 ± 2.72	91.23 ± 1.03	80.14 ± 1.11	61.56 ± 2.84	86.59 ± 1.37	64.91 ± 3.93	39.36 ± 4.08	85.10 ± 1.37
Blanca									
Testigo 4 h	87.94 ± 0.65	23.51 ± 1.57	100.22 ± 1.46	76.66 ± 1.13	37.57 ± 2.99	89.94 ± 1.18	66.26 ± 1.29	60.52 ± 1.92	80.70 ± 1.22
STS 4 h	86.01 ± 0.75	23.29 ± 1.18	99.84 ± 1.37	74.46 ± 2.67	52.08 ± 3.54	88.32 ± 1.25	72.37 ± 1.12	62.30 ± 2.06	83.48 ± 1.38
Testigo 12 h	97.42 ± 12.01	22.18 ± 6.67	114.22 ± 0.23	59.11 ± 3.42	32.63 ± 3.52	82.20 ± 1.38	69.15 ± 1.71	57.24 ± 3.22	82.99 ± 1.45
STS 12 h	84.04 ± 1.83	6.32 ± 1.42	118.88 ± 1.10	70.91 ± 3.57	44.64 ± 3.74	87.74 ± 1.36	69.65 ± 2.39	55.21 ± 4.19	83.12 ± 1.45
Testigo 24 h	78.56 ± 2.71	29.97 ± 1.92	90.46 ± 0.91	66.26 ± 1.29	60.52 ± 1.92	80.70 ± 1.22	69.33 ± 2.34	48.70 ± 3.66	83.84 ± 1.41
STS 24 h	76.64 ± 3.55	29.36 ± 2.14	90.82 ± 1.00	72.37 ± 1.12	62.30 ± 2.06	83.48 ± 1.38	64.22 ± 2.94	49.38 ± 4.32	81.89 ± 1.43

Cuadro 2. Determinación del color de la flor de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) en los diferentes tiempos de tratamiento con 1-MCP.

Fase/ Tratamiento	Día después de la cosecha								
	2			4			6		
	L*	C*	h*	L*	C*	h*	L*	C*	h*
Alimonada									
Testigo 4 h	69.81 ± 0.65	55.42 ± 1.45	84.23 ± 1.19	84.35 ± 0.54	36.97 ± 1.25	93.66 ± 1.47	74.33 ± 0.85	57.73 ± 2.01	84.46 ± 1.28
1-MCP 4 h	72.45 ± 1.43	47.38 ± 2.42	85.56 ± 1.28	83.53 ± 1.32	30.93 ± 1.23	94.51 ± 0.99	70.08 ± 1.44	41.94 ± 1.65	84.42 ± 1.14
Testigo 12 h	69.49 ± 1.08	44.8 ± 1.79	83.41 ± 1.33	82.61 ± 0.76	37.67 ± 1.42	94.02 ± 1.37	70.09 ± 1.29	54.32 ± 1.63	84.91 ± 1.16
1-MCP 12 h	73.73 ± 0.71	50.79 ± 2.79	85.02 ± 1.34	82.89 ± 1.75	30.67 ± 1.34	97.57 ± 0.90	72.75 ± 0.92	40.73 ± 4.55	81.32 ± 0.21
Testigo 24 h	67.61 ± 0.86	57.99 ± 1.83	81.8 ± 1.33	83.67 ± 0.77	34.16 ± 1.25	95.95 ± 1.26	74.53 ± 0.99	50.41 ± 1.58	86.08 ± 1.09
1-MCP 24 h	73.76 ± 0.84	56.96 ± 2.05	84.21 ± 1.20	83.1 ± 1.01	32.77 ± 1.08	97.4 ± 0.94	74.42 ± 0.98	43.65 ± 2.21	87.54 ± 1.29
Rayada									
Testigo 4 h	70.2 ± 1.29	64.497 ± 1.80	80.7 ± 1.32	86.05 ± 0.46	47.83 ± 1.56	91.87 ± 1.34	72.04 ± 1.20	63.92 ± 1.57	83.39 ± 1.30
1-MCP 4 h	78.88 ± 0.58	66.654 ± 1.22	84.8 ± 1.15	87.67 ± 0.49	35.56 ± 1.36	94.87 ± 1.38	73.24 ± 1.10	57.71 ± 2.03	84.39 ± 1.42
Testigo 12 h	77.37 ± 0.79	67.407 ± 1.61	84.36 ± 1.14	85.95 ± 0.43	48.11 ± 1.13	92.05 ± 1.27	72.44 ± 1.20	66.35 ± 2.07	82.54 ± 1.30
1-MCP 12 h	76.93 ± 0.66	66.06 ± 1.31	83.93 ± 1.20	88.1 ± 0.41	37.37 ± 1.83	94.74 ± 1.48	73.95 ± 0.88	58.73 ± 1.77	84.2 ± 1.33
Testigo 24 h	76.56 ± 0.68	67.716 ± 1.13	83.65 ± 1.14	84.77 ± 0.65	51.42 ± 2.26	90.87 ± 1.30	70.87 ± 1.33	62.66 ± 1.80	82.59 ± 1.28
1-MCP 24 h	76.83 ± 0.85	67.323 ± 1.40	84.05 ± 1.12	87.09 ± 0.66	35.21 ± 1.15	95 ± 1.39	69.55 ± 2.90	49.25 ± 3.22	83.68 ± 1.40
Blanca									
Testigo 4 h	72.34 ± 1.27	56.65 ± 1.67	84.17 ± 1.28	81.43 ± 0.72	53.56 ± 1.90	89.03 ± 1.31	65.98 ± 1.29	55.64 ± 2.16	81.44 ± 1.34
1-MCP 4 h	67.04 ± 1.65	60.76 ± 2.04	81.4 ± 1.37	81.45 ± 0.86	42.41 ± 1.38	90.68 ± 1.30	66.61 ± 1.08	52.31 ± 1.89	81.77 ± 1.37
Testigo 12 h	69.44 ± 1.04	59.48 ± 1.72	82.75 ± 1.30	81.48 ± 0.75	55.88 ± 1.76	88.9 ± 1.33	66.62 ± 1.12	59.5 ± 1.61	81.14 ± 1.34
1-MCP 12 h	70.47 ± 1.34	64.97 ± 1.90	81.92 ± 1.31	80.26 ± 1.39	40.54 ± 1.52	90.1 ± 1.23	64.43 ± 1.57	47.94 ± 2.28	80.71 ± 1.42
Testigo 24 h	71.23 ± 2.733	53.32 ± 3.35	83.86 ± 1.40	80.53 ± 0.92	59.75 ± 2.18	87.25 ± 1.32	65.7 ± 1.41	59.61 ± 1.76	80.87 ± 1.40
1-MCP 24 h	70.99 ± 1.24	54.21 ± 2.00	83.22 ± 1.34	83.21 ± 0.52	47.97 ± 1.42	91.07 ± 1.32	74.87 ± 0.37	61.51 ± 1.72	84.36 ± 1.32



Figura 3. Tallos de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) tratados con STS y 1-MCP en el cuarto día poscosecha. A-C: Testigos de STS. D-F: tratamiento con STS. G-I: testigos de 1-MCP. J-L: tratamiento con 1-MCP. El tratamiento se aplicó durante 4 h en flores: A,D,G,J: alimonadas; B,E,H,K: rayadas; y C,F,I,L: blancas.

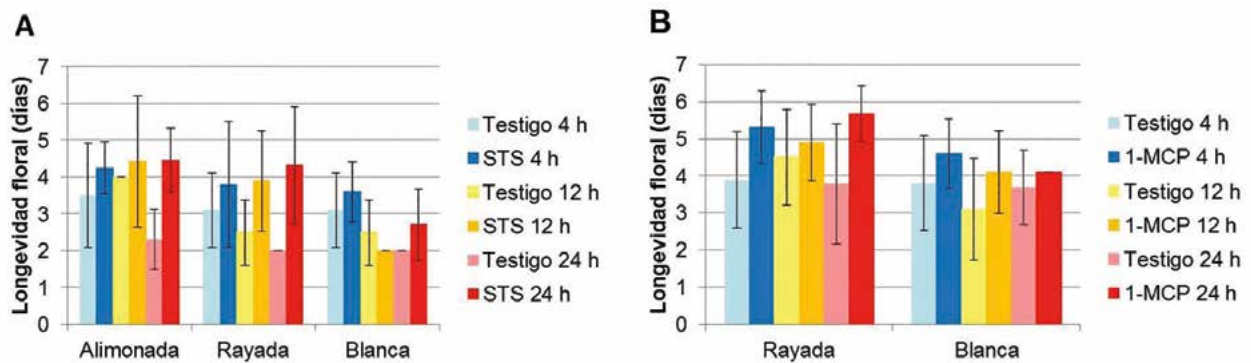


Figura 4. Longevidad floral de la gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) cosechada en diferentes fases de desarrollo tratada con A: STS y B: 1-MCP metilciclopropeno a diferentes tiempos.

está caracterizada por un movimiento nástico en el que la flor se curva hacia afuera y hacia abajo, provocando disminución en su calidad comercial. En el día cero, ninguna flor presentó epinastia; sin embargo, al final las flores alimonadas presentaron mayor porcentaje de epinastia, comparado con las de la siguiente fase floral (rayada). A partir de los tratamientos de 12 h y 24 h se observó un efecto del 1-MCP al inhibir la epinastia en flores tratadas en fase alimonada y rayada, así como en el tratamiento de 24 h en flores en fase blanca (Figura 5). Los resultados sugieren que el inhibidor de etileno, es efectivo para inhibir la epinastia cuando se aplica por 12 h, y que conforme avanza la fase de desarrollo, se requiere de más tiempo de aplicación para tener efecto en este proceso fisiológico. Existen estudios que han demostrado que el etileno está involucrado en la regulación y el control de la senescencia del órgano floral, pero que no se requiere para ejecutar el programa de senescencia, una vez que éste inició (Tripathi y Tuteja, 2007).

CONCLUSIONES

El tratamiento con 1-MCP resultó prometedor para prolongar la vida de anaquel de la flor de gardenia, es más apropiado que el STS, ya que en este último se tienen que sumergir las flores por varias horas, lo que causa efectos negativos sobre la calidad

de la flor. La fase de desarrollo rayada se consideró la mejor etapa para recibir el tratamiento con el 1-MCP, ya que en la fase previa (alimonada) existe la posibilidad de que las flores no se desarrollen adecuadamente por ser inmaduras, mientras que la fase más avanzada (flor blanca), al estar más cercano al proceso de senescencia es menos receptivo al inhibidor. En la determinación del color, los valores de luminosidad y croma determinan el cambio de la coloración de la gardenia durante su senescencia. Los resultados sugieren que el peso fresco, color de la flor, epinastia y longevidad floral son procesos regulados por el etileno en diferentes niveles.

LITERATURA CITADA

Ahmad I., Saleem M., Dole J. M. 2016. Postharvest performance of cut 'White Prosperity' gladiolus spikes in response to nano- and other silver sources. *Canadian Journal of Plant Science*, 10.1139/CJPS-2015-0281

Chaichana J., Niwatananun W., Vejabhikul S., Somna S., Chansakaow S. 2009. Volatile constituents and biological activities of *Gardenia jasminoides*. *Journal of Health Research* 23: 141-145.

Chamani E., Khalighi A., Joyce D.C., Irving D.E., Zamani Z.A., Mostofi Y., Kafi M. 2005. Ethylene and anti-ethylene treatment effects on cut "First Red" rose. *Journal of Applied Horticulture* 7: 3-7.

Finger F.L., Silva T.P., Araujo F.F., Barbosa J.G. 2016. Postharvest quality of ornamental plants. En *Postharvest ripening physiology of crops. Innovations in postharvest technology series*. CrC Press Taylor and Francis Group. Pp. 88.

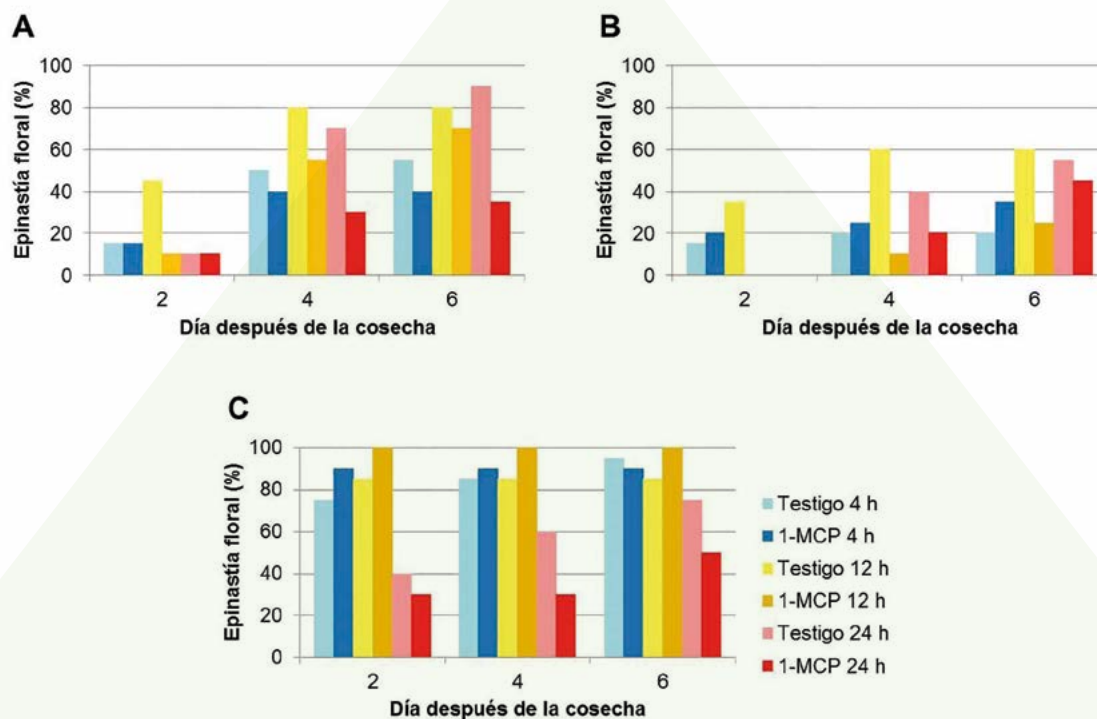


Figura 5. Porcentaje de flores de gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) tratadas con 1-MCP que presentaron epinastia. Las flores se cosecharon en diferentes fases de desarrollo. A: alimonado, B: rayada y C: blanca.

- Gao S.L., Zhang C., Du D.N., Liu A.Q., Dong L. 2015. Effect of glucose and ethylene on flower color and anthocyanin biosynthesis in tree peony "Luoyanghong" cut flower. *Acta Horticulturae Sinica* 42: 1356-1366.
- Hashemabadi D. 2014. The role of silver nano-particles and silver thiosulfate on the longevity of cut carnation (*Dianthus caryophyllus*) flowers. *Journal of Environmental Biology* 35: 661-666.
- In B. C., Strable J., Patterson S. E. 2015 Effects of 1-methylcyclopropene on flower senescence and petal abscission in *Dianthus caryophyllus* L. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 56:786-792.
- Kishimoto S., Maoka T., Nakayama M., Ohmiya A. 2004. Carotenoid composition in petals of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitamura). *Phytochemistry* 65: 2781-2787.
- Kishimoto S., Sumitomo K., Yagi M., Nakayama M., Ohmiya A. 2007. Three routes to orange petal color via carotenoid components in 9 Compositae species. *J Jpn Soc Hortic Sci* 76:250-257.
- Kobayashi K.D., Kaufman A.J. 2006. Common gardenia. *Ornamental and flowers*.
- Kou L., Turner E. R., Luo Y. 2012. Extending the shelf life of edible flowers with controlled release of 1-methylcyclopropene and modified atmosphere packaging. *Journal of Food Science* 77: S188-S193.
- Kumar N., Srivastava G.C., Dixit K. 2008a. Flower bud opening and senescence in roses (*Rosa hybrida* L.). *Plant Growth Regulation* 55: 81-89.
- Kumar N., Srivastava G.C., Dixit K. 2008b. Hormonal regulation of flower senescence in roses (*Rosa hybrida* L.). *Plant Growth Regulation* 55: 65-71.
- Liu B.Z., Gao Y. 2000. Analysis of headspace constituents of Gardenia flower by GC/MS with solid-phase microextraction and dynamic headspace sampling. *Se Pu* 18: 452-455.
- Ohmiya A. 2011. Diversity of carotenoid composition in flower petals. *Jarq* 45: 163-171.
- Reid M.S., Wu M.J. 1992. Ethylene and flower senescence. *Plant Growth Regulation* 11: 37-43.
- Serek M., Sisler E.C., Reid M.S. 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruits, cut flowers and potted plants.
- Shimizu-Yumoto H., Ichimura K. 2012. Effects of ethylene, pollination, and ethylene inhibitor treatments on flower senescence of gentians. *Postharvest Biology and Technology* 63: 111-115.
- Tan Y.T., Xue S., Tang H.Z. 2012. Analysis of aroma constituents in *Gardenia jasminoides* at different flowering stages. *Food Science* 33: 223-227.
- Tripathi S.K., Tuteja N. 2007. Integrated signaling in flower senescence. *Plant Signaling and Behavior* 2: 437-445.
- Trivellini A., Ferrante A., Vernieri P., Mensuali-Sodi A., Serra G. 2011. Effects of promoters and inhibitors of ethylene and ABA of flower senescence of *Hibiscus rosa-sinensis* L. *Journal of Plant Growth Regulation* 30: 175-184.
- Zencirkiran M. 2010. Effects of 1-MCP (1-methylcyclopropene) and STS (silver thiosulphate) on the vase life of cut Freesia flowers. *Scientific Research and Essays* 5: 2409-2412.
- Zhong Y., Ciafre C. 2011. Role of ABA in ethylene-independent Iris flower senescence. 2011 International Conference on Food Engineering and Biotechnology. *IPCBE* 9: 261-266.

