

Agua residual tratada en la poscosecha de Flores de Perrito (*Antirrhinum majus* L.) y lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn)

Fabiola Aureoles-Rodríguez¹, Porfirio Juárez-López², Víctor M. Reyes-Salas¹, Juan J. Galván-Luna¹, Marco A. Bustamante-García¹

Departamento de Horticultura¹, Facultad de Ciencias Agropecuarias²
UAAAN1, UAEM2

Saltillo, Coah.¹; Cuernavaca, Mor.²; México

fabyaureoles@yahoo.com.mx, porfiriojlopez@yahoo.com, [vreyasal, doctorgalvanluna, mbugar]@hotmail.com

Abstract— Vase life performance of snapdragon and lisianthus flowers treated with vase solutions elaborated with treated wastewater and chemicals compounds was evaluated. Stems of both flowers were into vase solutions elaborated with four chemicals compounds and three kinds of water. The snapdragon flowers respond better to treated wastewater than lisianthus flowers. The best responses for snapdragon was obtain with 200 ppm of aluminum sulfate + 3.0% sucrose and 0.1% of hydrogen peroxide + 3.0% sucrose independently of the kind of water. For lisianthus the best responses was obtain with 0.1% of hydrogen peroxide + 3.0% of sucrose and purified water.

Keyword— Vase life, vase solutions, water quality, cut flowers.

Resumen— Para evaluar el comportamiento en poscosecha de las flores de perrito y lisianthus tratadas con soluciones florales elaboradas con agua residual tratada y compuestos químicos, se colocaron tallos de ambas flores en soluciones elaboradas con cuatro compuestos químicos y tres tipos de agua. Se encontró que las flores de perrito respondieron mejor al uso del agua residual tratada que las de lisianthus. En las de perrito la solución con 200 ppm de sulfato de aluminio + 3.0% de azúcar y con 0.1% de peróxido de hidrógeno + 3.0% de azúcar independientemente del tipo de agua proporcionaron las mejores respuestas, en tanto que en lisianthus la solución con 0.1% de peróxido de hidrógeno + 3.0% de azúcar y agua purificada fue la más efectiva.

Palabras clave— Vida en florero, soluciones florales, calidad del agua, flores de corte.

I. INTRODUCCIÓN

Las flores de perrito (*Antirrhinum majus* L.) y lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn) cuentan con una singular belleza, extensa gama de colores y la presencia de flores simples o dobles [1,2]. En estas flores la excelente calidad y una larga vida en florero son las principales exigencias al momento de su comercialización [3]. Si bien los almidones y azúcares almacenados dentro de los tallos, hojas y pétalos proporcionan la mayor parte del alimento necesario para que las flores abran y se mantenga su vida en florero; dependen casi de manera absoluta de un constante suministro de agua. Reid [4] y Nell y Reid [5] mencionan que las flores de corte generalmente absorben agua y soluciones sin problemas siempre y cuando el flujo de éstas dentro de los tallos no se encuentre obstruido. Numerosos estudios realizados en la poscosecha de flores recomiendan el uso de agua de buena calidad, sin embargo, los floricultores y comercializadores no siempre cuentan con esta posibilidad y se ven obligados a utilizar agua de fuentes alternativas. Winpenny *et al.* [6] informa que el agua es un recurso cada vez más escaso en el sector agrícola y que si bien, el agua residual tratada no es una solución al problema de falta de agua, es una alternativa atractiva con una creciente aceptación entre la población. Este tipo de agua es el resultado del tratamiento de aguas de recuperación doméstica o industrial con diferentes procedimientos regulados por normas nacionales e internacionales que permiten garantizar su aprovechamiento en las áreas agrícola, industrial, recreativa y en la recarga de acuíferos subterráneos,

entre otros. Tan solo en México en los últimos 15 años la CONAGUA [7] reporta un crecimiento del 284% en el número de plantas tratadoras de agua en operación, lo cual representa un incremento del 189.3% en el volumen de agua tratada. Y si bien existen reportes de su utilidad en diversos cultivos como en vid [8], no se encontraron reportes referentes al uso del agua residual tratada en la poscosecha de flores.

Adicionalmente una de las estrategias utilizada para extender la vida en florero y conservar la calidad de diversas ornamentales, es mediante el uso de soluciones florales que son elaboradas con diversidad de compuestos químicos y con agua de buena calidad [4,5]. Macnish *et al.* [9], Reid [4] y Nell y Reid [5] mencionan que la aplicación por parte de los mayoristas, minoristas y consumidores finales de soluciones elaboradas con azúcar, germicidas y agua limpia después de la cosecha, ha mantenido la calidad de las flores, incrementado su vida útil e induciendo la apertura floral en una extensa gama de flores de corte debido a que reducen la cantidad de bacterias en el agua de florero y sirven de alimento [10]. Bajo éste contexto el propósito del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de las flores de perrito y lisianthus al utilizar soluciones en florero elaboradas con agua residual tratada y compuestos químicos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Establecimiento del experimento

En mayo del 2014 fueron cosechadas flores de perrito ‘Admiral White’ y lisianthus ‘Mariachi Blue’ cuando presentaron un cuarto de flósculos abiertos en un rancho ubicado en el Estado de México y luego transportadas al laboratorio de Postcosecha, en Saltillo, Coahuila, México. Dichos tallos no recibieron ningún tratamiento químico antes de su transportación, y a su llegada al laboratorio, fueron recortados a una longitud de 60 cm, etiquetados, pesados con una balanza semianalítica y colocados en 12 soluciones florales elaboradas con agua purificada, agua potable, agua residual tratada y las mezclas de los compuestos químicos sulfato de aluminio (SA) (200 ppm) + azúcar (AZ) (3%), peróxido de hidrógeno (PH) (0.1%) + azúcar (AZ) (3.0%) e hipoclorito de sodio (HS) (0.1%) + azúcar (3.0%).

B. Obtención y análisis del agua

El agua residual tratada se obtuvo de la planta tratadora ubicada en el vivero forestal de la SEMAC donde se da tratamiento a aguas de uso doméstico mediante la tecnología de lodos activados siguiendo las Normas Oficiales Mexicana NOM-002-ECOL-1996 [11] y NOM-003-ECOL-1997 [12]. Los tipos de agua purificada y potable se utilizaron como controles, la primera se obtuvo de un establecimiento local y se comercializa para consumo humano en tanto que la potable se obtuvo del suministro de agua entubada que llega al laboratorio.

Se obtuvo el pH y la conductividad eléctrica de cada solución. Además, se determinó en cada tipo de agua el contenido de calcio, magnesio, sodio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos mediante análisis químicos en el laboratorio de análisis de aguas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Tabla 1).

Tabla I. Propiedades químicas de los tipos de agua y soluciones utilizadas en el experimento.

Tipo de agua	Compuestos químicos	pH	CE ^e dSm ⁻¹	Ca ⁺⁺ meq L ⁻¹	Mg ⁺⁺ meq L ⁻¹	Na ⁺ meq L ⁻¹	CO ₃ meq L ⁻¹	HCO ₃ meq L ⁻¹	Cl meq L ⁻¹	SO ₄ ²⁻ meq L ⁻¹
Purificada	Sin químicos	6.9	0.13	----	----	1.96	----	----	----	----
	200 mg SA+ 3.0% AZ	5.0	0.17	----	----	----	----	----	----	----
	0.1% PH+ 3.0% AZ	6.2	0.13	----	----	----	----	----	----	----
	0.1% HS+ 3.0% AZ	11.0	3.3	----	----	----	----	----	----	----
Potable	Sin químicos	7.8	0.90	4.2	3.9	0.54	0.5	5.0	1.38	5.9
	200 mg SA+ 3.0% AZ	7.1	0.88	----	----	----	----	----	----	----
	0.1% PH+ 3.0% AZ	7.3	0.87	----	----	----	----	----	----	----
	0.1% HS+ 3.0% AZ	9.5	3.50	----	----	----	----	----	----	----
Residual tratada	Sin químicos	8.6	1.20	2.8	3.36	7.94	0.5	5.0	4.6	6.03
	200 mg SA+ 3.0% AZ	7.6	1.40	----	----	----	----	----	----	----
	0.1% PH+ 3.0% AZ	8.4	1.30	----	----	----	----	----	----	----
	0.1% HS+ 3.0% AZ	9.9	4.10	----	----	----	----	----	----	----

CE=conductividad eléctrica, Ca=calcio, Mg=magnesio, Na=sodio, SA=Sulfato de aluminio, AZ=azúcar, PH=peróxido de hidrógeno, HS=hipoclorito de sodio.

C. Mantenimiento del experimento y evaluación

Las flores fueron recortadas en el extremo basal 2.5 cm cada tercer día, evaluadas y colocadas nuevamente en los tratamientos hasta perder su apariencia comercial. La temperatura promedio que se presentó en el laboratorio durante el experimento fue de 18±2 °C y la una humedad relativa del 40%. Las flores de perrito fueron pesadas a los 2, 5, 7, 9, 13, 15, 19 y 21 días después de la cosecha (DDC) para obtener la diferencia de peso, en tanto que las flores de lisianthus fueron pesadas a los 2, 5, 7, 9, 13 y 15 DDC. El contenido de clorofila se determinó con la metodología propuesta por la AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1995) [13] a los 12 días después de la cosecha al igual que el color de la inflorescencia con un colorímetro Minolta modelo CR 300 en el sistema CIE L*, a* y b* (1976) donde L* es la luminosidad de color, a* es la posición entre rojo y verde y b* es la posición entre amarillo y azul. Luego se obtuvieron los valores del ángulo de matiz (H*) (1) y la cromaticidad (C*) (2) [14].

$$H^* = \tan^{-1} b^*/a^* \quad (1)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

D. Diseño experimental y análisis de resultados

El diseño experimental utilizado fue uno completamente al azar con 10 repeticiones por tratamiento donde la unidad experimental fue conformada por una flor. El experimento se realizó por duplicado y con los datos obtenidos se realizaron análisis de varianza (P≤0.05) en un diseño completamente al azar con arreglo de tratamientos factorial 3X4 donde el primer factor fue conformado por el tipo agua y el segundo por los compuestos químicos utilizados. También se realizó una comparación de medias con la prueba de Tukey (P≤0.05) y se utilizó el paquete computacional SAS ver 9 para Windows [15] para realizar los análisis estadísticos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Pérdida de peso

En las flores de corte es vital la presencia de un adecuado suministro de agua a través de los tallos para compensar el agua que pierden después de la cosecha a causa de la transpiración. En éste estudio se observó que las flores de perrito colocadas en soluciones elaboradas con agua residual tratada

presentaron una pérdida de peso similar a las flores colocadas en soluciones con agua purificada y agua potable independientemente del compuesto químico utilizado. Durante los primeros 7 días algunas flores de perrito ganaron peso mientras que otras lo perdieron y conforme transcurrieron los días todas las florales independientemente del tratamiento presentaron pérdida de peso (Fig. 1). Por su parte, en las flores de lisianthus se observó un comportamiento diferente, las flores colocadas en soluciones con agua potable + 0.1% de peróxido de hidrógeno + 3.0% de azúcar presentaron una menor pérdida de peso y a diferencia de las flores de perrito, las de lisianthus en todos los tratamientos mostraron pérdida de peso desde el momento que fueron cosechadas y a lo largo de todo su periodo de poscosecha (Fig. 2).

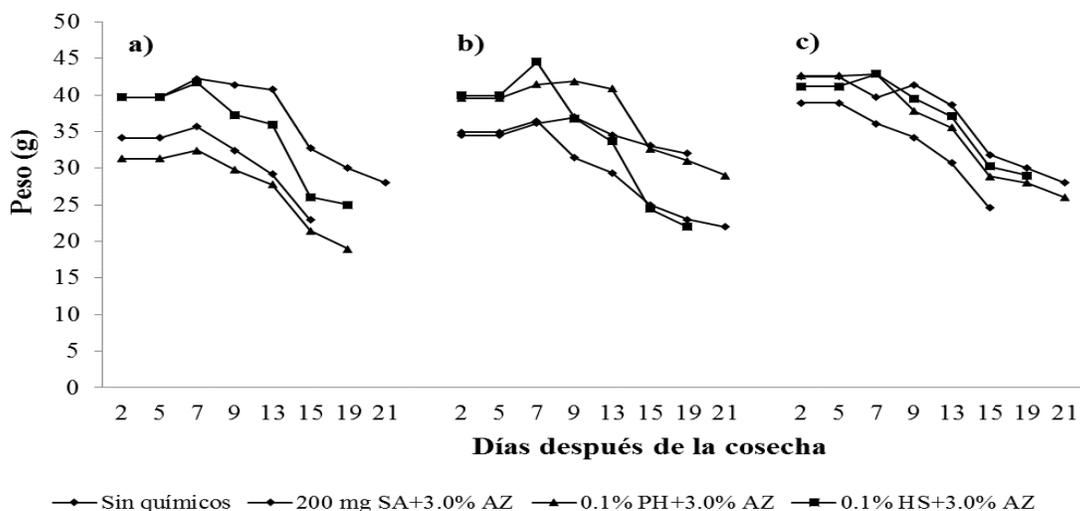


Fig. 1. Efecto de las soluciones florales en el peso fresco de flores de perrito.

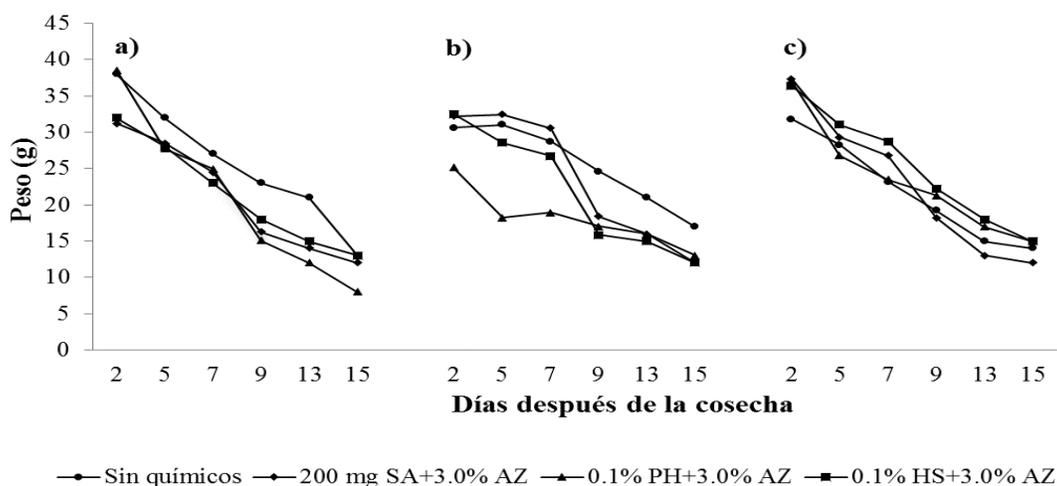


Fig. 2. Efecto de las soluciones florales en el peso fresco de flores de lisianthus.

B. Vida en florero

Este parámetro de calidad es importante en las flores de corte y en este trabajo se observó que las especies en estudio colocadas en las soluciones con agua residual se comportaron igual a las flores tratadas con agua potable y agua purificada independientemente del compuesto químico utilizado. Sin embargo, las flores de perrito tratadas con sulfato de aluminio + 3.0% de azúcar y con 0.1% de peróxido de hidrógeno + 3.0% de azúcar presentaron la mayor vida en florero (Fig. 3). En tanto que las flores de lisianthus colocadas en agua residual y sin compuestos químicos y las colocadas en 0.1% de peróxido de hidrógeno + 3.0% de azúcar mostraron una mayor vida en florero (Fig. 4).

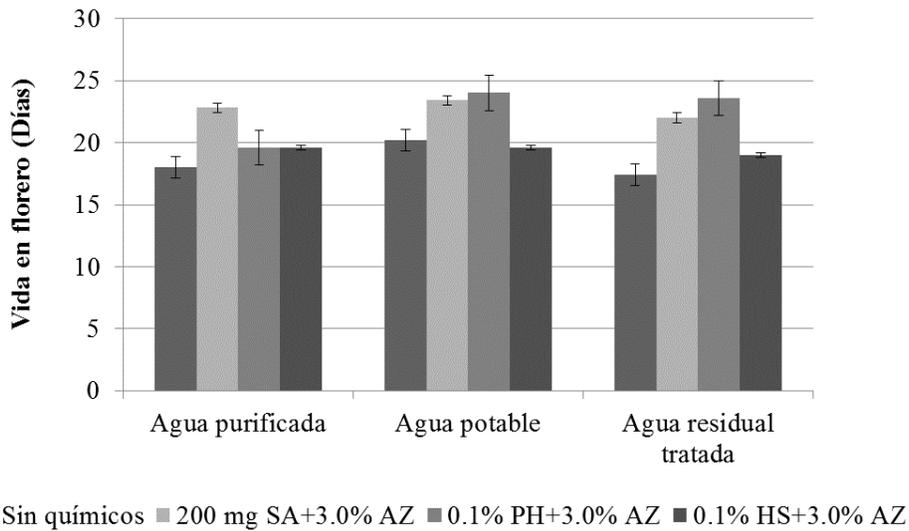


Fig. 3. Vida en florero en flores de perrito tratadas con tres tipos de agua y diversos compuestos químicos.

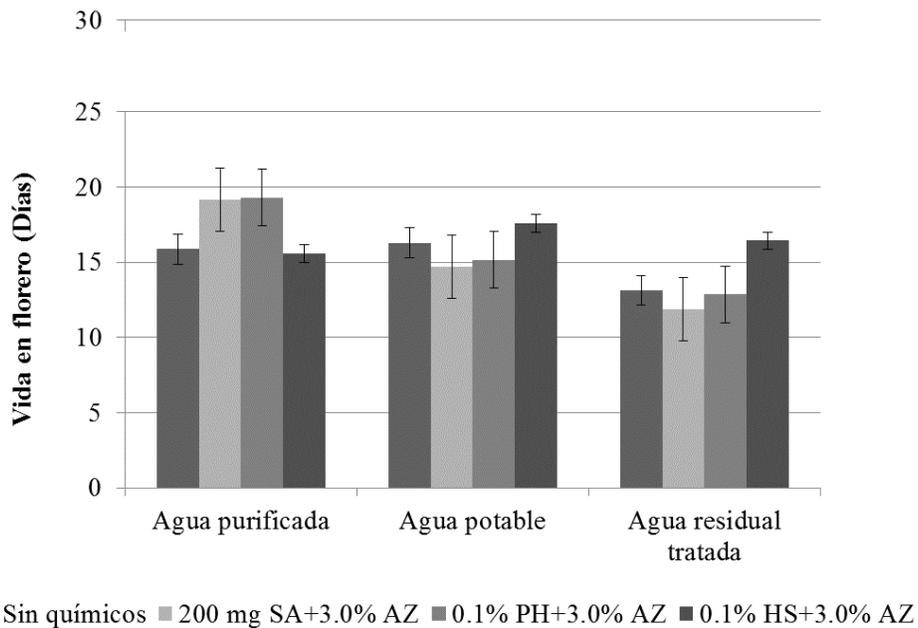


Fig. 4. Vida en florero en flores de lisianthus tratadas con tres tipos de agua y diversos compuestos químicos.

Un comportamiento similar observaron Juárez et al. [16] en flores de rosa donde los tallos que más solución absorbieron, fueron los que lograron una mayor vida en florero. Es probable que el comportamiento que presentaron las flores de perrito y lisianthus se deba a que los tallos perdieron la capacidad de retener agua conforme transcurrieron los días. Al respecto Reid [4], Nell y Reid [5] y Ried and Jiang [17], explican que la pérdida de agua y reservas son el resultado de procesos como la transpiración, respiración o incapacidad de los tallos para absorber agua en cantidades equivalentes a las pérdidas, debido a la posible formación de burbujas de aire en los conductos xilemáticos (embolia), a la formación de un tapón mucoso proveniente de compuestos secretados por la base de los tallos (lignina y suberina) en respuesta a la herida del corte, o por el crecimiento de microorganismos en el agua por la presencia de proteínas, aminoácidos y azúcares que impiden la absorción de agua por el tallo. También Ahmad et al. [18] en un estudio realizado con flores de perrito encontró que la calidad del agua afecto su comportamiento durante la poscosecha lo que corrobora las respuestas obtenidas en este estudio.

C. Color de las flores

Otro atributo importante en las flores de corte al momento de su comercialización es el color tanto de los pétalos como del follaje. En este trabajo la aplicación de las soluciones florales no afectaron el contenido de clorofila en el follaje sin embargo afectaron de forma significativa ($P \leq 0.05$) la luminosidad (L^*) y altamente significativa ($P \leq 0.01$) la saturación de color (C^*) de las flores en estudio (Tabla 4). Cho et al. [19]; Cruz et al. [20] y Han [21] coincidieron en que la coloración al igual que la apertura y vida en florero de muchas flores de corte se benefició al adicionar de 2.0 a 20.0% de azúcar. Lo mismo reportó Adulrahman et al. [22] en flores de perrito. En tanto que Acock and Nichols [23] y Van Doorn and Woltering [24, 25] explicaron que éste comportamiento se debe a que el azúcar tiende a modificar la coloración porque activa genes responsables de la sensibilidad al etileno el cual es una hormona responsable de cambios importantes asociados a la maduración y senescencia [26].

Del mismo modo se observó que la aplicación de las soluciones con hipoclorito de sodio no fue causa de deterioro en las flores de perrito, pero en las flores de lisianthus ocasionó una ligera decoloración de pétalos a pesar de incrementar su vida útil (Tabla II). Esto posiblemente se deba a que el cloro por sus características químicas (Tabla I) reaccionó con las antocianinas presentes en los pétalos causando su degradación.

Tabla I. Valores promedio de tres variables de calidad en flores de perrito y lisianthus a 12 días de la cosecha.

Factor	Perrito				Lisianthus			
	C ^ε (mg)	L*	h*	C*	C (mg)	L*	h*	C*
Tipo de agua (T)								
Purificada	1.008 a ^ε	81.92 ab	91.22 a	18.42 a	1.062 a	38.76 b	311.81 a	35.65 a
Potable	0.992 a	82.83 a	91.07 a	18.86 a	0.903 a	41.45 ab	311.92 a	33.99 ab
Residual tratada	0.963 a	81.15 b	91.05 a	19.49 a	1.109 a	48.81 b	312.34 a	27.70 b
DMS	0.13	1.53	0.39	1.70	0.81	9.20	2.39	7.84
Compuesto químico (Q)								
Sin químicos	1.023 a	80.65 b	91.04 a	18.40 b	1.086 a	41.33 ab	312.97 a	35.46 a
200 mg SA+ 3.0% AZ	0.940 a	81.66 ab	91.03 a	17.77 b	0.812 a	39.69 b	310.70 a	35.24 a
0.1% PH+ 3.0% AZ	1.041 a	83.48 a	91.22 a	17.72 b	0.908 a	38.45 b	311.56 a	36.13 a
0.1% HS+ 3.0% AZ	0.940 a	82.12 ab	91.17 a	21.80 a	1.086 a	52.55 a	312.88 a	22.97 b
DMS	0.16	1.95	0.49	2.15	1.02	11.74	3.07	10.00
TxQ	ns	*	ns	**	ns	*	ns	**
CV	12.66	3.53	0.553	16.89	9.06	20.99	0.75	23.71

^ε Ct= clorofila, L*=luminosidad (L*), h*=ángulo de matiz, C*=saturación de color, SA= sulfato de aluminio, PH=peróxido de hidrógeno, HS=Hipoclorito de sodio y AZ=azúcar.

^ε Letras diferentes en una columna de cada factor indican diferencia significativa o altamente significativa de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05, 0.01$).

IV. CONCLUSIONES

Las flores de perrito (*Antirrhinum majus* L.) y lisianthus (*Eustoma grandiflorum* L.) toleraron el uso de aguas residuales tratadas durante su manejo poscosecha, siendo las de perrito las que mejor respuesta presentaron. Los compuestos químicos utilizados en las soluciones florales redujeron el deterioro de las mismas significativamente. En las flores de perrito las soluciones elaboradas con sulfato de aluminio (200 mg) + azúcar (3.0%) y peróxido de hidrógeno (0.1%) + azúcar (3.0%) independientemente del tipo de agua proporcionaron una mayor vida en florero sin afectar la calidad de las flores y el follaje. En tanto que en las flores de lisianthus las soluciones florales elaboradas con peróxido de hidrógeno (0.1%) + azúcar (3.0%) independientemente del tipo de agua proporcionaron los mejores resultados. Lo anterior sugiere que el agua residual tratada en la poscosecha de flores de corte como las de perrito y lisianthus es una alternativa si el agua es tratada de forma correcta y si se adicionan compuestos químicos que reduzcan el deterioro de las flores

REFERENCIAS

- [1] Gutiérrez E y Jorge A. Cultivo de perrito: Una alternativa con potencial. Parte 1. TecnoAgro 2005; 6: 42-44.
- [2] Armitage A M and Laushman J M. Specialty Cut Flowers, 2nd Edition. Timber Press. 2003; 636 pp.
- [3] Claridades Agropecuarias. La floricultura mexicana, el gigante que está despertando. ASERCA, SAGARPA. México, D. F. 2006; 3-38 pp.
- [4] Reid M S. Poscosecha y Manejo de las Flores de Corte. Ediciones Hortitecnica. 2009; 38 p.
- [5] Nell A. T y M. Reid, Poscosecha de las Flores y Plantas. Estrategias del siglo 21. 2ª edición, Ediciones Hortitecna, Colombia, p. 216, 2002.
- [6] Winpenny J, Heinz I and Koo-Oshima S. The Wealth of Waste. The Economics of Wastewater Use in Agriculture. Food and Agriculture Organizations of the United Nations, Italia. 2010; 129 pp.
- [7] CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. SEMARNAT, México. Diciembre de 2011; 397 pp.
- [8] Acosta-Zamorano D, Macías-Carranza V, Mendoza-Espinoza L, Cabello-Pasini L. Efecto de las aguas residuales tratadas sobre el crecimiento, fotosíntesis y rendimiento en vides tempranillo (*Vitis vinífera*) en Baja California México. Agrociencia. 2013; 47:753-766.
- [9] Macnish A J, Leonard R T and Nell A T. Treatment with chlorine dioxide extends the vase life of selected cut flowers. Postharvest Biol. Technol. 2008; 50:197-207.
- [10] De la Riva F, Mazuela P C, Álvaro E J y Urrestazu M. Treatment with paracetic acid extends the base life of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) flowers. HortScience. 2009; 44(2):418-420.
- [11] Diario Oficial de la Federación (DOF). Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. 3 de junio de 1998. 20 p. 2014.
- [12] Diario Oficial de la Federación (DOF). Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. 21 de septiembre de 1998. 6 p. 2014.
- [13] Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis 15th ed. Washington, D.C. 62-63 pp.
- [14] Minolta, Precise Color Communication Color Control From Feeling to Instrumentation. Minolta Co. Ltd. Japan, p. 49, 1994.
- [15] Statistical Analysis System (SAS). SAS on line Doc. Versión 9.1. Institute, Inc. Cary, NC, USA. 2003.

- [16] Juárez H P, Colinas L M T, Valdez A L A, Espinosa F A, Castro B R y Cano G G V. Soluciones y refrigeración para alargar la vida postcosecha de rosa cv. 'Black magic'. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 2008; 31 (Edición especial 3):73-77.
- [17] Reid M S and Jiang C. Z. *Postharvest Biology and Technology of Cut Flowers and Potted Plants*. In: *Horticultural Reviews*. Volume 40, Edited by Jules Janick Wiley-Blackwell. Published by John Wiley & Sons, Inc. 2012.
- [18] Ahmad I, Dole M J, Carlson S A and Blazich A F. Water quality effects on postharvest performance of cut calla, hydrangea, and snapdragon. *Scientia Horticulturae*. 2013; 153:26-33.
- [19] Cho M C, Celikel F J, Dodge L and Reid M S. Sucrose enhances the postharvest quality of cut flowers of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Acta Horticulture*. 2001; 543:305–315.
- [20] Cruz C E, Arévalo G L, Cano M R y Gaytán A E A. Soluciones pulso en la calidad postcosecha de *lisianthus* (*Eustoma grandiflorum*Raf.) cv. 'Echo blue'. *Agricultura Técnica en México*. 2006; 32(2):191-200.
- [21] Han S S. Role of sugar in the vase solution postharvest flower and leaf quality of oriental lily 'Stargazer'. *HortScience*. 2003; 38(3):412-416.
- [22] Adulrahman A Y, Alí F S and Faizi S H. Effect of sucrose and ascorbic acid concentrations on vase life of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) cut flowers. *Int. J. Pure Appl. Sci. Technol*. 2012; 13(2): 32-41.
- [23] Acock B and Nichols R. Effects of sucrose on water relations of cut, senescing, carnation flowers. *Am. Bot.*1979; 44:221–230.
- [24] Van Doorn W G and Woltering E J. Senescence and programmed cell death: Substance or semantics? *Journal of Experimental Botany*. 2004; 55:2147-2153.
- [25] Van Doorn W G and Woltering E J. Physiology and molecular biology of petal senescence. *Journal of Experimental Botany*. 2008; 59:453-480.
- [26] Jankiewicz S L. 2003. *Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas*. Mundi-Prensa. México. 487 p.