

Evaluación de soluciones pulso en nardo (*Polianthes tuberosa*) 'Perla' cultivado en Morelos, México

Pulse solutions in Mexican tuberose
(*Polianthes tuberosa*) 'Perla' grown in Morelos, Mexico

Gloria Alicia Pérez-Arias^{1*}, María Teresa Colinas-León², Manuel de Jesús Sainz-Aispuro¹

RESUMEN

Inflorescencias de nardo 'Perla' fueron cosechadas cuando tenían una flor basal abierta y colocadas bajo condiciones de laboratorio en soluciones pulso que contenían 0 (testigo), 5, 10, 15 y 20% de sacarosa y 200 mg L⁻¹ de 8-citrato de hidroxiquinoleína (8-HQC), durante 24 horas. Posteriormente, se evaluó su vida en florero bajo condiciones de laboratorio (20 ± 2°C; 60% de humedad relativa). El número de flores abiertas fue de 10 a 12 flores, las cuales tuvieron buena apariencia hasta por seis o siete días en promedio; sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticas significativas. La aplicación de solución pulso con sacarosa a 20% y 200 mg L⁻¹ de 8-HQC por 24 h generó un mayor consumo de agua (25 mL espiga⁻¹), mayor incremento de peso relativo (40.8%), y redujo la producción de etileno. Esto favoreció su vida poscosecha. La respiración fue poco afectada por los tratamientos con sacarosa.

PALABRAS CLAVE

etileno, consumo de agua, peso fresco relativo

ABSTRACT

Inflorescences of Mexican tuberose 'Perla' were harvested when they had an open basal flower and placed under laboratory conditions in pulse solutions containing 0 (control), 5, 10, 15 and 20% of sucrose and 200 mg L⁻¹ of 8-citrate hydroxyquinoleine (8-HQC) for 24 hours. Vase life was studied under laboratory conditions. Number of open flowers was 10 to 12 flowers with good appearance for 6 to 7 days; however, there were no statistical differences among treatments. Application of pulse solution with sucrose (20%) increased the water consumption (25 mL⁻¹), increasing the relative weight (40.8%), and reducing ethylene production. Respiration rate was unaffected by sucrose. Application of pulse solution with sucrose and 8-HQC (200 mg L⁻¹) for 24 hours improved water consumption and relative weight, reducing production of ethylene, which favored its postharvest life.

KEYWORDS

ethylene, water consumption, relative weight

¹ Posgrado en Ciencias Agropecuarias; Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

² Departamento de Horticultura; Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia. Av. Universidad 1001, col. Chamilpa. 62209 Cuernavaca, Morelos, México. Correo electrónico: yoyal@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El nardo (*Polianthes tuberosa* L.) es una herbácea perenne perteneciente a la familia Agavaceae (Naidu y Reid, 1989). Se trata de una planta ornamental bulbosa y una de las más importantes flores de corte en áreas tropicales y subtropicales (Benschop, 1993). Esta especie era cultivada en México antes de la conquista; en la India y Francia es cultivada como fuente de aceites esenciales para la industria de la perfumería (Benschop, 1993). Ha ganado popularidad como flor de corte en varios países y se cultiva comercialmente en Kenia, India y México para exportar a Estados Unidos, Europa y Japón (Waithaka *et al.*, 2001).

En México la mayor parte de la producción se concentra en los estados de Morelos, México, Guerrero, Veracruz y Puebla, donde se cultivan 271 ha de esta especie, que generan aproximadamente 45.7 millones de pesos en ventas al año (SIAP, 2015). En Morelos, está entre los principales cultivos de flores de corte junto con la rosa y la gladiola (Cabrera y Orozco, 2003). Ahí se reportan 152.8 ha que anualmente se dedican al cultivo de esta flor de corte, distribuida en 14 municipios de la entidad (Toledo, 2003; SIAP, 2015), lo que representa 56.4% de la producción nacional (SIAP, 2015).

El índice de cosecha del nardo es cuando 2 o 4 flores de la parte basal han abierto (Naidu y Reid, 1989). Menos de 50% de las flores abren después de la cosecha y generalmente caen luego de varios días, por lo que se recomienda aplicar una solución pulso con 20% de sacarosa que contenga 8-HQC para incrementar la vida poscosecha y apertura de las flores de la inflorescencia en 30% (Naidu y Reid, 1989; Wahitaka *et al.*, 2001).

Aplicar una solución pulso significa colocar flores frescas cosechadas por periodos cortos en una solución formulada especialmente para extender su vida poscosecha (Joyce y Faragher, 2012; Misrha y Dwivedi, 2015). Generalmente la solución pulso se aplica a flores de corte cosechadas en etapas de botón. Estas flores son tratadas durante 0.5 a 20 h en soluciones que contengan concentraciones de azúcares de 2 a 20% a temperatura ambiente o en refrigeración (Joyce y Faragher, 2012; Misrha y Dwivedi, 2015).

Se tiene poca información sobre los aspectos fisiológicos y de calidad del efecto de la aplicación de soluciones pulso en poscosecha de flores de nardo. Debido a esto, el presente trabajo tuvo los objetivos de evaluar el comportamiento de la aplicación de soluciones pulso en diferentes concentraciones de sacarosa y 8-HQC en inflorescencias de nardo 'Perla',

y determinar los cambios físicos y fisiológicos durante su vida en florero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y material vegetal

Se cosecharon tallos de nardo 'Perla' cultivados en una huerta comercial en Cuauhichinola, Morelos, México. El índice de cosecha fue cuando una flor basal estaba abierta. Los tallos se cosecharon a las 8:00 am y se transportaron al laboratorio de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Inmediatamente después se colocaron en agua corriente y se dejaron bajo condiciones ambientales (20 ± 2 °C; 60% de humedad relativa) durante 2 h.

Diseño de tratamientos

Se formaron cinco grupos de 12 tallos, los cuales se recortaron a 60 cm y se colocaron en cuatro soluciones pulso con 5, 10, 15 y 20% de sacarosa más 200 mg de 8-HQC, así como en un testigo (agua destilada), durante 24 h. Posteriormente se tomaron seis tallos de cada grupo y se mantuvieron en probetas de plástico de 1 L. Diariamente se evaluaron el consumo de agua, la apariencia y la masa fresca para determinar el porcentaje relativo de peso y número de flores abiertas. En los tallos restantes se evaluó la velocidad de respiración y producción de etileno. El diseño experimental fue completamente al azar, con cinco tratamientos y seis repeticiones; cada una de éstas estuvo constituida por una unidad experimental (una espiga).

Variables evaluadas

Número de flores abiertas. A partir del primer día en que las espigas fueron colocadas en probetas se evaluó el número de flores abiertas por espiga, desde la parte basal hasta el ápice. Se registra el número acumulado de flores abiertas durante nueve días en florero.

Apariencia. La apariencia se evaluó en cada inflorescencia mediante una escala hedónica donde 1 significaba excelente; 2, buena; 3, regular y 4, mala.

Consumo de agua. En cada probeta se colocaron 250 mL de agua de llave (pH=8.2 y CE=101 mScm⁻¹). Todos los días se registraba la cantidad de agua restante consumida y se sustituía nuevamente a 250 mL de agua para su posterior evaluación.

Porcentaje de peso relativo. Diariamente, al evaluar el consumo de agua, se cuantificó la masa del tallo floral hasta que su vida en florero se consideró finalizada. Se reporta como porcentaje de peso con respecto al inicio de la evaluación de la vida en florero, la cual se consideró como 100%. La masa fue determinada con una balanza digital (OHAUS®, USA).

Producción de etileno y CO₂. Cada día se colocó una inflorescencia de nardo en un envase de plástico de volumen conocido (1.8 L). Se selló y, después de una hora, se tomaron 6 mL del espacio de cabeza, los cuales se guardaron en Vacuntainer® de la misma capacidad para su posterior evaluación. La concentración de los gases se determinó en cromatógrafo de gases. Para la determinación, se tomó 1 mL del gas del Vacuntainer® y se inyectó al cromatógrafo de gases (Varian Star 3400CX, USA). Las temperaturas de la columna, del inyector y del detector fueron de 80, 150 y 170 °C, respectivamente. Se utilizó helio como gas de arrastre con un flujo de 32.3 mL min⁻¹. Se reporta la concentración de CO₂ en mL kg⁻¹h⁻¹ y del etileno en mL kg⁻¹h⁻¹ por espiga.

Análisis de datos

Se realizó análisis de varianza para: consumo de agua, peso fresco relativo, velocidad de respiración y producción de etileno, y comparación de medias por el método de la diferencia mínima significativa ($\alpha \leq 0.05$). Las variables número de flores abiertas y apariencia fueron transformadas sumando 10 unidades al valor original y luego obteniendo su raíz cuadrada. Posteriormente los datos fueron sometidos a análisis de varianza y comparación de medias por el método de la diferencia mínima significativa ($\alpha \leq 0.05$). Se utilizó el paquete estadístico SAS® versión 9.2 y los análisis se realizaron como lo indica Castillo (2011). Las gráficas se realizaron con el programa SigmaPlot® versión 13.0 para Windows®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los análisis de varianza, se detectó significancia en las variables consumo de agua, porcentaje de peso relativo, respiración y producción de etileno (cuadro 1).

Número de flores

Al inicio del experimento había una flor abierta en todos los tallos. Después de cinco días, las espigas mostraron de 5 a 8 flores abiertas en promedio y, al

final del experimento, entre 12 y 15 flores (figura 1). Reid (1996) menciona que la espiga de nardo posee entre 10 y 20 pares de flores, que abren de la base hacia el ápice de la espiga, y que menos de 50% de las flores tienen apertura floral. Kumar *et al.* (2010) indican que las flores de nardo 'Shringar' tienen un máximo de 26 flores abiertas cuando son colocadas en una solución con 4% de sacarosa, combinada con 300 mg L⁻¹ de Al₂(SO₄)₃. A su vez, Varu y Barad (2008a; 2008b) mencionan que el porcentaje mayor de flores abiertas (entre 50 y 64%) en nardo 'Double' fueron las que se colocaron en solución pulso de 400 mg L⁻¹ de 8-HQC + 4% de sacarosa. Alvarez *et al.* (1994) indican que la mejor apertura floral en flores de nardo 'Chapeada' fue con agua potable de la llave. Naidu y Reid (1989) indican la apertura de 10 flores de buena calidad en flores de nardo, colocadas en solución pulso de 20% de sacarosa. La variación en el número de flores abiertas descritas y la falta de respuesta a la solución de sacarosa probablemente se deba a la pureza del reactivo y cultivar utilizado.

Apariencia

Las espigas testigo mostraron una apariencia regular entre 6 y 7 días (figura 2), en tanto que las espigas evaluadas después de ser sometidas a soluciones pulso con sacarosa al 5, 10, 15 y 20% + 200 mg de 8-HQC mostraron apariencia regular entre 6-7, 4-5, 6 y 4 días después del pulsado, respectivamente (figura 2). A pesar de que la apariencia disminuyó en 1 o 2 días al incrementar la dosis de sacarosa (figura 2), el análisis de varianza no detectó efecto por los tratamientos (cuadro 1).

Los resultados indican que las soluciones pulso evaluadas no mantienen una buena apariencia por más tiempo de la espiga de nardo. Se conoce que las flores de la espiga de nardo tienen una vida poscosecha de tres días; sin embargo, la medición de esta variable es muy subjetiva ya que, de acuerdo con Dole y Wilkins (2005) y Reid (1996), las flores abren de la base de la espiga hacia el ápice, por lo cual las flores de la parte baja de la espiga senescen antes de que la mitad del total de las flores de la espiga hayan abierto (Armitage y Laushman, 2008).

Sudagar *et al.* (2010) indican que los cultivares de nardo 'Vaibhavam', 'Shringar', 'Suvasini', 'Prajwal' y 'Mexicano simple' tuvieron una vida en florero de 6.2, 5.0, 7.6, 7.5 y 4.1 días, respectivamente, y que la aplicación de soluciones pulso con sacarosa a 2% + 200 mg L⁻¹ de 8-HQC + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃ incrementan la vida en florero a 9.1, 8.1, 12, 9.0 y 7.1 días, lo que

Cuadro 1. Efecto de diferentes soluciones pulso en algunas variables físicas y fisiológicas de nardo en poscosecha.

TRATAMIENTO	NÚMERO DE FLORES ABIERTAS	APARIENCIA	CONSUMO DE AGUA (mL espiga ⁻¹)	PORCENTAJE DE PESO RELATIVO (%)	RESPIRACIÓN (ml kg ⁻¹ h ⁻¹)	ÉTILENO (mL kg ⁻¹ h ⁻¹)
Testigo	6.7 ^{az}	2.4 ^a	12.2 ^{abz}	118.0 ^{bc}	21.9 ^a	67.9 ^{bc}
SP a 5%	6.2 ^a	2.4 ^a	12.6 ^{ab}	118.6 ^{bc}	14.4 ^b	79.2 ^a
SP a 10%	7.2 ^a	2.6 ^a	11.8 ^{ab}	113.9 ^c	22.7 ^a	51.7 ^{ab}
SP a 15%	6.6 ^a	2.4 ^a	10.6 ^b	122.5 ^{ab}	24.4 ^a	73.2 ^{ab}
SP a 20%	7.4 ^a	2.6 ^a	14.2 ^a	126.9 ^a	23.7 ^a	60.1 ^c
DMS	1.7	0.4	2.7	4.9	2.7	8.6
CV (%)	14.0	25.9	14.1	10.9	34.0	32.5

^z: Letras iguales en el sentido de las columnas indican similitud estadísticas de acuerdo a la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS; 0.05).

SP: solución pulso; L*: luminosidad; C*: cromaticidad; h: matiz.

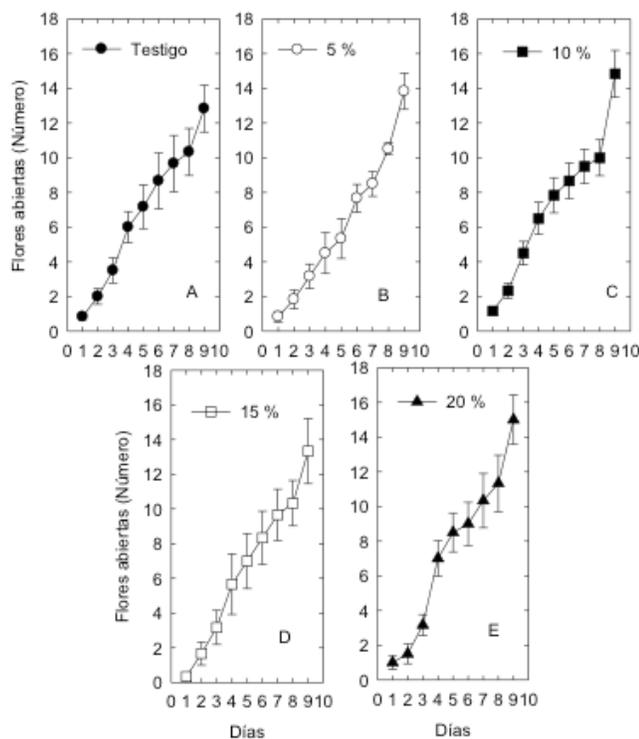


Figura 1. Número de flores abiertas en espigas de nardo en florero, previa aplicación de diferentes soluciones pulso con sacarosa: A) 0%, B) 5%, C) 10%, D) 15% y E) 20% durante 24 h. Cada punto representa la media de 6 observaciones y su error estándar.

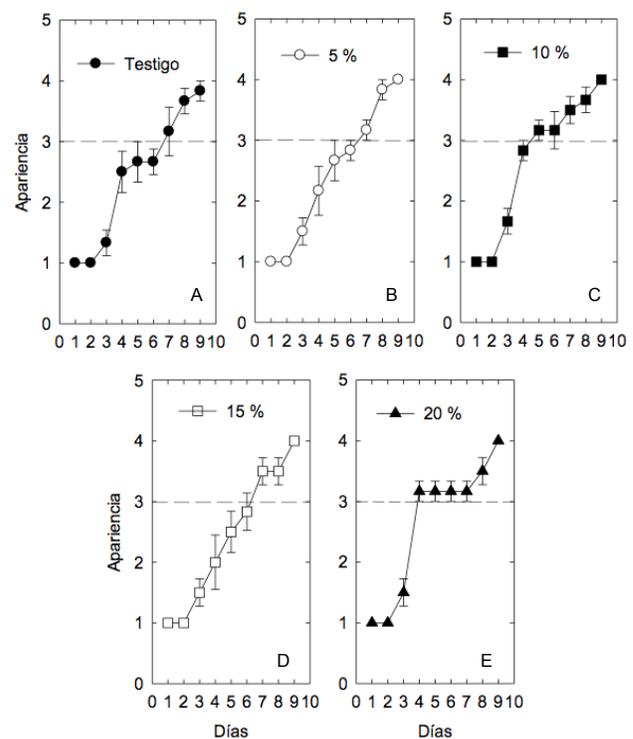


Figura 2. Apariencia de espigas de nardo en florero, previa aplicación de diferentes soluciones pulso con sacarosa: A) 0%, B) 5%, C) 10%, D) 15% y E) 20% durante 24 h. Cada punto representa la media de 6 observaciones y su error estándar.

indica que los cultivares de la India tienen mayor vida poscosecha y que la respuesta a las soluciones pulso fue incrementar la vida en florero en tres días. Reid (1996) indica una vida en florero de 5.7 días y que la aplicación de solución pulso de sacarosa incrementa su vida en florero hasta 10.5 a 11.3 días.

Consumo de agua

Las espigas testigo evaluadas consumieron 12 mL de agua por espiga⁻¹. Al inicio del experimento el consumo incrementó durante los dos días siguientes, y alcanzó un máximo de 21.8 mL espiga⁻¹; pos-

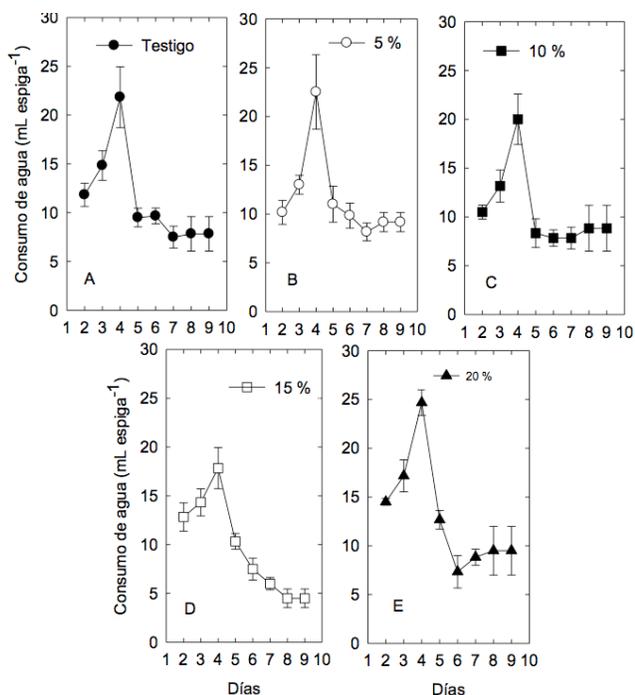


Figura 3. Consumo de agua de espigas de nardo en florero, previa aplicación de diferentes soluciones pulso con sacarosa: A) 0%, B) 5%, C) 10%, D) 15% y E) 20% durante 24 h. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar.

teriormente disminuyó de manera drástica a 9.8 y 7.8 mL espiga⁻¹, 5 y 9 días después de iniciado el experimento (figura 3A). Las espigas que fueron tratadas con solución pulso con 20% de sacarosa tuvieron el mayor consumo de agua (cuadro 1), ya que un día después del tratamiento con solución pulso, mostraron un consumo de 14.5 mL espiga⁻¹; además, el consumo máximo de agua fue de 25 mL espiga⁻¹ al quinto día de evaluación (figura 3E). Las flores mantenidas en solución pulso con 5 y 15% de sacarosa por 24 h mostraron comportamiento similar a las flores testigo (cuadro 1). No obstante, las espigas colocadas en solución pulso de 15% mostraron los valores menores de consumo de agua (cuadro 1).

Nell y Reid (2000) indican que la aplicación de solución pulso con 20% de sacarosa por 24 h mejoran la vida poscosecha de nardo. Sin embargo, Kumar *et al.* (2010) determinaron que soluciones pulso con 4% de sacarosa y 300 mg L⁻¹ de Al₂(SO)₄ son las que mejor consumo de agua tuvieron en la variedad 'Shringar'. En tanto que Varu y Barad (2008a) indican que soluciones pulso de sulfato de aluminio en concentración de 500 mg L⁻¹ y 4% de sacarosa mostraron el mejor consumo de agua en el cv. Double. El efecto

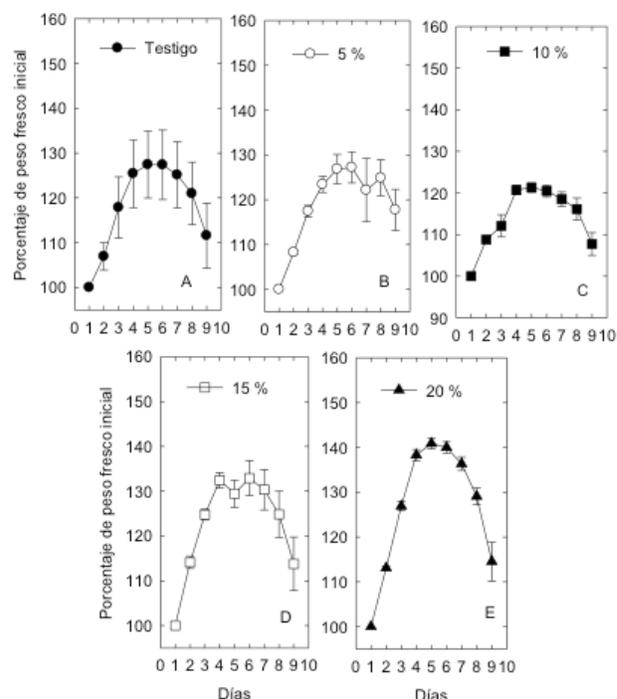


Figura 4. Porcentaje de peso de espigas de nardo en florero, previa aplicación de diferentes soluciones pulso con sacarosa: A) 0%, B) 5%, C) 10%, D) 15% y E) 20% durante 24 h. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar.

benéfico del suministro de azúcar a las flores de corte es ampliamente conocido, aunque el mecanismo de acción de la sacarosa en retrasar la senescencia es poco conocido (Eason *et al.*, 1997). En el presente trabajo, la solución pulso de 20% mostró un mayor consumo de agua, lo que concuerda con Nell y Reid (2000).

Porcentaje de peso relativo

Las espigas testigo mostraron un incremento máximo en el peso relativo de 127.4% después de cinco días; posteriormente disminuyó hasta quedar en 111.6% después de nueve días (figura 4A). Se observó un comportamiento similar en las espigas sometidas a soluciones pulso con 5, 10, 15 y 20% de sacarosa (figuras 4B, 4C, 4D). Se notó que, al incrementar la concentración de la sacarosa en la solución pulso, el peso relativo fue mayor ($r=0.68^*$). De este modo, en las espigas colocadas en solución con 20% de sacarosa el peso máximo fue de 140.8 % (cuadro 1).

De acuerdo con Nell y Reid (2000), una vez cosechadas, las flores de corte necesitan ser provistas de agua para que continúen manteniendo sus funciones fisiológicas y, en algunas especies, es necesaria la

aplicación de azúcar para mejorar su comportamiento poscosecha y apertura floral. El incremento en el peso relativo se debe a que las espigas de nardo se rehidratan nuevamente. El mayor incremento en el peso relativo de las espigas sometidas a solución pulso se debe a la presencia de azúcares, los cuales mantuvieron el potencial osmótico de las células de las flores y, por lo tanto, mejoraron el balance de agua (Havely y Mayak, 1976). Las flores en las que se aplica solución pulso con sacarosa mantienen mayor peso relativo, mayor consumo de agua y menor pérdida de peso debido a que el azúcar previene el estrés hídrico manteniendo los procesos metabólicos (Varu y Barad, 2007).

Velocidad de respiración

Las espigas testigo mostraron la máxima tasa de respiración al tercer día de evaluación, con valores de $32.1 \text{ mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$, y la mínima a los cuatro días; posteriormente, se detectó otro máximo a los nueve días de evaluación (figura 5A). La aplicación de solución pulso con 5% de sacarosa en las espigas de nardo generó la menor tasa respiratoria (cuadro 1, figura 5B), donde el pico máximo de respiración se observó al noveno día (figura 5B). Las espigas sometidas a soluciones pulso con 10, 15 y 20% de sacarosa iniciaron con valores altos de respiración de 36 a $38 \text{ mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$. Posteriormente, la respiración disminuyó de forma constante hasta valores de 13 a $18 \text{ mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ al cuarto o quinto día después de haber aplicado solución pulso, y se incrementó nuevamente con menor intensidad (figuras 5C, 5D, 5E). Es de notar que en las espigas sometidas a 15 y 20% de sacarosa se detectó un máximo de intensidad baja a los seis días de evaluación (figuras 5E y 5D).

Naidu y Reid (1981) reportan valores entre 22 y $110 \text{ mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ en flores de nardo, evaluadas a 2 y $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Jeenbuntung *et al.* (2007) indican que flores de nardo de la parte baja de la inflorescencia tuvieron valores entre 2 y $52 \text{ mg kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ de velocidad de respiración. El incremento pronunciado en la respiración semeja un comportamiento típico climatérico, como el indicado en los reportes de Paulin (1997) sobre flores de rosa. Las flores como los frutos son clasificados en climatéricos y no climatéricos. Algunas flores no climatéricas son el gladiolo, el tulipán, el iris (Arora, 2008). Courts (1973) indica que las flores climatéricas se caracterizan por picos de respiración y etileno que coinciden con el incremento en la senescencia floral. Esto sugiere que la inflorescencia de nardo puede clasificarse como una flor de corte climatérica, aspecto

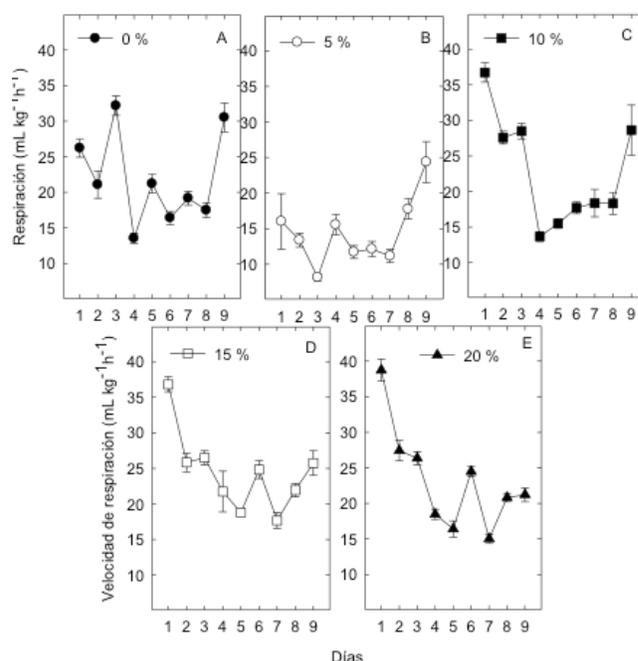


Figura 5. Velocidad de respiración de espigas de nardo en florero, previa aplicación de diferentes soluciones pulso con sacarosa: A) 0%, B) 5%, C) 10%, D) 15% y E) 20% durante 24 h. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar.

reportado anteriormente (Pérez-Arias *et al.*, 2014). El incremento en la respiración en algunas flores se ha asociado a un incremento en procesos de senescencia y polinización además de incrementos en la producción de etileno (Hunter *et al.*, 2004). Se indica que los azúcares proporcionados a las flores en las soluciones preservativas o pulso son usados como sustratos para la respiración; por lo tanto, previenen rápidamente su deterioro y senescencia (Courts *et al.*, 1965).

Producción de etileno

Las espigas testigo evaluadas mostraron valores de $55.1 \text{ mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ al inicio del experimento; dos días después, estos valores disminuyeron a $37.3 \text{ mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ y se incrementaron gradualmente con el transcurso de los días hasta alcanzar un máximo de $91.1 \text{ mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ a nueve días de iniciado el experimento (figura 6A). Estas fases podrían ser consideradas como pre-climaterio, climaterio y senescencia. Las espigas tratadas con sacarosa en porcentajes de 5, 10 y 15% mostraron un comportamiento estadístico no significativo (cuadro 1 y figuras 6B, 6C, 6D), en tanto que, en las espigas tratadas con 20% de sacarosa, la intensidad de producción fue significativamente

menor a la de los demás tratamientos, pero similar a la de las espigas testigo (figura 6).

Diversos autores indican valores de producción de etileno entre 1.0 y 5.0 mL kg⁻¹h⁻¹ (Naidu y Reid, 1989; Jeenbuntung *et al.*, 2007), los cuales están muy por debajo de los cuantificados en el presente trabajo. Las diferencias en los valores probablemente se deban a las diferentes metodologías para evaluar la producción de etileno: en el presente experimento se determinó la producción de etileno de toda la inflorescencia, mientras que en otros estudios se evaluaron flores individuales y en diferente etapa fenológica, desde botón hasta flor completamente abierta. No obstante, en el presente trabajo se observó que la inflorescencia de nardo se comporta como una flor climatérica y con gran producción de etileno. Esto fue reportado previamente por Pérez-Arias *et al.* (2014).

La aplicación de sacarosa disminuyó la producción de etileno. Verliden y Vicente (2004) demostraron que, en flores de clavel (*Dianthus cariophyllus*) cv. White sim, la aplicación de sacarosa en forma de solución pulso (entre 20 y 50 g L⁻¹) retrasó la producción de etileno y la actividad de las enzimas ACC oxidasa y ACC sintasa y, por lo tanto, retrasó la senescencia de la flor. Esto se atribuye, en parte, a una menor acumulación de RNAm de genes de la ruta de la biosíntesis de etileno.

CONCLUSIONES

Se corroboró que las espigas de nardo muestran un comportamiento climatérico, con incrementos significativos de respiración y producción de etileno durante la poscosecha. El número de flores abiertas y apariencia es un parámetro poco afectado por la aplicación de solución pulso. El consumo de agua y el peso relativo se incrementan por la aplicación de solución pulso con 20% de sacarosa. La velocidad de respiración y producción de etileno son afectadas por la solución pulso.

AGRADECIMIENTOS

El primero autor agradece al Conacyt por la beca otorgada para realizar estudios de posgrado.

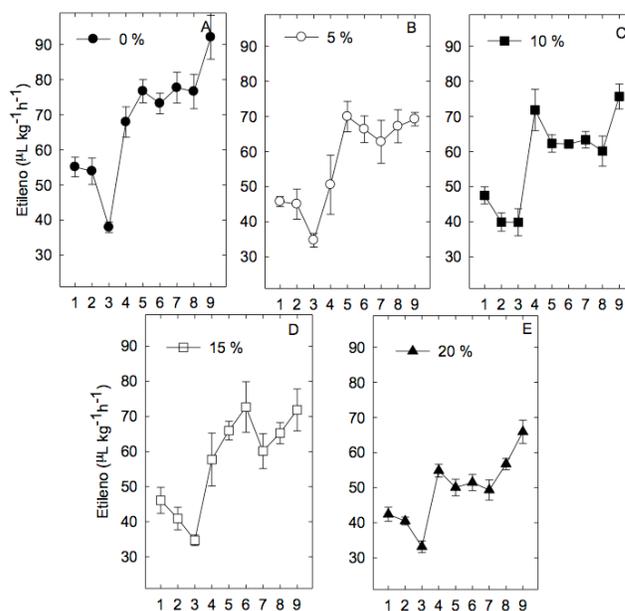


Figura 6. Producción de etileno en espigas de nardo en florero, previa aplicación de diferentes soluciones pulso con sacarosa: A) 0%, B) 5%, C) 10%, D) 15% y E) 20% durante 24 h. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, V. N., M. T. Colinas L., C. Villanueva V. 1994. Uso de sustancias químicas en nardo (*Polianthes tuberosa* Lin.) en poscosecha para su preservación en florero. Revista Chapingo Serie Horticultura 1: 15-20
- Armitage, A. M., J. M. Laushman. 2008. Specialty cut flowers. 2a edición. Timber Press. Portland, EUA. 586 pp.
- Arora, A. 2008. Biochemistry of Flower Senescence. En: Paliyath, G., D. P. Murr, A. K. Handa, S. Lurie (Eds.). Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables and Flowers. Wiley-Blackwell. New Delhi, India. pp: 51-85.
- Benschop, M. 1993. Polianthes. In: Hertog, A. de, M. L. Nard (Eds.). The physiology of flower bulbs. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands. p: 589-601.
- Cabrera, J. R., R. Orozco M. 2003. Diagnóstico sobre las plantas ornamentales en el estado de Morelos. SAGARPA-INIFAP. Zacatepec, Morelos. 26 pp.
- Castillo, M. L. E. 2011. Introducción al SAS® para Windows. Tercera Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 295 pp.
- Courts, G. D. 1973. Internal metabolic changes in flowers. HortScience 8: 195-198.
- Courts, G. D., J. B. Gartner, J. P. McCollum. 1965. Effect of senescence and preservative on respiration in cut flowers of *Rosa Hybrida Velvet Times*. Proc Am Soc Hort Sci. 86: 779-780.
- Dole, J. M., H. F. Wilkins. 2005. Floriculture. Principles and Species. Pearson Prentice Hall. USA. 1023 pp.
- Eason, J. R., L. A. de Vré, S. D. Somerfield, J. A. Heyes. 1997. Physiological changes associated with *Sandersonia aurantiaca* flower senescence in response to sugar. Postharvest Biology and Technology 12:43-50.
- Havelly, A. H., S. Mayak. 1976. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part I. Horticultural Review 1: 204-236.
- Hunter, D. A., N.E. Longe, M. S. Reid. 2004. Physiology of flower senescence. In: Noodén, D. L. (Ed.). Plant Cell Death Processes. New Delhi, India. pp: 307-318.
- Jeenbuntung, J., M. Buanong, S. Kanlayanarat. 2007. Study of sucrose pulsing treatment on physiological changes of tuberose (*Polianthes tuberosa*) after harvest. Acta horticulturae: 755: 425-428.
- Joyce, D., J. Faragher. 2012. Cut Flowers. In: Crop Post-Harvest: Science and Technology. Rees, D., G. Farrell, J. Orchard (Eds.). Wiley-Blackwell. Ames, Iowa, USA. pp: 414-438.
- Kumar, A., S. Kumar, S. Chandra. 2010. Vase life studies in tuberose (*Polianthes tuberosa*) cv. Shringar as affected by postharvest handling treatments. The Asian Journal of Horticulture 5: 7-10.
- Mishra, V., S. K. Dwivedi. 2015. Postharvest Management of Fresh Cut Flowers. In: M. W. Siddiqui (Ed.). Postharvest Biology and Technology of Horticultural Crops. Principles and Practices for Quality Maintenance. Apple Academic Press and CRC Press Taylor and Francis Group. Waretown, NJ, USA. pp: 347-399.
- Naidu, S. N. & M. S. Reid. 1989. Postharvest handling of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) Acta Horticulturae 261: 313-317.
- Nell, T. A., M. Reid. 2000. Poscosecha de las flores y las plantas. Society of American Florist. Ediciones Hortitecna. New Delhi, India. p: 216.
- Paulin, A. 1997. Poscosecha de las flores cortadas bases fisiológicas. Hortitecna. Colombia. 142 pp.
- Pérez-Arias, G. A., I. Alia-Tejagal, M. T. Colinas-León, M. de J. Sainz-Aispuro, J. E. Álvarez-Vargas. 2014. Aplicación de 1-metilciclopropeno en inflorescencias de nardo (*Polianthes tuberosa* L.) en poscosecha. Acta Agrícola y Pecuaria 1: 29-36.
- Reid, M. 1996. Postharvest Handling Recommendations for Cut tuberose. Pereshiables Handling Newsletter 88: 21-22.
- Sudagar, I. P., P. Aruna, R. Shankaranayanan. 2010. Effects of chemical in increasing the vase life of tuberose cultivars. The Asian Journal of Horticulture 5: 254-255.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Cierre de la producción agrícola por cultivo 2013. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> (consulta: julio de 2015).
- Toledo, G. G. 2003. El cultivo del nardo (*Polianthes tuberosa*). In: Cabrera, J. R. (Comp.). Fichas tecnológicas de ornamentales en el estado de Morelos. SAGARPA-INIFAP. Zacatepec, Morelos. pp: 20-21.
- Varu, D. K., A. V. Barad. 2007. Effect of pulsing and packing methods on quality of cut flowers in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Double during storage. Natnl J Pl Improv 9: 88-91.
- Varu, D. K., A. V. Barad. 2008a. Effect of floral preservatives and vase life of cut flowers tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Double. The Asian Journal of Horticulturae 3: 169-172.
- Varu, D. K., A. V. Barad. 2008b. Effect of harvesting and floral preservatives on vase life of cut flowers in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Double during summer season. Natnl J Pl Improv 10: 110-115.
- Verlinden, S., J.J. Vicente G. 2004. Sucrose loading ethylene responsiveness in carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. White Sim) petals. Postharvest Biology and Technology 31: 305-312.
- Whitaka, K., M. S. Reid, L. L. Dodge. 2001. Cold storage and flower keeping quality of cut tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Journal of Horticultural Science and Biotechnology 76: 271-275.