

COBALTO COMO RETARDANTE DE LA SENESCENCIA DE *Lilium* HÍBRIDO ORIENTAL EN POSTCOSECHA

Manuel Mandujano-Piña¹; Ma. Teresa Colinas-León²; Ana María Castillo-González²; Irán Alía-Tejagal³; Luis Alonso Valdéz-Aguilar⁴

¹ Instituto de Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo Estado de México. MÉXICO. C. P. 56230 y FES Iztacala.

Correo-e: manuelm@servidor.unam.mx (*Autor para correspondencia).

² Instituto de Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo Estado de México. MÉXICO. C. P. 56230.

³ Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad Núm. 1001. C. P. 62209. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. MÉXICO.

⁴ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

RESUMEN

La calidad en las flores cortadas se ve afectada debido a los largos periodos de exposición a temperaturas cálidas, estrés hídrico y daños mecánicos. Diversas investigaciones han identificado una serie de aspectos técnicos para prolongar la vida de las flores cortadas, entre los que resaltan el uso de soluciones preservadoras que además puedan inhibir la síntesis de etileno. En la presente investigación se evaluaron los efectos del cloruro de cobalto (Co) sobre el peso, consumo de solución, unidades SPAD en hojas, contenido de nitrógeno, cobalto, potasio, calcio, magnesio y hierro, así como vida postcosecha, en tallos de *Lilium* híbrido oriental 'Star Gazer' y 'Star Fighter'. Los tallos florales fueron obtenidos en Villa Guerrero, Estado de México, y transportados en seco al laboratorio, donde se estableció un experimento factorial 2 x 5 en un diseño experimental completamente al azar. Se utilizaron soluciones que contenían como fuente de carbono sacarosa al 4 % y las siguientes concentraciones de Co: 0.0, 0.1, 0.2, 0.4 y 0.8 mM. Lo anterior permitió establecer que Co 0.1 y 0.2 mM retrasaron los síntomas de senescencia de los tallos florales de *Lilium*.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: 'Star Fighter', 'Star Gazer', flor de corte, contenido de iones.

COBALT AS SENESCENCE RETARDANT IN POSTHARVEST OF ORIENTAL HYBRID *Lilium*

ABSTRACT

The quality of cut flowers is affected due to long periods of exposure to warm temperatures, water stress and mechanical damages. Several studies have identified technical issues to prolong the life of cut flowers, standing out the use of preservative solutions which may also inhibit ethylene biosynthesis. Cobalt chloride (Co) effects on weight, consumption of solution, SPAD units in leaves, content of nitrogen, cobalt, potassium, calcium, magnesium and iron, and postharvest life in stems of 'Star Gazer' and 'Star Fighter' Oriental Hybrid *Lilium* were evaluated. Floral stems were obtained from Villa Guerrero, Estado de México, and transported in dry conditions to the laboratory, where a 2 x 5 factorial experiment in a completely randomized design was conducted. Solutions containing sucrose as a carbon source at 4 % and the following Co concentrations: 0.0, 0.1, 0.2, 0.4 and 0.8 mM were used. This establishes that 0.1 and 0.2 mM Co delayed the symptoms of senescence in *Lilium* stems.

ADDITIONAL KEYWORDS: 'Star Fighter', 'Star Gazer', cut flower, ion content.

INTRODUCCIÓN

Entre las etapas críticas e importantes que se han identificado para alargar la vida de las flores cortadas, resaltan tres: control de la temperatura, higiene del proceso postcosecha y uso de soluciones preservadoras (Nell y Reid, 2000). Las soluciones preservadoras alargan la vida de las flores porque actúan sobre uno o varios procesos que determinan su senescencia. Actualmente se utilizan soluciones con carbohidratos, principalmente sacarosa y glucosa (Arriaga y Guerrero, 1995); soluciones con reguladores de crecimiento para prevenir el amarillamiento foliar (Hicklenton, 1991; Nell y Reid, 2000); soluciones con nitrato de plata para inhibir el crecimiento bacteriano (Van Doorn *et al.*, 1989; Van Doorn, 1997), y soluciones con inhibidores de etileno para prevenir los efectos de senescencia (Veen, 1986; Hojjati *et al.*, 2007), entre los cuales se encuentra el cobalto.

Pardha y Mohan (1989) lograron incrementar la vida en florero de *Chrysanthemum morifolium* (crisantemo) hasta por 14 días con 0.5 mM de cloruro de cobalto, y en combinación con sacarosa 0.1 M la longevidad se incrementó hasta 24 días. En *Gladiolus sp* (gladiolo), Murali y Reddy (1993) encontraron una longevidad de seis días para las flores, mediante un tratamiento de sacarosa al 4 % y cobalto 0.5 mM, mientras que el testigo sólo duró cuatro días. La razón es que el ion cobalto es un inhibidor de la síntesis de etileno, el cual bloquea la conversión del ácido-1-aminociclopropano carboxílico (ACC) a etileno (Taiz y Zeiger, 2006; Plich y Jankiewicz, 2003; Trejo-Téllez *et al.*, 2007; Talukder y Sharma, 2007).

Actualmente, los tallos florales de *Lilium* experimentan un redescubrimiento en la floricultura y representan el 24 % de la producción mundial de flor de corte. Los tallos de *Lilium* ocupan el tercer lugar de las flores de bulbo, después del tulipán (*Tulipa spp*) y gladiolo, debido en parte a los nuevos cultivares que el mercado ofrece para flor de corte durante todo el año y la creciente demanda de los consumidores a nivel mundial. Ante lo anterior, se hace necesario precisar su manejo postcosecha.

El objetivo de este trabajo fue comparar y evaluar el efecto de soluciones de cobalto aplicadas en postcosecha sobre consumo de solución, peso fresco, color mediante unidades SPAD, contenido de nitrógeno, cobalto, calcio, potasio, magnesio y hierro, así como vida en florero de tallos florales de *Lilium* híbrido oriental 'Star Gazer' y 'Star Fighter'.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en Chapingo, Estado de México. Las condiciones ambientales dentro del laboratorio donde se estableció el experimento fueron las siguientes: humedad relativa media 45 %, máxima 60 % y mínima 26 %; temperatura media diaria 25 °C, mínima 20 °C y máxima 32 °C. Las unidades experimentales fue-

INTRODUCTION

Among the important and critical stages that have been identified to extend the life of cut flowers, there are three that stand out: temperature control, postharvest hygiene, and use of preservative solutions (Nell and Reid, 2000). Preservative solutions extend the life of flowers because they act on one or more processes that determine their senescence. Nowadays, solutions with carbohydrates, mainly sucrose and glucose (Arriaga and Guerrero, 1995); solutions with growth regulators to prevent leaf yellowing (Hicklenton, 1991; Nell and Reid, 2000); silver nitrate solutions to inhibit bacterial growth (Van Doorn *et al.*, 1989; Van Doorn, 1997), and solutions with ethylene inhibitors (cobalt) to prevent the effects of senescence (Veen, 1986; Hojjati *et al.*, 2007), are used.

Pardha and Mohan (1989) managed to increase the vase life of *Chrysanthemum morifolium* up to 14 days with 0.5 mM cobalt chloride, and in combination with 0.1 M sucrose longevity increased up to 24 days. Murali and Reddy (1993) found lifespan of six days for *Gladiolus sp* (gladiolus) flowers with a treatment of sucrose at 4 % and 0.5 mM cobalt; on the other hand, control treatment had a lifespan of only four days. The reason for this is that cobalt ion is an ethylene inhibitor, which blocks the conversion of 1-aminocyclopropane carboxylic acid to ethylene (Taiz and Zeiger, 2006; Plich and Jankiewicz, 2003; Trejo-Téllez *et al.*, 2007; Talukder and Sharma, 2007).

Today, *Lilium* floral stems experience a rediscovery in floriculture, and represent 24 % of the world's cut flower. *Lilium* stems rank third in flower bulb, after Tulips (*Tulipa spp*) and gladiolus due in part to new cultivars that flower markets offer for cut flowers throughout the year and the growing consumer demand worldwide. Therefore, we must specify their postharvest handling.

The aim of this study was to compare and evaluate the effect of cobalt solutions applied in postharvest on solution consumption, fresh weight, color by SPAD units, content of nitrogen, cobalt, calcium, potassium, magnesium, and iron, and vase life of stems of 'Star Gazer' and 'Star Fighter' oriental hybrid *Lilium*.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was established in Chapingo, Mexico. Environmental conditions inside the laboratory, where the experiment was conducted, were as follows: average relative humidity 45 %, maximum 60 % and minimum 26 %, average daily temperature 25 °C, minimum temperature 20 °C and maximum temperature 32 °C. Experimental units were exposed to a photoperiod of 12 h light and 12 h darkness, with a maximum light intensity of 339 Lumens.

'Star Gazer' and 'Star Fighter' oriental hybrid *Lilium* stems prior to anthesis were used for this study. Floral

ron expuestas a un fotoperiodo de 12 h de luz y 12 h de oscuridad, con una intensidad luminosa máxima de 339 Lumenes.

Se utilizaron tallos de *Lilium* híbrido oriental 'Star Gazer' y 'Star Fighter' en estado previo a la apertura floral. Los tallos florales se transportaron en seco al laboratorio donde se hidrataron durante 4 h en agua destilada. Se cortaron tangencialmente a una longitud de 80 cm. Se eliminó el follaje inferior de los tallos en una longitud de 32 cm desde la base, para introducirlos en la probeta de 250 ml. Con el fin de homogenizar las unidades experimentales, se seleccionaron los tallos a utilizar bajo los siguientes criterios: procedentes de bulbos de calibre 14-16, sanos de más de 80 cm de longitud y con hojas en buen estado nutricional y sanitario.

Se usó un diseño experimental completamente al azar con diez repeticiones. Los tratamientos correspondieron a un arreglo factorial 2 x 5, donde el primer factor correspondió a cultivares (Cv), con dos niveles ('Star Gazer' y 'Star Fighter') y el segundo a concentraciones de cloruro de cobalto (Co), con cinco niveles (0, 0.1, 0.2, 0.4 y 0.8 mM de Co). Todas las soluciones se prepararon con sacarosa 4 % en agua destilada y se ajustaron a un pH de 3.5 con ácido cítrico. La unidad experimental consistió en un tallo de *Lilium* introducido en probeta de 250 ml y volumen de solución inicial de 170 ml con los tratamientos mencionados anteriormente. El volumen se ajustó cada tercer día con la solución de sacarosa al 4 % y pH de 3.5.

El consumo de solución se midió diariamente por diferencia de volumen en la solución de cada probeta: se sacó la flor, se tomó la lectura y se devolvió a la solución. El cambio de peso fresco del tallo floral se registró diariamente con balanza digital (0.1 g de precisión marca Ohaus modelo Scout). La longevidad floral se evaluó mediante escala hedónica, asignando cero (0) al estado previo a la apertura de la flor, uno (1) a la flor abierta en estado ornamental óptimo, y dos (2) a la aparición de bordes marchitos o deshidratados en los pétalos de la flor abierta. Se registró el número de días en que se mantuvo el estado uno. El color en hojas se midió en unidades SPAD con el medidor Minolta SPAD 501; se evaluaron siempre las mismas (cinco por tratamiento) en la zona apical cercana a la estructura floral. Estas mediciones se realizaron diariamente, hasta que las hojas presentaron un color amarillento (síntoma de senescencia).

Al final del experimento, hojas y flores se secaron por 72 h en estufa con aire circulante a 70 °C. La materia seca se molió en molino (Thomas Wiley Mill Modelo Ed-5), con malla del número 40 y se tomó una muestra de 0.5 g. Se realizó una digestión húmeda de la muestra con 4 ml de una mezcla de ácido sulfúrico y ácido perclórico en una proporción de 2:1 y 2 ml de peróxido de hidrógeno. Se determinaron, en cinco repeticiones por tratamiento, las concentraciones de cobalto, potasio, calcio, magnesio y hierro

stems were transported to the laboratory in dry conditions where they were hydrated for 4 h in distilled water. Later, cut tangentially (80 cm length). The lower foliage of the stem was removed (32 cm from the stem base, then inserted in a 250 ml test tube. To homogenize the experimental units, stems were selected under the following criteria: from bulbs of caliber 14-16, stems over 80 cm long, with leaves in good nutritional and health conditions.

A completely randomized design with ten replications was conducted. Treatments corresponded to a 2 x 5 factorial arrangement, where the first factor corresponded to cultivars (Cv), with two levels ('Star Gazer' and 'Star Fighter') and the second factor corresponded to cobalt chloride concentrations (Co), with five levels (0, 0.1, 0.2, 0.4 and 0.8 mM Co). All solutions were prepared with sucrose at 4 % in distilled water and adjusted to pH 3.5 with citric acid. The experimental unit consisted of one *Lilium* stem inserted in a 250 ml test tube with an initial solution volume of 170 ml. The volume was adjusted every third day with sucrose solution at 4 % and pH 3.5.

Solution consumption was daily measured by means of volume difference in the solution of each sample: the flower was taken out of the test tube, then reading was performed and the flower was returned to the solution. Dry weight change of the floral stem was daily recorded using a digital scale (0.1 g precision, Ohaus, Scout). Floral longevity was evaluated with a hedonic scale, assigning zero (0) to the state prior to anthesis, one (1) to the open flower ornamental optimum state, and two (2) to the appearance of faded or dried edges in petals of the open flower. The number of days that 'state 1' lasted was recorded. Color in leaves was measured in SPAD units using a SPAD 501 Minolta meter; the same samples were always evaluated (five per treatment) in the apical area close to the floral structure. These measurements were daily performed until leaves had a yellowish color (sign of senescence).

At the end of the experiment, leaves and flowers were dried for 72 h in an oven with circulating air at 70 °C. Dry matter was ground in a mill (Thomas Wiley Mill Model Ed-5) using mesh number 40; a sample of 0.5 g was obtained. A wet digestion of the sample with 4 ml of a mixture of sulfuric acid and perchloric acid in a ratio 2:1 and 2 ml hydrogen peroxide was conducted. Concentrations of cobalt, potassium, calcium, magnesium and iron in mg·kg⁻¹ dry matter were determined in five replications per treatment, using an inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES). Nitrogen concentration was determined with the Micro-Kjeldahl Method (Alcántar and Sandoval, 1999).

Data was processed by an analysis of variance using the statistical software SAS®. The Tukey test ($P \leq 0.05$) was used to compare treatment means. In addition, a second-order polynomial regression was performed for the response variable weight.

en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de materia seca, mediante un espectrofotómetro de emisión atómica de plasma por inducción acoplada ICP-AES de Varian. También se midió la concentración de nitrógeno por el método de microkjeldahl (Alcántar y Sandoval, 1999).

Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza con el paquete estadístico SAS®. Para comparar las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Adicionalmente se realizó una regresión polinomial de segundo orden para la variable respuesta de peso.

RESULTADOS

El análisis estadístico detectó diferencias significativas para el peso durante los días 3, 8 y 13 de vida postcosecha de los tallos florales de *Lilium* 'Star Gazer' y 'Star Fighter'. Las unidades SPAD presentaron diferencias sólo el día 13 en los niveles de Co. La interacción de los factores Cv y Co fue significativa para el consumo de solución. El análisis de las concentraciones de nitrógeno y hierro en hojas y flores, calcio en hojas y magnesio en flores, así como longevidad floral mostraron diferencias significativas entre las fuentes de variación, mientras que la interacción resultó significativa para cobalto y potasio en hojas y flores, magnesio en hojas y el calcio en flores.

Consumo de solución preservante

La comparación de medias para el consumo de solución resultó significativa en la interacción. El valor más alto fue en el tratamiento 0.1 mM de Co para 'Star Fighter' durante los días 3, 8 y 13. Posteriormente se adicionaron los tratamientos de 0.2 y 0.4 mM el día 8 y el tratamiento 0.8 mM el día 13, todos ellos con respecto al tratamiento 0.0 mM. En 'Star Gazer' no se observaron diferencias (Cuadro 1). Para el factor Cv los valores de consumo más altos se registraron en 'Star Fighter' con diferencias significativas en todos los niveles de Co para el día 3, y en los días 8 y

CUADRO 1. Comparación de medias para la interacción de los niveles de Co en cada nivel de Cv en el consumo de solución durante los días 3, 8 y 13 de la vida postcosecha de *Lilium*.

TABLE 1. Mean comparisons for the interaction of Co levels in each Cv level in solution consumption on days 3, 8 and 13 in postharvest life of *Lilium*.

Co	Consumo de solución/ Solution consumption (mL)					
	Cultivar					
	Día/Day 3	'Star Gazer' Día/Day 8	Día/Day 13	Día/Day 3	'Star Figther' Día/Day 8	Día/Day 13
0.0	57.20 a ²	92.00 a	107.80 a	85.00 b	113.00 c	131.00 d
0.1	59.60 a	105.00 a	127.40 a	139.00 a	259.20 a	305.00 a
0.2	54.67 a	96.67 a	115.78 a	108.40 b	217.60 b	252.00 b
0.4	54.00 a	83.20 a	94.80 a	112.40 ab	197.20 b	224.00 b
0.8	46.89 a	74.22 a	85.33 a	92.00 b	155.60 c	177.60 c
DHS	29.60	40.82	42.89	29.60	40.82	42.89

²Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Co: cobalto; DHS: diferencia honesta significativa.

³Means with the same letter in each column are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$; Co: cobalt; DHS honestly significant difference.

RESULTS

Statistical analysis showed significant differences for weight during day 3, 8 and 13 of postharvest life of 'Star Gazer' and 'Star Fighter' floral stems. SPAD units showed differences in Co levels, only on day 13. The interaction of factors Co and Cv was significant for consumption of solution. The analysis of nitrogen and iron concentrations in leaves and flowers, calcium in leaves and magnesium in flowers, as well as floral longevity showed significant differences among sources of variation; on the other hand, the interaction for cobalt and potassium in leaves and flowers, calcium in leaves and magnesium in flowers was significant.

Consumption of preservative solution

Mean comparisons for the consumption of solution was significant in the interaction. The highest value was obtained in treatment with 0.1 mM Co for 'Star Fighter' on days 3, 8 and 13. Subsequently, treatments with 0.2 and 0.4 mM were added on day 8 and treatment with 0.8 mM was added on day 13, all treatments with respect to treatment with 0.0 mM. In 'Star Gazer' no differences were observed (Table 1). For factor Cv, the highest consumption values were obtained in 'Star Fighter' with significant differences at all Co levels on day 3, and on days 8 and 13 no differences in treatment with 0.0 mM Co in both cultivars were observed; however, differences in treatments involving Co were shown (Table 2).

Variation in fresh weight

The statistical analysis showed significant differences between cultivars (Table 3), where 'Star Fighter' obtained the highest weight during the three days of sampling. Co levels showed the highest weight in treatment with 0.1 mM compared with treatment with 0.0 mM. Moreover, the day where the highest weight was recorded in each treatment was determined by means of a second degree polynomial function. Its inflection point was considered as an indicator

13 no se presentaron diferencias en el tratamiento de 0.0 mM de Co en ambos cultivares, pero sí en los tratamientos que incluyeron Co (Cuadro 2).

Cambio en peso fresco

El análisis estadístico detectó diferencias significativas entre cultivares (Cuadro 3), donde 'Star Fighter' registró el mayor peso durante los tres días de muestreo. En los

of the onset of weight loss (Figure 1). Results were 1.62, 3.07, 2.94, 2.68 and 2.33 days for 'Star Gazer' and 1.97, 5.45, 5.30, 4.06 and 2.77 days for 'Star Fighter' with 0.0, 0.1, 0.2, 0.4 and 0.8 mM Co, respectively.

Floral longevity

Floral longevity showed differences between cultivars and between Co levels (Table 4). 'Star Gazer' showed a

CUADRO 2. Comparación de medias para la interacción entre Cultivares y Co en el consumo de solución durante los días 3, 8 y 13 de la vida postcosecha de *Lilium*.

TABLE 2. Mean comparisons for the interaction between cultivars and Co in solution consumption on days 3, 8 and 13 in postharvest life of *Lilium*.

Cultivar	Consumo de solución/ Solution consumption (mL)				
	Co (mM)				
	0.0	0.1	0.2	0.4	0.8
Día/Day 3					
Star Fighter	85.00 a ²	139.00 a	108.40 a	112.40 a	92.00 a
Star Gazer	57.20 b	59.60 b	54.67 b	54.00 b	46.89 b
DHS	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36
Día/Day 8					
Star Figther	113.00 a	259.20 a	217.60 a	197.20 a	155.60 a
Star Gazer	92.00 a	105.00 b	96.67 b	83.20 b	74.22 b
DHS	29.15	29.15	29.15	29.15	29.15
Día/Day 13					
Star Figther	131.00 a	305.00 a	252.00 a	224.00 a	177.60 a
Star Gazer	107.80 a	127.40 b	115.78 b	94.80 b	85.33 b
DHS	30.64	30.64	30.64	30.64	30.64

²Medias con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Co: cobalto; DHS: diferencia honesta significativa.

²Means with the same letter within factor in each column are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$; Co: cobalt; DHS honestly significant difference.

CUADRO 3. Comparación de medias de peso y unidades SPAD durante los días 3, 8 y 13 de la vida postcosecha de *Lilium*, cultivares 'Star Figther' y 'Star Gazer'.

TABLE 3. Mean comparisons of weight and SPAD units on days 3, 8 and 13 in postharvest life of *Lilium*, 'Star Fighter' and 'Star Gazer' cultivars.

Factor/nivel Factor/level	Día/Day 3		Día/Day 8		Día/Day 13	
	Peso/Weight (g)	Unidades/Units SPAD	Peso (g)	Unidades SPAD	Peso/Weight (g)	Unidades/Units SPAD
Cultivar						
S. Gazer	105.4 b ²	53.72 a	88.33 b	41.90 a	60.09 b	35.59 a
S. Fighter	143.9 a	52.99 a	137.58 a	44.36 a	108.17 a	34.27 a
DHS	7.17	5.31	6.27	7.90	5.13	5.90
Co (mM)						
0.0	124.5 a	51.65 a	106.28 b	32.54 a	80.53 ab	26.08 b
0.1	126.5 a	57.96 a	120.19 a	45.77 a	91.02 a	35.57 ab
0.2	125.4 a	47.84 a	118.75 ab	42.67 a	88.82 ab	39.55 a
0.4	123.6 a	53.59 a	110.72 ab	47.78 a	80.79 ab	33.18 ab
0.8	124.2 a	55.72 a	108.39 ab	46.63 a	78.98 b	39.99 a
DHS	15.8	11.77	13.91	15.71	11.38	13.08

²Medias con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Co: cobalto; DHS: diferencia honesta significativa.

²Means with the same letter within factor in each column are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$; Co: cobalt; DHS honestly significant difference.

niveles de Co el mayor peso se observó en el tratamiento de 0.1 mM con respecto al 0.0 mM de Co. Adicionalmente se determinó el día donde se registró el mayor peso en cada tratamiento mediante una función polinomial de segundo grado. Se consideró su punto de inflexión como indicativo del inicio de la pérdida de peso (Figura 1). Los resultados fueron 1.62, 3.07, 2.94, 2.68 y 2.33 días para 'Star Gazer', así como 1.97, 5.45, 5.30, 4.06 y 2.77 días para 'Star Fighter' con 0.0, 0.1, 0.2, 0.4 y 0.8 mM de Co, respectivamente.

floral longevity of 3.89 days; on the other hand 'Star Fighter' had a floral longevity of 2.77 days. Treatments with 0.1 and 0.2 mM Co produced a significant increase in floral longevity of 33.5 and 22.4 %, respectively, compared to treatments with 0.0 mM Co. Mean comparisons among the combinations (Table 5) for floral longevity showed a significant increase for 'Star Fighter' of 61.1 and 44 % with 0.1 and 0.2 mM Co and for 'Star Gazer' 19.7 % with 0.1 mM.

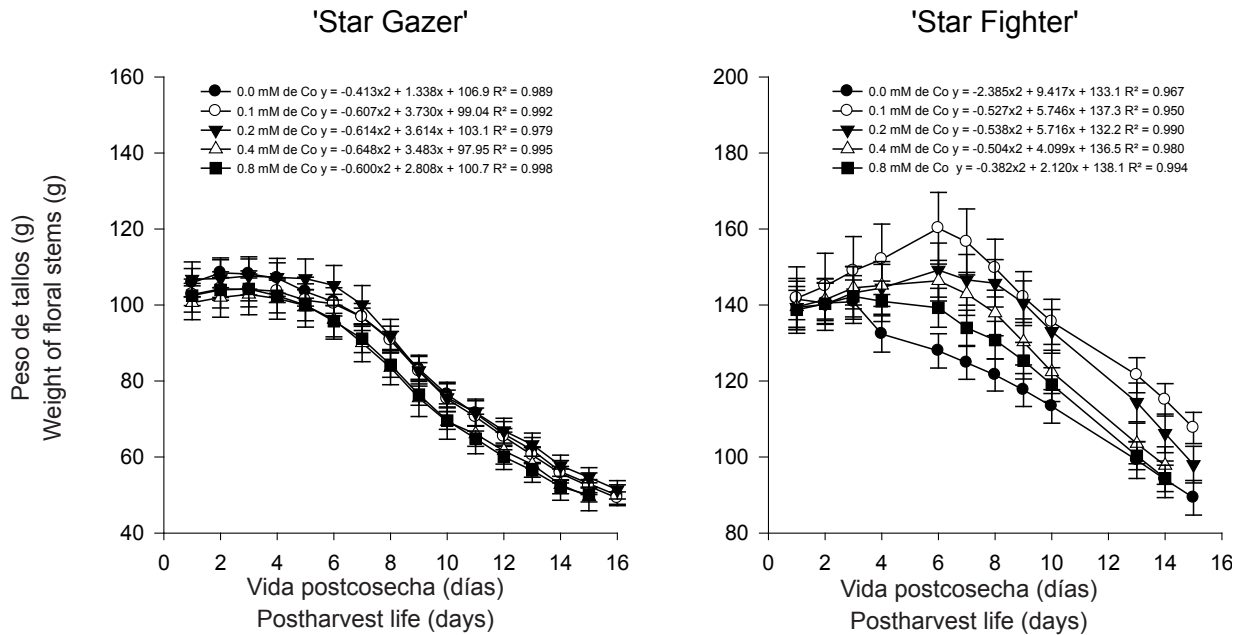


FIGURA 1. Peso durante la vida postcosecha de *Lilium* 'Star Fighter' y 'Star Gazer' y regresión polinomial de segundo orden. Cada punto representa el promedio de 10 repeticiones \pm error estándar.

FIGURE 1. Weight during the postharvest life of *Lilium* 'Star Fighter' and 'Star Gazer', and second-order polynomial regression. Each point represents the average of 10 replications \pm standard error.

CUADRO 4. Comparación de medias para flores de las concentraciones de nitrógeno, hierro, magnesio y longevidad floral durante la vida postcosecha de *Lilium* 'Star Fighter' y 'Star Gazer'.

TABLE 4. Mean comparisons for flowers in concentrations of nitrogen, magnesium, iron, and floral longevity during the postharvest life of *Lilium* 'Star Fighter' and 'Star Gazer'.

Factor/nivel	Nitrógeno/Nitrogen	Hierro/Iron	Magnesio/Magnesium	Longevidad Floral/Floral longevity (días/days)
	(mg·kg ⁻¹ de materia seca)			
Cultivar				
S. Gazer	14,166 a	47.3 a	2,421.3 a	3.89 a
S. Fighter	11,088 b	43.7 a	1,420.6 b	2.77 b
DHS	1847	3.68	177.55	0.19
Co (mM)				
0.0	12,449 a	55.3 a	2,163.7 a	3.22 b
0.1	12,653 a	43.7 bc	1,684.7 c	4.30 a
0.2	13,224 a	44.9 bc	2,090.5 ab	3.94 a
0.4	12,374 a	37.1 c	1,762.1 bc	2.55 c
0.8	12,438 a	46.5 b	1,903.8 abc	2.03 d
DHS	4,126	8.2	396.7	0.43

^aMedias con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Co: cobalto; DHS: diferencia honesta significativa.

^aMeans with the same letter within factor in each column are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$.; Co: cobalt; DHS honestly significant difference.

Longevidad floral

La longevidad floral mostró diferencias entre cultivares y entre los niveles de Co (Cuadro 4). 'Star Gazer' presentó una longevidad floral de 3.89 días, mientras que 'Star Fighter' fue de 2.77 días. Los tratamientos de 0.1 y 0.2 mM de Co produjeron un incremento significativo en la longevidad floral de 33.5 y 22.4 %, respectivamente, con relación al tratamiento 0.0 mM Co. La comparación de medias entre las combinaciones (Cuadro 5) para la longevidad floral evidenció un incremento significativo para 'Star Fighter' del 61.1 y 44 % con 0.1 y 0.2 mM de Co y el 19.7 % con 0.1 mM de Co para 'Star Gazer'.

Measurement of SPAD units in leaves

SPAD units increased significantly in treatments with 0.2 and 0.8 mM Co. The remaining treatments had the same behavior as treatment without Co from day 13 of postharvest life (Table 3).

Nutrient concentration

Mean comparison test in leaves detected a significant increase in nitrogen concentration in 'Star Gazer' in comparison with 'Star Fighter'. Co showed significant increases of nitrogen of 43.1 and 83.9 % and 0.4 with 0.4 and 0.8 mM Co, respectively (Table 6). The interaction was significant

CUADRO 5. Comparación de medias para flores de las concentraciones de nitrógeno, hierro, magnesio y longevidad floral durante la vida postcosecha de *Lilium* 'Star Figther' y 'Star Gazer'.

TABLE 5. Mean comparisons for flowers in concentrations of nitrogen, magnesium, iron, and floral longevity during the postharvest life of *Lilium* 'Star Fighter' and 'Star Gazer'.

Factores/Factors Cv	Co (mM)	Nitrógeno/Nitrogen	Hierro/Iron	Magnesio/Magnesium	Longevidad floral/ Floral longevity
		(mg·kg ⁻¹ de materia seca/dry matter)			(días/days)
S.G	0.0	12,799 a ²	55.874 a	2,483.8 ab	4.10 bc
S.G	0.1	14,288 a	48.006 abcd	2,181.6 ab	4.91 a
S.G	0.2	16,455 a	46.680 abcd	2,816.1 a	4.66 ab
S.G	0.4	14,695 a	35.210 d	2,292.5 ab	2.95 ef
S.G	0.8	12,596 a	50.905 abc	2,332.6 ab	2.45 fg
S.F	0.0	12,100 a	54.807 ab	1,843.5 bc	2.34 fg
S.F	0.1	11,017 a	39.457 cd	1,187.8 c	3.77 cd
S.F	0.2	9,993 a	43.054 abcd	1,365.0 c	3.37 de
S.F	0.4	10,053 a	38.964 cd	1,231.6 c	2.06 gh
S.F	0.8	12,281 a	42.148 bcd	1,475.1 c	1.50 h
DHS		684	13.640	657.6	0.72

²Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Cv:cultivar; Co: cobalto; SG: star gazer; SF:star fighter; DHS: diferencia honesta significativa.

²Means with the same letter in each column are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$; Cv: cultivar; Co: cobalt; SG: star gazer; SF: star fighter; DHS honestly significant difference.

CUADRO 6. Comparación de medias para hojas de las concentraciones de nitrógeno, calcio y hierro, durante la vida postcosecha de *Lilium* 'Star Figther' y 'Star Gazer'.

TABLE 6. Mean comparisons for leaves in concentrations of nitrogen, calcium and iron during the postharvest life of *Lilium* 'Star Fighter' and 'Star Gazer'.

Factor/nivel Factor/level	Nitrógeno/Nitrogen	Calcio/Calcium	Hierro/Iron
	(mg·kg ⁻¹ de materia seca/dry matter)		
Cv			
S. Gazer	13,1373 a ²	9,192.8 a	104.8 a
S. Fighter	11,2658 b	9,330.9 a	114.7 a
DHS	1,706	1,680.3	14.933
Co (mM)			
0.0	9,383 c	9,727.4 a	109.2 a
0.1	10,187 bc	7,950.1 a	93.9 a
0.2	10,756 bc	9,515.8 a	104.5 a
0.4	13,428 b	9,177.0 a	115.5 a
0.8	17,254 a	9,939.2 a	125.6 a
DHS	3,811	3,754.3	33.37

²Medias con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Cv: cultivar; Co: cobalto; DHS: diferencia honesta significativa; ns: no significativo.

²Means with the same letter in each column are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$; Cv: cultivar; Co: cobalt; DHS honestly significant difference; ns: not significant.

Medición de unidades SPAD en hojas

Las unidades SPAD se incrementaron significativamente en los tratamientos 0.2 y 0.8 mM de Co. Los tratamientos restantes se comportaron igual que el que no tuvo Co a partir del día 13 de la vida postcosecha (Cuadro 3).

Concentración nutrimental

La prueba de comparación de medias en hojas detectó un incremento significativo en la concentración de nitrógeno en 'Star Gazer' en relación con 'Star Fighter'. Para el factor Co, se observaron incrementos significativos de nitrógeno de 43.1 y 83.9 % en 0.4 y 0.8 mM de Co, respectivamente (Cuadro 6). La interacción fue significativa para

for the concentration of cobalt potassium and magnesium, where 'Star Fighter' showed a significant increase in the concentrations of cobalt related to the increment of this element in treatments with 0.4 and 0.8 mM. On the other hand, 'Star Gazer' showed significant increase only in treatment with 0.8 mM. Potassium concentration showed a significant decrease in treatment with 0.1 and 0.4 Co for 'Star Fighter'. Magnesium showed a significant increase in 'Star Gazer' (Tables 7 and 8).

'Star Gazer' flowers showed a higher concentration of nitrogen and magnesium, while for Co, iron and magnesium showed a decrease in treatments including Co (Table 4). The interaction revealed differences in concentrations

CUADRO 7. Comparación de medias para la interacción de los niveles de Co en cada nivel de Cv en las concentraciones de cobalto, potasio y magnesio al final de la vida postcosecha en hojas de tallos florales de *Lilium*.

TABLE 7. Mean comparisons for the interaction of Co levels in each Cv level in concentrations of cobalt, potassium and magnesium at the end of the postharvest life in leaves of *Lilium* floral stems.

Factor/nivel Factor/level	Cv						
	Co (mM)	Star Gazer Cobalto/ Cobalt	Star Gazer Potasio/ Potassium	Magnesio/ Magnesium	Star Fighter Cobalto/ Cobalt	Star Fighter Potasio/ Potassium	Magnesio/ Magnesium
		(mg·kg ⁻¹ de materia seca/dry matter)					
	0.0	0.80 b ^z	16,856 a	3,314.6 ab	1.53 c	20,416 a	2,257.6 a
	0.1	3.91 b	19,192 a	2,689.9 b	45.50 c	11,347 b	2,207.4 a
	0.2	49.51 b	17,697 a	2,976.0 b	42.23 c	16,443 a	1,944.2 a
	0.4	44.49 b	22,481 a	4,245.4 a	129.21 b	15,019 a	1,841.4 a
	0.8	151.49 a	21,900 a	3,188.1 ab	331.42 a	18,997 a	2,231.3 a
	DHS	60.54	6,780.93	1,137.44	60.54	6,780.93	1,137.44

^zMedias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Cv: cultivar; Co: cobalto; DHS: diferencia honesta significativa.

^zMeans with the same letter in each column are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$.; Cv: cultivar; Co: cobalt; DHS honestly significant difference.

CUADRO 8. Comparación de medias para la interacción de los niveles de Cv en cada nivel de Co en las concentraciones de cobalto, potasio y magnesio al final de la vida postcosecha en hojas de tallos florales de *Lilium*.

TABLE 8. Mean comparisons for the interaction of Cv levels in each Co level in concentrations of cobalt, potassium and magnesium at the end of the postharvest life in leaves of *Lilium* floral stems.

Cultivar	Co (mM)				
	0	0.1	0.2	0.4	0.8
	Cobalto/Cobalt (mg·kg ⁻¹ de materia seca/dry matter)				
Star Figther	1.53 a ^z	45.5 a	42.23 a	129.21 a	331.42 a
Star Gazer	0.80 a	3.91 a	49.51 a	44.49 b	151.49 b
DHS	42.87	42.87	42.87	42.87	42.87
	Potasio/Potassium (mg·kg ⁻¹ de materia seca/dry matter)				
Star Figther	20,416 a	11,347 b	16,443 a	15,019 b	18,997 a
Star Gazer	16,856 a	19,192 a	17,697 a	22,481 a	21,900 a
DHS	4,800.37	4,800.37	4,800.37	4,800.37	4,800.37
	Magnesio/Magnesium (mg·kg ⁻¹ de materia seca/dry matter)				
Star Figther	2,257.6 b	2207.4 a	1,944.2 b	1,841.4 b	2,231.3 b
Star Gazer	3,314.6 a	2689.9 a	2,976.0 a	4,245.4 a	3,188.1 a
DHS	805.2	805.2	805.2	805.2	805.2

^zMedias con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Co: cobalto; DHS: diferencia honesta significativa.

^zMeans with the same letter within factor in each column are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$.; Co: cobalt; DHS honestly significant difference.

las concentraciones de cobalto, potasio y magnesio en las hojas, donde 'Star Fighter' registró un incremento significativo en las concentraciones de cobalto asociadas al incremento de este elemento en los tratamientos 0.4 y 0.8 mM. Por otro lado, en 'Star Gazer' el incremento significativo sólo se observó en el tratamiento de 0.8 mM. La concentración de potasio presentó una disminución significativa en el tratamiento 0.1 y 0.4 mM de Co para 'Star Fighter'. El magnesio presentó un incremento significativo en 'Star Gazer' (Cuadros 7 y 8).

of cobalt, calcium and potassium. 'Star Fighter' showed a significant increase in Cobalt concentrations related to the increase of this element in treatments with 0.4 and 0.8 mM. 'Star Gazer' showed a significant increase in treatments with 0.2, 0.4 and 0.8 mM. Calcium concentration was higher in 'Star Gazer' in all treatments compared to 'Star Fighter' (Tables 9 and 10).

Nitrogen content in leaves and flowers was significantly higher in 'Star Gazer' (Tables 4 and 6). Iron and calcium did not differ (Table 6). 'Star Gazer' flowers showed

CUADRO 9. Comparación de medias para la interacción de los niveles de Co en cada nivel de Cv en las concentraciones de cobalto, calcio y potasio al final de la vida postcosecha en flores de tallos de *Lilium*.

TABLE 9. Mean comparisons for the interaction of Co levels in each Cv level in concentrations of cobalt, calcium and potassium at the end of the postharvest life in leaves of *Lilium* floral stems.

Factor/nivel Factor/level	Cv					
	Star Gazer	Star Figther	Star Gazer	Star Figther	Star Gazer	Star Figther
Co	Cobalto/ Cobalt	Calcio/ Calcium	Potasio/ Potassium	Cobalto/ Cobalt	Calcio/ Calcium	Potasio/ Potassium
	(mg·kg ⁻¹ de materia seca/dry matter)					
0.0	0.89 c	3,648.7 b	29,498 ab	1.63 c	2,079.8 a	25,038 a
0.1	19.45 c	3,291.9 b	27,289 b	30.82 c	1,674.0 a	14,537 b
0.2	149.79 b	4,878.6 a	34,639 a	32.78 c	1,809.4 a	17,736 b
0.4	125.83 b	2,822.5 c	26,562 b	134.20 b	1,676.6 a	16,237 b
0.8	237.45 a	3,363.2 b	26,946 b	326.65 a	2,086.0 a	20,551 ab
DHS	76.12	701.59	6,761.98	76.12	701.59	6,761.98

²Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Cv: cultivar; Co: cobalto; DHS: diferencia honesta significativa.

²Means with the same letter in each column are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$.; Cv: cultivar; Co: cobalt; DHS honestly significant difference.

CUADRO 10. Comparación de medias para la interacción de los niveles de Cv en cada nivel de Co en las concentraciones de cobalto, potasio y calcio al final de la vida postcosecha en flores de tallos de *Lilium*.

TABLE 10. Mean comparisons for the interaction of Cv levels in each Co level in concentrations of cobalt, potassium and calcium at the end of the postharvest life in leaves of *Lilium* floral stems.

Cultivar	Co (mM)				
	0	0.1	0.2	0.4	0.8
	Cobalto/Cobalt (mg·kg ⁻¹ de materia seca/dry matter)				
Star Figther	1.63 a	30.82 a	32.78 b	134.20 a	326.65 a
Star Gazer	0.89 a	19.45 a	149.79 a	125.83 a	237.45 b
DHS	53.88	53.88	53.88	53.88	53.88
	Potasio/Potassium (mg·kg ⁻¹ de materia seca/dry matter)				
Star Figther	25,038 a	14,537 b	17,736 b	16,237 b	20,551 b
Star Gazer	29,498 a	27,289 a	34,639 a	26,562 a	26,946 a
DHS	47,86.95	4,786.95	4,786.95	47,86.95	4,786.95
	Calcio/Calcium (mg·kg ⁻¹ de materia seca/dry matter)				
Star Figther	2,079.8 b	1,674.0 b	1,809.4 b	1,676.6 b	2,086.0 b
Star Gazer	3,648.7 a	3,291.9 a	4,878.6 a	2,822.5 a	3,363.2 a
DHS	496.67	496.67	496.67	496.67	496.67

²Medias con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Co: cobalto; DHS: diferencia honesta significativa.

²Means with the same letter within factor in each column are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$.; Co: cobalt; DHS honestly significant difference.

CUADRO 11. Comparación de medias para hojas de las concentraciones de nitrógeno, calcio y hierro al final de la vida postcosecha de *Lilium* 'Star Figther' y 'Star Gazer'.

TABLE 11. Mean comparisons for leaves in concentrations of nitrogen, calcium and iron at the end of the postharvest life of *Lilium* 'Star Figther' and 'Star Gazer'.

Cultivar	Co (mM)	Nitrógeno/Nitrogen	Calcio/Calcium	Hierro/Iron
		(mg·kg ⁻¹ de materia seca/dry matter)		
S.G	0.0	10,970 bcd ^z	7,989 a	110.37 ab
S.G	0.1	10,970 bcd	7,096 a	88.23 b
S.G	0.2	11,038 bcd	10,270 a	111.21 ab
S.G	0.4	14,153 abc	10,344 a	109.63 ab
S.G	0.8	18,555 a	10,264 a	104.68 ab
S.F	0.0	7,796 d	11,465 a	108.13 ab
S.F	0.1	9,403 cd	8,804 a	99.60 ab
S.F	0.2	10,475 bcd	8,761 a	97.89 ab
S.F	0.4	12,702 abcd	8,010 a	121.39 ab
S.F	0.8	15,953 ab	9,614 a	146.60 a
DHS		6,318	6,223.5	55.312

^zMedias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Co: cobalto; SG: star gazer; SF:star fighter; DHS: diferencia honesta significativa.

*Means with the same letter in each column are equal according to the Tukey test at $P \leq 0.05$.; Co: cobalt; SG: star gazer; SF: star fighter; DHS honestly significant difference.

En flores, 'Star Gazer' mostró una mayor concentración de nitrógeno y magnesio, mientras que para el factor Co el hierro y el magnesio presentaron una disminución en los tratamientos que incluyeron Co (Cuadro 4). La interacción evidenció diferencias en concentraciones de cobalto, calcio y potasio. 'Star Fighter' registró un incremento significativo en las concentraciones de cobalto asociadas al incremento de este elemento en los tratamientos 0.4 y 0.8 mM, y en 'Star Gazer' el incremento significativo se observó en los tratamientos 0.2, 0.4 y 0.8 mM. La concentración de calcio fue mayor en 'Star Gazer' en todos sus tratamientos con respecto a 'Star Fighter' (Cuadros 9 y 10).

Los contenidos de nitrógeno en hojas y flores fueron significativamente mayores en 'Star Gazer' (Cuadros 4 y 6). El hierro y calcio no mostraron diferencias (Cuadro 6). En las flores 'Star Gazer' presentó valores más altos de potasio con diferencias significativas en todos los tratamientos que involucraron al Co en relación al que no tuvo Co. La concentración de calcio fue mayor en todos los tratamientos que involucraron al 'Star Gazer' como efecto de cultivar (Cuadro 10).

Las comparaciones de medias de la combinación mostraron la mayor concentración de nitrógeno en hojas para ambos cultivares con 0.8 mM de Co, en relación al tratamiento sin Co (Cuadro 11). Se observaron síntomas de clorosis foliar en los tratamientos de 0.4 y 0.8 mM de cobalto.

La concentración de calcio en flores de 'Star Gazer' con 0.2 mM de Co presentó un valor alto con diferencias significativas con respecto al tratamiento sin Co. Además, se evidenció un descenso significativo de esta variable en los tratamientos de 'Star Gazer' con 0.4 mM de Co y todas las combinaciones generadas con 'Star Fighter' (Cuadro 7).

El hierro en hoja muestra diferencias significativas entre 'Star Gazer' 0.1 mM y 'Star Fighter' 0.8 mM de Co

higher potassium values with significant differences in all treatments involving Co compared with those without Co. Calcium concentration was higher in all treatments which involved 'Star Gazer' as cultivar effect (Table 10).

Means comparisons of the combination had the highest nitrogen concentration in leaves for both cultivars with 0.8 mM Co, in relation to the treatment without Co (Table 11). Chlorosis symptoms in foliar treatments with 0.4 and 0.8 mM cobalt were observed.

Calcium concentration in 'Star Gazer' flowers with 0.2 mM Co showed a high value with significant differences compared to the treatment without Co. Furthermore, a significant decrease of this variable in treatments with 0.4 mM Co in 'Star Gazer' and all combinations generated with 'Star Fighter' (Table 7) was observed.

Iron in leaf showed significant differences between treatment with 0.1 mM Co in 'Star Gazer' and treatment with 0.8 mM Co in 'Star Fighter' with a lower value in the first combination (Table 11). Iron in flowers showed lower values in Co treatments in relation to the treatment without Co. However, the differences were significantly only for both cultivars with treatment 0.4 mM Co and in combination of 'Star Fighter' with 0.1 mM Co (Table 5).

DISCUSSION

Water absorption and transpiration in floral stems are indicators of an efficient water balance, important conditions to increase postharvest life (Miranda *et al.*, 2008; van Meeteren *et al.*, 2005). In this study, during three days, we observed an increment of 39 % in the consumption of solution in stems treated with 0.1 mM in relation to the control treatment. According to Van Leperen and Van Gelder (2006), the addition of 10 mM potassium chloride to solutions in contact with segments of chrysanthemum stems

con un valor más bajo en la primera combinación (Cuadro 11). En las flores el hierro registró los valores inferiores en los tratamientos con Co en relación al tratamiento sin Co. Sin embargo, las diferencias sólo fueron significativas para ambos cultivares con 0.4 mM de Co y en la combinación 'Star Fighter' con 0.1 mM de Co (Cuadro 5).

DISCUSIÓN

La absorción de agua y la transpiración en los tallos florales son indicadores de un balance hídrico eficiente, condición importante para un incremento en la vida postcosecha (Miranda *et al.*, 2008; van Meeteren *et al.*, 2005). En este trabajo, durante el día tres, se observó un incremento del 39 % en el consumo de solución en tallos tratados con 0.1 mM de Co con relación al tratamiento control. Según Van Leperen y Van Gelder (2006), la adición de 10 mM de cloruro de potasio a soluciones en contacto con segmentos de tallos de crisantemo (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev) y *Prunus* (*Prunus laurocerasus*) incrementó el flujo entre el 17 y 24 % para crisantemo, mientras que en *Prunus* el incremento fue de 16 %, con relación al agua deionizada. Adicionalmente, se ha reportado (Van Leperen *et al.*, 2000) que la conductancia hidráulica es mayor cuando se utilizan cationes divalentes como magnesio y calcio, por lo que es posible que el cobalto pueda ser incluido. Estos autores argumentan que los cationes divalentes se asocian y neutralizan las cargas negativas de las pectinas, las cuales constituyen el componente más abundante de la pared celular del xilema, y así disminuye la resistencia al flujo de solución.

Miranda *et al.* (2008) han observado que las pérdidas de peso fresco superiores al 10 % generan marchitamiento y afectan la vida postcosecha de *Antirrhinum majus* L. Para 'Star Fighter' esta disminución del peso se registró el día doce después del corte en el tratamiento 0.1 mM de Co, mientras que en el tratamiento sin Co se presentó a partir del día seis. En 'Star Gazer' no se encontraron diferencias significativas, pero se observó la pérdida del 10 % de peso fresco el día ocho después de colocarlos en soluciones con 0.1 y 0.2 mM de Co, en tanto que en flores no tratadas con Co se registró este comportamiento a partir del día siete. En plantas con 0.4 y 0.8 mM de Co se produjo una reducción del 10 % en el peso antes o igual que en plantas expuestas a soluciones con 0.0 mM de Co (Figura 1). Además, la apertura de las flores fue incipiente y con menor vida postcosecha en ambos cultivares.

Yáñez *et al.* (1994) encontraron mayor longevidad en flores de rosa que mantienen o incrementan su peso fresco. En el presente estudio, esta condición se observó en los tallos de 'Star Fighter' sumergidos en las concentraciones de 0.1 y 0.2 mM de Co y 'Star Gazer' sumergidos en la solución 0.1 mM de Co, lo cual coincidió con un mayor número de días para que se presentara el punto de inflexión. Estos resultados sugieren que el mayor consumo de agua

(*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev) and *Prunus* (*Prunus laurocerasus*) increased flow (between 17 and 24 %) for chrysanthemum, while in the case of *Prunus* the increment was 16 % in relation to deionized water. Moreover, it has been reported (Van Leperen *et al.*, 2000) that hydraulic conductance is higher when divalent cations such as magnesium and calcium are used; therefore, it is possible that cobalt can be added. These authors argue that divalent cations are associated and neutralize negative charges of pectins, which constitute the most abundant component of xylem cell wall, and hence the resistance to flow solution decreases.

Miranda *et al.* (2008) have observed that the loss of fresh weight over 10 % generates wilt and affects the postharvest life of *Antirrhinum majus* L. For 'Star Fighter' this decrease in weight was observed in treatment with 0.1 mM Co on day 12 after the cut, while in treatment without Co the decrease was observed on day 6. No significant differences were found in 'Star Gazer' but there was a loss of 10 % fresh weight on day 8 after placing them in solutions with 0.1 and 0.2 mM Co; on the other hand, flowers without Co showed this behavior from day seven. Plants with 0.4 and 0.8 mM Co had a 10 % reduction in weight similar in plants exposed to 0.0 mM Co solutions (Figure 1). In addition, flower opening was emerging and with lower postharvest life in both cultivars.

Yanez *et al.* (1994) found greater longevity in rose flowers that maintain or increase their fresh weight. In the present study, this condition was observed in 'Star Fighter' stems immersed in 0.1 and 0.2 mM Co concentrations and in 'Star Gazer' immersed in 0.1 mM Co solutions, which coincided with a greater number of days so the turning point will appear. These results suggest that greater water consumption and the increment of weight in the first six days of the postharvest life of the floral unit can be taken as an indicator of longevity.

The presence of foliar chlorophyll measured in SPAD units showed no differences between cultivars. According to Rodríguez *et al.* (1998), this variable allows a diagnosis of the nutritional condition of crops. It may suggest that both cultivars had the same nutritional condition at the beginning of the experiment. In addition, it has been observed that the content of chlorophyll in plant tissues is useful for estimating the state of senescence in leaves (Quesada and Valpuesta, 2008). The incorporation of 0.2 and 0.8 mM Co in the preservative solution may delay this symptom in *Lilium* leaves.

As for floral longevity, 'Star Fighter' with 0.1 and 0.2 mM Co had a lifespan of 3.77 and 3.37 days respectively, this represents an increase compared to the stems without Co (2.34 days). 'Star Gazer' showed an increase only with 0.1 mM Co, i.e., a lifespan of 4.91 days, while stems without Co had a lifespan of 4.1 days. On the other hand, stems of both cultivars treated with 0.4 and 0.8 mM showed low-

y el incremento de peso en los primeros seis días de la vida postcosecha de la unidad floral pueden tomarse como indicador de una mayor longevidad.

La presencia de clorofila foliar medida en unidades SPAD no mostró diferencias entre cultivares. Según Rodríguez *et al.* (1998), esta variable permite un diagnóstico de la condición nutrimental de los cultivos. Se puede sugerir que ambos cultivares presentaron el mismo estado nutrimental al inicio del experimento. Adicionalmente, se ha observado que el contenido de clorofila en tejidos vegetales es útil para estimar el estado de senescencia en hojas (Quesada y Valpuesta, 2008). La incorporación de 0.2 y 0.8 mM de Co en las soluciones preservantes probablemente retrasó este síntoma en las hojas de los tallos florales de *Lilium*.

En cuanto a la longevidad floral, 'Star Fighter' con 0.1 y 0.2 mM de Co perduró por 3.77 y 3.37 días, respectivamente, lo cual representa un incremento con relación a los tallos sin Co (2.34 días). Para 'Star Gazer' sólo con 0.1 mM de Co se presentó un incremento, el cual fue de 4.91 días, mientras que en tallos sin Co fue de 4.1 días. Por otro lado, tallos de ambos cultivares tratados con 0.4 y 0.8 mM presentaron valores de longevidad floral inferiores al observado en tallos sin Co. Lo anterior permite sugerir la posible participación del cobalto en concentraciones de 0.1 y 0.2 mM para favorecer una mayor vida en florero, lo cual coincide con lo reportado por Pardha y Mohan (1989) para crisantemo y Murali y Reddy (1993) para gladiolo, mientras que los niveles de 0.4 y 0.8 mM causaron disminución de la vida de florero en los tallos de *Lilium*.

En las hojas de tallos de ambos cultivares se observó un incremento de nitrógeno asociado a las concentraciones crecientes de Co. Quesada y Valpuesta (2008) mencionan que una porción importante del nitrógeno celular se encuentra en los cloroplastos y, durante la senescencia, estos organelos se degradan y liberan el contenido de nitrógeno, y así producen síntomas de senescencia como la degradación de proteínas, modificación del retículo endoplásmico, fragmentación de membranas y pérdida de la integridad celular, y por consiguiente el deterioro de las hojas. Estos síntomas fueron observados en plantas sumergidas en soluciones con 0.4 y 0.8 mM de Co.

El incremento de cobalto en hojas y flores es atribuido a la presencia de éste en las soluciones preservantes, sobre todo en los tallos tratados con 0.4 y 0.8 mM de Co, y en comparación con el tratamiento sin Co. Pandey y Sharma (2002) reportan que el cobalto induce clorosis en las hojas por una disminución en la asimilación de hierro. Lo anterior fue observado en flores como una disminución del hierro en los tratamientos que incluyeron Co. Por otra parte, Palit y Sharma (1994) establecen que el cobalto también induce deficiencias de potasio, lo cual fue observado en flores de 'Star Fighter' con 0.1 y 0.4 mM de Co. Los contenidos de potasio fueron más altos en las flores, probablemente por

er floral longevity values in comparison with those stems without Co. This suggest the possible participation of cobalt in concentrations of 0.1 and 0.2 mM to enhance vase life, which is consistent with that reported by Pardha and Mohan (1989) for chrysanthemum and Murali and Reddy (1993) for gladiolus, while levels of 0.4 and 0.8 mM provoked a decrease in vase life of *Lilium* stems.

Stem leaves of both cultivars showed a nitrogen increase related to the growing concentration of Co. Quesada and Valpuesta (2008) mentioned that a significant portion of cellular nitrogen is found in chloroplasts and, during senescence, these organelles are degraded and release nitrogen, and thus produce symptoms of senescence as protein degradation, modification of endoplasmic reticulum, membrane fragmentation and loss of cellular integrity, and hence leaves deterioration. These symptoms were observed in plants immersed in 0.4 and 0.8 mM Co solutions.

The increase of cobalt in leaves and flowers is attributed to the presence of it in preservative solutions, especially in stems treated with 0.4 and 0.8 mM Co, and in comparison with treatment without Co. Pandey and Sharma (2002) reported that cobalt induces chlorosis on leaves by a decrease in the uptake of iron. This was observed in flowers as a decrease in iron in treatments that included Co. Moreover, Palit and Sharma (1994) established that cobalt also induces potassium deficiency, which was observed in 'Star Fighter' flowers with 0.1 and 0.4 mM Co. Potassium contents were higher in flowers, probably because of the requirement in cell turgor required in the expansion of floral structure.

The presence of cobalt induces a low accumulation of calcium and magnesium in plant (Talukder and Sharma, 2007). Although the experimental model used does not include the whole plant, the differences are probably the modification of the movement patterns of this element. Thus, treatment with 0.4 mM Co for 'Star Fighter' reported lower concentrations of magnesium. This trend was also presented in 'Star Fighter' flowers (Table 5). These results suggest a dynamic in retranslocation caused by the presence of cobalt in the preservative solution.

CONCLUSIONS

Lilium floral stems treated with preservative solutions involving Co showed a significant increase of this element in leaves and flowers of both cultivars. 'Star Fighter' floral longevity showed an increase of 61.1 and 44 % with 0.1 and 0.2 mM Co, respectively, while 'Star Gazer' showed an increase of 19.7 with 0.1 mM Co.

Fresh weight loss, decrease of SPAD units and consumption of preservative solution were delayed by the concentration of 0.1 mM Co.

Nitrogen content in leaves of both cultivars tends to increase up to 83.8 % with the presence of Co in preserva-

el requerimiento en la turgencia celular necesaria en la expansión de la estructura floral.

La presencia de cobalto induce una baja acumulación de calcio y magnesio en la planta (Talukder y Sharma, 2007). Aunque el modelo experimental utilizado no incluye a la planta completa, probablemente las diferencias se deben a la modificación de los patrones de movimiento de este elemento. Es así como el tratamiento con 0.4 mM de Co para 'Star Fighter' reportó menores concentraciones de magnesio. En flores esta tendencia también se presentó en 'Star Fighter' (Cuadro 5). Estos resultados permiten sugerir una dinámica en la retranslocación provocada por la presencia del cobalto en la solución preservante.

CONCLUSIONES

Los tallos florales de *Lilium* tratados con soluciones preservantes que incluyeron al Co presentaron un aumento significativo de este elemento en hojas y flores de los dos cultivares. Para la longevidad floral 'Star Fighter' presentó un incremento de 61.1 y 44 % con 0.1 y 0.2 mM de Co, respectivamente, mientras que para 'Star Gazer' la concentración que favoreció el incremento de 19.7 % fue 0.1 mM de Co.

La pérdida de peso fresco, la disminución de unidades SPAD, así como el consumo de solución preservante fueron retardados por la concentración de 0.1 mM de Co.

El contenido de nitrógeno en hojas de los dos cultivares tiende a incrementarse hasta un 83.8 % con la presencia de Co en las soluciones preservantes, mientras que en flores no hubo un patrón definido en respuesta al Co.

LITERATURA CITADA

- ALCÁNTAR, G. G.; SANDOVAL, V. M. 1999. Manual de Análisis Químico de Tejido Vegetal. Guía de Muestreo, Preparación, Análisis e Interpretación. Publicación Especial Núm. 10 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C., Chapingo, Méx. 156 p.
- ARRIAGA, N. R. M.; GUERRERO, J. E. 1995. Efecto de diferentes soluciones preservativas en la vida de florero de tallos florales de "Polaris" bajo dos condiciones ambientales. Revista Chapingo Serie Horticultura 1(3): 103-107.
- HOJJATI, Y.; KHALIGHI, A.; FAROKHZAD, R. A. 2007. Chemical treatments of *Eustoma* cut flower cultivars for enhanced vase life. Journal of Agriculture & Social Sciences 3(3): 75-78.
- HICKLENTON, P. 1991. GA3 and benzylaminopurine delay leaf yellowing in cut *Alstroemeria* stems. HortScience 26: 1198-1199.
- MIRANDA, M. A.; GUTIÉRREZ, E. J. A.; COLINAS, L. M. T.; ARÉVALO, G. L. GAYTÁN, A. E. A. 2008. Producción invernal de perrito de corte (*Antirrhinum majus* L.) en el Valle de México. Revista Fitotecnia Mexicana 31(3): 251-256.
- MURALI, T. P.; REDDY, T. V. 1993. Postharvest physiology of gla-

diolous as influenced by cobalt and sucrose. Horticulture: New Technologies and Applications. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp: 393-396.

End of English Version

- NELL, T. A.; REID, M. S. 2000. Poscosecha de las Flores y Plantas. Ediciones Hortitecna. Colombia. 216 p.
- PALIT, S.; SHARMA, A. 1994. Effects of cobalt on plant. The Botanical Review 60 (2): 150-171.
- PANDEY, N.; SHARMA, C. P. 2002. Effect of heavy metals Co²⁺, Ni²⁺ and Cd²⁺ on growth and metabolism of cabbage. Plant Science 163(4): 753-758.
- PARDHA, S. P.; MOHAN RAM, H. Y. 1989. Prolongation of vase-life of chrysanthemum blooms by cobalt chloride and its reversal by IAA. Acta Horticulturae 261: 309-312, IV International Symposium on Postharvest Physiology of Ornamental Plants.
- PLICH, H.; JANKIEWICZ, S. L. 2003. Etileno, pp. 459-464. In: Reguladores del Crecimiento, Desarrollo y Resistencia en Plantas. JANKIEWICZ, S, L. (ed.). Mundi-Prensa. México, D.F.
- QUESADA, M. A.; VALPUESTA, V. 2008. Senescencia y Abscisión, pp. 559-576. In: Fundamentos de Fisiología Vegetal. 2ª Edición. AZCÓN-BIETO, J.; TALÓN, M. (eds.). McGraw-Hill Interamericana de España. S. A. U. Barcelona, España.
- RODRÍGUEZ, M. M.; ALCÁNTAR, G. G.; AGUILAR, S. A.; ET-CHEVERS, B. J.; SANTIZO, R.J. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. Terra 16(2): 135-141.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2006. Plant Physiology. Fourth edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Massachusetts. pp. 571-591.
- TALUKDER, G.; SHARMA, A. 2007. Cobalt, pp. 500-514. In: Handbook of Plant Nutrition. BARKER, V. A.; PILBEAM, J. D. (eds.). CRC Press Taylor & Francis Group. London.
- TREJO-TÉLLEZ, L. I.; GÓMEZ-MERINO, F. C.; ALCÁNTARA, G. G. 2007. Elementos Benéficos, pp. 61-64. In: Nutrición de Cultivos. ALCÁNTARA, G. G.; TREJO-TÉLLEZ, L. I. (eds.). Mundi Prensa, Colegio de Postgraduados. México.
- VAN DOORN, W. G. 1997. Water relations of cut flowers. Horticultural Reviews 18: 1-85.
- VAN DOORN, W.G.; SCHURER, K.; Y WITTE, Y. 1989. Role endogenous bacteria in vascular blockage of cut rose flowers. J. Plant Physiology 134: 375-381.
- VAN IEPEREN, W.; VAN MEETEREN, U; VAN GELDER, A. 2000. Fluid ionic composition influences hydraulic conductance of xylem conduits. Journal of Experimental Botany 51: 769-776.

- VAN IEPEREN, W.; VAN GELDER, A. 2006. Ion-mediated flow changes suppressed by minimal calcium presence in xylem sap in *Chrysanthemum* and *Prunus laurocerasus*. *Journal of Experimental Botany* 57(11): 2743-2750.
- VAN MEETEREN, U.; VAN GELDER, A.; VAN IEPEREN, W. 2005. Effect of growth on postharvest rehydration ability of cut chrysanthemum flowers. *Acta Horticulturae* 669: 287-295.
- VEEN, H. 1986. A theoretical model for anti-ethylene effects of silver thiosulphate and 2,5-norbornadiene. *Acta Horticulturae* 181: 129-136.
- YÁÑEZ, M. M.; COLINAS, L. M. T; CURIEL, R. A. 1994. Evaluación de diferentes inhibidores del etileno en postcosecha de rosa (*Rosa* sp L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 1: 5-9.