

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO EN LA CALIDAD
POSCOSECHA DE *Lilium* ‘ADVANTAGE’ Y ‘STARFIGHTER’”**

Presentado por:

INÉS MIDORI QUISPE LUJÁN

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima-Perú

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

“AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO EN LA CALIDAD
POSCOSECHA DE *Lilium* ‘ADVANTAGE’ Y ‘STARFIGHTER’”

Presentado por:
INÉS MIDORI QUISPE LUJÁN

Tesis para optar el Título de:
INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Julio Toledo Hevia
PRESIDENTE

.....
Ing. José Palacios Vallejo
PATROCINADOR

.....
Dr. Jorge Jiménez Dávalos
MIEMBRO

.....
Ing. M. S. Andrés Casas Díaz
MIEMBRO

LIMA-PERÚ

2016

Es mi deseo como un sincero gesto de agradecimiento, dedicar este trabajo a mi familia, quienes siempre tienen palabras de aliento para mí y me apoyan incondicionalmente en el logro de mis metas y objetivos.

Al profesor José Palacios Vallejo, mi asesor de tesis, la persona que despertó mi curiosidad por la investigación, por su aporte al enriquecimiento de este trabajo.

A los miembros del jurado, por la atención prestada para la revisión de mi trabajo de investigación.

A mis compañeros de trabajo y amigos del SENASA, quienes me brindaron su apoyo y confiaron en mí.

A mis amigos, por todo el ánimo brindado, incluso cuando no estaban cerca.

A mi pequeña mascota, quien fue fuente de inspiración y se pasaba horas tumbado a mis pies dándome calor y compañía mientras escribía esta tesis.

A todas las personas que hicieron factible este trabajo.

A todos ellos, muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. <i>LILIUM</i>	2
2.1.1. ORIGEN.....	2
2.1.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	2
2.1.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	3
2.2. FACTORES POSCOSECHA	6
2.2.1. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE LA SENESCENCIA	8
a. SENESCENCIA DEL PÉTALO	8
b. SENESCENCIA DE LA HOJA	9
c. REGULACIÓN DE LA SENESCENCIA POR EL AZÚCAR.....	10
d. SEÑALES HORMONALES ASOCIADAS A LA SENESCENCIA	12
2.3. CALIDAD POSCOSECHA EN <i>LILIUM</i>	18
2.3.1. MOMENTO DE COSECHA	18
2.3.2. MANEJO POSCOSECHA.....	18
2.3.3. PROBLEMAS EN LA POSCOSECHA DE <i>LILIUM</i>	19
2.3.4. CRITERIOS PARA MEJORAR LA CALIDAD POSCOSECHA	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. MATERIAL VEGETAL	27
3.2. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	27
3.3. MATERIALES DE LABORATORIO	29
3.4. METODOLOGÍA	30
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	31
3.6. VARIABLES MEDIDAS	33
3.6.1. DÍAS A APERTURA FLORAL	33
3.6.2. DÍAS A INICIO DE SENESCENCIA.....	34
3.6.3. PORCENTAJE DE HOJAS CLORÓTICAS.....	35
3.6.4. ABSCISIÓN DE TÉPALOS	35
3.6.5. PESO FRESCO	35
3.6.6. ABSORCIÓN DE AGUA.....	35

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. CULTIVAR ‘ADVANTAGE’	36
4.1.1 DÍAS A INICIO DE APERTURA FLORAL	36
4.1.2. DÍAS A INICIO DE SENESCENCIA.....	40
4.1.3. PORCENTAJE DE HOJAS CLORÓTICAS.....	45
4.1.4. ABSORCIÓN DE AGUA.....	49
4.1.5. PESO FRESCO.....	53
4.1.6. ABSCISIÓN DE TÉPALOS.....	57
4.2. CULTIVAR ‘STARFIGHTER’	60
4.2.1 DÍAS A INICIO DE APERTURA FLORAL	60
4.2.2. DÍAS A INICIO DE SENESCENCIA.....	63
4.2.3 PORCENTAJE DE HOJAS CLORÓTICAS.....	67
4.2.4. ABSORCIÓN DE AGUA.....	71
4.2.5. PESO FRESCO.....	74
4.1.6. ABSCISIÓN DE TÉPALOS.....	77
V. CONCLUSIONES	79
VI. RECOMENDACIONES.....	81
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
VIII. ANEXOS.....	96

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Análisis de agua.....	28
Cuadro 2: Días a inicio de apertura floral del primer, segundo y tercer botón floral de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ en soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas.	37
Cuadro 3: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno, en la apertura floral del primer, segundo y tercer botón de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	38
Cuadro 4: Días a inicio de senescencia del primer, segundo y tercer botón floral de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ en soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas.	41
Cuadro 5: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno, a inicio de senescencia del primer, segundo y tercer botón floral en varas <i>Lilium</i> ‘Advantage’	42
Cuadro 6: Efecto de las soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas en el porcentaje de hojas cloróticas en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ a los 15 días de poscosecha.	46
Cuadro 7: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en el porcentaje de hojas cloróticas en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ a los 15 días de poscosecha.	47
Cuadro 8: Efecto de las soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas en la absorción de agua de las varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	50
Cuadro 9: Inhibidores de Etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en la absorción de agua de las varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	50
Cuadro 10: Efecto de la interacción de los factores en la absorción de agua de las varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	51
Cuadro 11: Efecto de las soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar en el porcentaje de peso fresco de las varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	54
Cuadro 12: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en el porcentaje de peso fresco de las varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	55
Cuadro 13: Efecto de las soluciones de pulso con 0 y 2 por ciento de azúcar durante 18 horas en la abscisión de tépalos de las varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	57
Cuadro 14: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en la abscisión de tépalos de las varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	58
Cuadro 15: Días a inicio de apertura floral del primer, tercer y quinto botón floral de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ en soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas.	60

Cuadro 16: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno, en la apertura floral del primer, tercer y quinto botón de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’.....	61
Cuadro 17: Días a inicio de senescencia del primer, tercer y quinto botón floral de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ en soluciones de pulso con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas.	63
Cuadro 18: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno, hasta inicio de senescencia del primer, tercer y quinto botón floral en varas <i>Lilium</i> ‘Starfighter’. ..	64
Cuadro 19: Porcentaje total de hojas cloróticas en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ en soluciones de pulso con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas.....	68
Cuadro 20: Inhibidores de etileno, Tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en el porcentaje total de hojas cloróticas en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ a los 15 días poscosecha.	69
Cuadro 21: Efecto de las soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas en la absorción de agua de las varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’.....	71
Cuadro 22: Inhibidores de Etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en la absorción de agua de las varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’.....	72
Cuadro 23: Efecto de las soluciones de pulso con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas en el porcentaje de peso fresco de las varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ a los 15 días poscosecha.	74
Cuadro 24: Inhibidores de etileno, Tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en el porcentaje de peso fresco de las varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ a los 15 días poscosecha.	75
Cuadro 25: Efecto de las soluciones de pulso con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas en la abscisión de tépalos de las varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’.....	77
Cuadro 26: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno de las varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ruta metabólica de la síntesis de etileno.	13
Figura 2. Mecanismo de acción del etileno.	14
Figura 3. Interacción de la citoquinina, la represión del azúcar y la luz en la regulación de la senescencia.	16
Figura 4. La unión de la molécula del etileno con el receptor.	26
Figura 5. La unión de la molécula del etileno con el receptor.	26
Figura 6. Detalle de las etapas del desarrollo floral en <i>Lilium</i> ‘Advantage’.	33
Figura 7. Detalle de las etapas del desarrollo floral en <i>Lilium</i> ‘Starfighter’.	33
Figura 8. Detalle de los botones utilizados para la evaluación de las variables a medir <i>Lilium</i> ‘Advantage’.	34
Figura 9. Detalle de los botones utilizados para la evaluación de las variables a medir <i>Lilium</i> ‘Starfighter’.	34
Figura 10. Días a inicio de apertura floral por tratamiento de cada botón floral de <i>Lilium</i> ‘Advantage’.	39
Figura 11. Días a inicio de senescencia por tratamiento de cada botón floral de <i>Lilium</i> ‘Advantage’.	43
Figura 12. La longevidad individual en días, de los botones florales por tratamiento, representado por la fecha de apertura y senescencia de cada botón floral en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’.	44
Figura 13. Porcentaje de hojas cloróticas totales por tratamiento en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ a los 15 días.	48
Figura 14. Porcentaje de hojas cloróticas por tratamiento durante el periodo poscosecha de las varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’.	48
Figura 15. Absorción de agua en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ a los 15 días poscosecha.	52
Figura 16. Variación de peso fresco durante los 15 días poscosecha de las varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’.	53
Figura 17. Porcentaje de peso fresco final en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ a los 15 días de poscosecha.	56
Figura 18. Porcentaje total de tépalos caídos por tratamiento en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ a los 15 días poscosecha.	59

Figura 19. Días a inicio de apertura floral por tratamiento de cada botón floral de <i>Lilium</i> ‘Starfigther’	62
Figura 20. Días a inicio de senescencia por tratamiento de cada botón floral de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’	65
Figura 21. Longevidad individual en días de los botones por tratamiento, representado por la fecha de apertura y senescencia de cada botón floral en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’	66
Figura 22. Porcentaje total de hojas cloróticas por tratamiento en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ a los 15 días poscosecha	70
Figura 23. Porcentaje de hojas cloróticas por tratamiento durante los 15 días poscosecha de las varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’	70
Figura 24. Absorción de agua en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ a los 15 días poscosecha.	73
Figura 25. Variación de peso fresco durante los 15 días de poscosecha de las varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’	76
Figura 26. Porcentaje de peso fresco final en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ a los 15 días poscosecha	76
Figura 27. Porcentaje total de tépalos caídos por tratamiento en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ a los 15 días poscosecha	78

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Cuadro ANVA. Días a inicio de apertura floral del primer botón en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	96
ANEXO 2. Cuadro ANVA. Días a inicio de apertura floral del botón intermedio en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	97
ANEXO 3. Cuadro ANVA. Días a inicio de apertura floral del último botón en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	98
ANEXO 4. Cuadro ANVA. Días a inicio de senescencia del primer botón en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	99
ANEXO 5. Cuadro ANVA Días a inicio de senescencia del botón intermedio en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	100
ANEXO 6. Cuadro ANVA Días a inicio de senescencia del último botón en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’	101
ANEXO 7. Cuadro ANVA. Porcentaje de hojas cloróticas en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ a los 15 días poscosecha	102
ANEXO 8. Cuadro ANVA. Porcentaje de tépalos caídos en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ a los 15 días	103
ANEXO 9. Cuadro ANVA. Porcentaje de peso fresco final en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ a los 15 días	104
ANEXO 10. Cuadro ANVA. Absorción de agua en varas de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ a los 15 días	105
ANEXO 11. Cuadro ANVA. Días a inicio de apertura floral del primer botón en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’	106
ANEXO 12. Cuadro ANVA. Días a inicio de apertura floral del botón intermedio en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’	107
ANEXO 13. Cuadro ANVA Días a inicio de apertura floral del último botón en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’	108
ANEXO 14. Cuadro ANVA. Días a inicio de senescencia del primer botón en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’	109
ANEXO 15. Cuadro ANVA. Días a inicio de senescencia del botón intermedio en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’	110

ANEXO 16. Cuadro ANVA. Días a inicio de senescencia del último botón en abrir en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’.....	111
ANEXO 17. Cuadro ANVA. Porcentaje de hojas cloróticas en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ a los 15 días.....	112
ANEXO 18. Cuadro ANVA. Porcentaje de tépalos caídos en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ a los 15 días.	113
ANEXO 19. Cuadro ANVA. Porcentaje de peso fresco final en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ a los 15 días.....	114
ANEXO 20. Cuadro ANVA. Absorción de agua en varas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ a los quince días poscosecha.	115
ANEXO 21. Cuadro de temperaturas registradas durante el desarrollo del experimento.	116
ANEXO 22. Instalación del experimento.	117
ANEXO 23. Estado de los varas florales del <i>Lilium</i> ‘Advantage’, por tratamiento, a los tres días de poscosecha.	118
ANEXO 24. Estado de los varas florales del <i>Lilium</i> ‘Advantage’, por tratamiento, a los siete días de poscosecha.	119
ANEXO 25. Estado de los varas florales del <i>Lilium</i> ‘Advantage’, por tratamiento, a los quince días de poscosecha.	120
ANEXO 26. Estado de los varas florales del <i>Lilium</i> ‘Starfighter’, por tratamiento, a los siete días de poscosecha.	121
ANEXO 27. Estado de los varas florales del <i>Lilium</i> ‘Starfighter’, por tratamiento, a los quince días de poscosecha.	122
ANEXO 28. Coloración rojiza de las hojas de <i>Lilium</i> ‘Starfighter’ con los tratamientos con tiosulfato de plata.	123
ANEXO 29. Detalle del efecto de los tratamientos con tiosulfato de plata en los tépalos de <i>Lilium</i> ‘Advantage’ y Starfighter’	123

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del azúcar (soluciones con 2 por ciento de azúcar y agua potable como control) y el efecto de los inhibidores de etileno (tiosulfato de plata (TSP), 1-metilciclopropeno (1-MCP) y un testigo) en la calidad poscosecha de dos cultivares de *Lilium* ('Advantage' y 'Starfighter'). Para el análisis de resultados se utilizó un Diseño experimental Completamente al Azar con arreglo factorial 2x3 y 10 repeticiones. En ambos cultivares, la adición de 2 por ciento de azúcar en la solución, promovió una rápida apertura floral, una mayor absorción de agua, una menor pérdida de peso y retrasó su senescencia. Sin embargo, no tuvo influencia sobre la abscisión de tépalos pero afectó negativamente la coloración de hojas. Los tratamientos con TSP lograron un menor porcentaje de hojas cloróticas, un mayor peso fresco y una menor abscisión de tépalos. También se obtuvo una mayor absorción de agua con 1-MCP. Sin embargo, el 1-MCP sólo retrasó la senescencia en 'Advantage', mientras que el TSP fue más efectivo en 'Starfighter'.

Palabras claves: *Lilium*, poscosecha, inhibidores de etileno, azúcar, tiosulfato de plata, 1-metilciclopropeno

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effects of sugar (2 percent sugar into the vase solution and water as control), and the effects of ethylene inhibitors (silver thiosulfate (TSP), 1-methylcyclopropene (1-MCP) and control) on postharvest quality of two *Lilium* cultivars ('Advantage' and 'Starfighter'). A completely randomized design with factorial arrangement 2x3 and 10 replications was used for the analysis of results. In both cultivars, addition of 2 percent sugar into the vase solution accelerated flower opening, improved water uptake, reduced weight loss and delayed senescence. However, sugar treatments did not affect tepal abscission but adversely affects the color of leaves. Treatment with STS achieved a lower percentage of chlorotic leaves, a higher fresh weight and lower tepals abscission. In addition to these results, 1-MCP increased water uptake. However, 1-MCP delayed senescence on 'Advantage' while STS was more effective on 'Starfighter'.

Keywords: *Lilium*, postharvest, ethylene inhibitors, sugar, silver thiosulphate, 1-methylcyclopropene

I. INTRODUCCIÓN

El Perú está ubicado en el puesto 33 del ranking de países exportadores de flor cortada con 9.5 millones de dólares de ingreso, alrededor de 300 hectáreas cultivadas y cerca de 27.000 puestos de trabajo generados por el subsector (PERÚ EXPORTA, 2014). Según el portal especializado, Agrodata, sus principales destinos fueron: Estados Unidos, con 6,2 millones de dólares de exportación; Holanda con 1,7 millones de dólares; Chile con 223 mil dólares; Canadá con 214 mil dólares; e Italia con 83 mil dólares (Fuente: ANDINA-Agencia Peruana de Noticias, 2013).

Entre las diversas flores de corte, el *Lilium* acaba de abrirse camino en la industria de la floricultura debido a su gran demanda. El *Lilium* ocupa el sexto lugar entre las diez flores cortadas más demandadas en el mundo. Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en la producción y comercialización de flor cortada por los principales países exportadores es la duración de la flor. Al año, un 28–32 por ciento de las flores cosechadas se pierden debido a un pobre manejo de poscosecha (Dadlani, citado por Vinodh *et al.*, 2013). Por ende, mantener la calidad poscosecha es de vital importancia. A pesar que la calidad de una flor se decide por su factor hereditario, es necesario también tomar deben tomar en cuenta otros factores como el clima, las prácticas de precosecha y poscosecha. Este último factor puede ser mejorado a través de diversos tratamientos.

Los tratamientos poscosecha permiten controlar la síntesis de etileno, impedir el desarrollo de patógenos, mejorar el equilibrio hídrico y respiratorio, conservar el color, inducir la apertura de botones florales (Halevy y Mayak; Arboleda, citados por Figueroa, 2005). Es por ello que muchos preservantes florales contienen germicidas, inhibidores de la síntesis y acción del etileno, reguladores de crecimiento, además de algunos compuestos minerales e hidratos de carbono que son indispensables para prolongar la vida de la flor cortada (Halevy y Mayak, citados por Figueroa, 2005).

En la presente investigación se evaluó el rol del azúcar y los efectos de dos inhibidores de etileno, tiosulfato de plata (TSP) y 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre la calidad poscosecha en varas de *Lilium* híbrido L/A ‘Advantage’ y *Lilium* híbrido oriental ‘Starfighter’.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. *LILIUM*

2.1.1. ORIGEN

Según De Hertogh, citado por Puentes *et al.* (2013), el lirio pertenece a la familia de las Liliáceas, género *Lilium*, y se utiliza comercialmente como flor de corte, planta en maceta e incluso en jardines. Botánicamente existen alrededor de 110 especies de *Lilium* (Prochile, citado por Puentes *et al.*, 2013) cuyo origen se encuentra en el hemisferio norte. A través de la Royal Horticultural Society y la American Lily Society, se ha establecido que el género contempla nueve divisiones (Bañón *et al.*, citados por Puentes *et al.*, 2013).

Dentro de estas nueve divisiones se destacan los híbridos asiáticos, los híbridos orientales y los híbridos producidos por cruzamiento entre *L. longiflorum* con *Lilium* asiático, conocidos también como L/A. En los últimos años han aparecido los híbridos OT (cruza de oriental con *Trumpet*), los LO (cruza de *L. longiflorum* con oriental), y un par de variedades OA (cruza de oriental con asiático) (Montesinos, citado por Puentes *et al.*, 2013).

2.1.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

El género *Lilium* posee bulbos no tunicados, formado por hojas modificadas que se agrupan en un disco basal o tallo modificado. Estas hojas son gruesas, generalmente de color blanco y de forma triangular, cuya función es almacenar sustancias de reserva para iniciar el crecimiento vegetativo.

El sistema radicular es abundante, presentan raíces adventicias caulinares y otras de tipo basal. Las raíces principales son basales, carnosas, con tonalidad marrón; tienen un grosor de 2 a 3 mm de diámetro y longitudes de 15 a 20 cm. Las raíces adventicias aparecen en el tallo por arriba del bulbo y permiten el desarrollo aéreo al complementar la función de las raíces basales. El tallo surge del disco basal situado en el interior del bulbo.

Las hojas son lanceoladas u oval-lanceoladas, de dimensiones variables (10 a 15 cm de largo y ancho de 1 a 3 cm), son sésiles o mínimamente pecioladas. El color es generalmente verde intenso.

Las flores se sitúan en el extremo del tallo. Sus tépalos son de varios colores y se encuentran desplegados o curvados dando a la flor apariencia de trompeta. Se disponen solitarias o agrupadas en inflorescencias (racimos o corimbos), mostrándose erguidas o péndulas (Bañón *et al.*, citados por García 2012).

2.1.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino : Plantae

División: Magnoliophyta

Clase : Liliopsida

Orden : Liliales

Familia : Liliáceas

Género : *Lilium*

La Real Sociedad de Horticultura y la Sociedad Norteamericana de *Lilium* han clasificado los *Lilium* de la siguiente manera:

a. División 1 - Híbridos Asiáticos

Tienen la gama de colores más amplia de cualquier división, incluyendo los blancos, rosas, púrpuras, amarillos, naranja y rojos. Sus flores pueden estar dirigidas hacia arriba, hacia el exterior o colgando y por lo general no son perfumadas.

Técnicamente hablando, son híbridos derivados de especies como *L. tigrinum*, *L. cernuum*, *L. davidii*, *L. maximowiczii*, *L. x maculatum*, *L. x hollandicum*, *L. amabile*, *L. pumilum*, *L. concolor*, y *L. bulbiferum*.

b. División 2.- Híbridos Martagon

Junto con los asiáticos, florece otro grupo totalmente diferente llamado Martagon para los híbridos derivados de *L. martagon* y *L. hansonii*. Estos son lirios altos con muchas flores pequeñas mirando hacia abajo y con hojas verticiladas. Los colores más comunes son el amarillo, blanco, rosa, lavanda, naranja claro o rojo oscuro, a menudo con pecas y manchas caprichosas. Son híbridos derivados de especies tales como *L. martagon*, *L. hansonii*, *L. medeoloides* y *L. tsingtauense*.

c. División 3. Híbridos Candidum

Incluye híbridos derivados tales como *L. candidum*, *L. chalcedonicum*, *L. monadelphum*, y otras especies europeas relacionadas pero excluyendo la división *L. Martagon*.

d. División 4 - Híbridos Americanos

La división incluye híbridos derivados de especies norteamericanas, como *L. pardalinum*, *L. humboldtii*, *L. kelloggii* y *L. parryii*

e. División 5 - Híbridos Longiflorum

Esta división incluye híbridos derivados de *L. longiflorum* y *L. formosanum*. Estos híbridos son generalmente elegantes, con flores en forma de trompeta de color blanco, fácilmente procedentes de semillas.

f. División 6 – Híbridos *Trumpet* y Aurelianos

Su flor de forma atrompetada es la característica clásica de esta división, aunque existen otras formas (plano, tazón, reflexo). Esta división incluye híbridos derivados de *L. luecanthum*, *L. regale*, *L. sargentiae*, *L. sulphureum* y *L. henryi*.

g. División 7 – Híbridos Orientales

Derivado de ciertas especies de Asia oriental, son un grupo exótico que no se encuentra entre los más fáciles de cultivar. Incluye híbridos derivados de *L. auratum*, *L. speciosum*, *L. nobilissimum*, *L. rubellum*, *L. alexandrae*, y *L. japonicum*.

h. División 8 - Híbridos Interdivisionales

En los últimos años, gracias a las nuevas tecnologías y a la iniciativa científica se ha desarrollado una serie de híbridos interespecíficos.

h.1. Los híbridos LA son el resultado de cruzar *L. longiflorum* con variedades asiáticas. La mayoría de estos cruces tienen flores más grandes, una muy ligera fragancia y robustez.

h.2. Los híbridos de OT son el resultado de cruzar lirios orientales con lirios *Trumpet* /Aurelianos. Los híbridos OT pueden ser extraordinariamente hermosos, robustos y duraderos.

h.3. Los Híbridos OA se derivan de cruzar los orientales con los asiáticos.

i. División 9 - Especies

Las especies son lirios silvestres. Son lirios nativos que existen en América del Norte, Europa y en especial en Asia (Japón, China, Birmania y la India). A partir de estos lirios silvestres se han creado magníficos híbridos.

2.2. FACTORES POSCOSECHA

Havelly y Mayak, citados por Reid y Kofranek (1980), resumieron la mayor parte de la información publicada en la fisiología de poscosecha de flores. Hay cuatro factores principales que están involucrados en la determinación del período de almacenamiento y vida poscosecha de las flores cortadas: la temperatura, las relaciones hídricas, el almacenamiento de carbohidratos y los reguladores de crecimiento.

a. TEMPERATURA

La temperatura es el factor ambiental que más influye en la velocidad de deterioro de los productos cosechados. Por cada incremento de 10 °C (18 °F) por arriba del óptimo, la velocidad de deterioro se incrementa de dos a tres veces. La exposición a temperaturas indeseables provoca diversas fisiopatías. La temperatura también influye en los efectos del C₂H₄, O₂ reducido y CO₂ elevado. La germinación de esporas y la velocidad de crecimiento de patógenos generalmente están influenciadas por la temperatura (Kader, 2002).

b. RELACIONES HIDRICAS

La principal causa del deterioro de las flores de corte es la obstrucción de los vasos del xilema debido a microorganismos que se acumulan en la solución de los vasos conductores. Otras causas menos importantes de la oclusión vascular son el embolismo y la respuesta fisiológica de la planta al corte del tallo (Ichimura *et al.*, 1999).

Cuando los vasos conductores están bloqueados, el proceso de transpiración se produce de forma continua y no hay ganancia neta de agua por el tallo de la flor. Los germicidas inhiben el crecimiento de microorganismos en los vasos conductores, lo que permite la absorción de agua debido a la reducción en la obstrucción vascular, ayudando a mantener la turgencia de las flores (Nowak *et al.*, 1991).

c. SUMISTRO DE CARBOHIDRATOS

Van der Meulen-Muisers *et al.* (2001) mencionan que a diferencia de la mayoría de los otros cultivos hortícolas, las flores de corte a menudo se cosechan antes de su pleno desarrollo. En particular las inflorescencias contienen varios botones en diferentes etapas de desarrollo, muchas de estas yemas florales al ser cosechadas están, por lo general, todavía en una etapa de desarrollo prematuro. La intensidad de la luz en la

poscosecha es generalmente baja, por lo tanto, la producción de hidratos de carbono a través de la fotosíntesis es general insignificante. Dado que la cantidad de carbohidratos en las flores cortadas es limitada, se puede producir una competencia por los hidratos de carbono entre los botones en desarrollo dentro de la inflorescencia. Una deficiencia en la reserva de hidratos de carbono en la inflorescencia puede resultar en un fracaso en la apertura de los botones.

d. HORMONAS VEGETALES

Serek y Reid (1997) indicaron que existen sustancias químicas que alteran el crecimiento y desarrollo de las plantas. Pueden ser naturales o artificiales y por lo general son activos a concentraciones muy bajas. Los más importantes son las auxinas, giberelinas, etileno, citoquininas y ácido abscísico. Se menciona en las páginas 12-18, el rol y posible uso en la poscosecha de las plantas ornamentales.

2.2.1. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE LA SENESCENCIA

a. SENESCENCIA DEL PÉTALO

En la mayoría de las especies con flores, la senescencia se muestra con síntomas visibles. Los pétalos caen, por lo que el tiempo entre los síntomas visibles y la abscisión es bastante variable. En algunas especies, por ejemplo, el clavel, la abscisión se produce mucho más tarde que la senescencia visible. En otras flores, por ejemplo el tulipán y la alstroemeria, la senescencia y la abscisión se producen casi al mismo tiempo. Los pétalos de muchas otras especies caen cuando se encuentran todavía muy turgentes. Depende de la especie si los procesos de senescencia en la abscisión de los pétalos han comenzado o no (Yamada *et al.*, citados por van Doorn y Woltering, 2008).

Otra categoría se compone por las flores con pétalos que muestran marchitamiento debido al estrés hídrico en todo tallo cortado. En muchos cultivares de rosa, por ejemplo, la pétalos de flores sin cortar abscisan sin síntomas de senescencia. En contraste, los pétalos de estas flores a menudo se marchitan debido a una oclusión en el xilema, que bloquea el flujo de agua a los pétalos. Tal marchitamiento del pétalo no es debido a la senescencia (van Doorn y Woltering, 2008).

En un grupo de flores, la senescencia del pétalo es altamente sensible al etileno y es regulada por el etileno, mientras que otro grupo es insensible al etileno y no es regulada por esta molécula. Se encontró que esta diferencia se correlaciona con familias o subfamilias de plantas (van Doorn y Woltering, 2008).

b. SENESCENCIA DE LA HOJA

La senescencia es una serie ordenada de acontecimientos citológicos y bioquímicos. Como está genéticamente codificada, la senescencia sigue una serie de acontecimientos predecibles. A nivel citológico, algunos orgánulos son destruidos mientras que otros permanecen activos. El cloroplasto es el primer orgánulo que se deteriora al inicio de la senescencia de la hoja, con la destrucción de los componentes proteicos de los tilacoides y las enzimas del estroma. A diferencia del rápido deterioro de los cloroplastos, los núcleos permanecen estructurales y funcionalmente activos hasta las últimas etapas de la senescencia. Los tejidos senescentes llevan a cabo procesos catabólicos que requieren la síntesis de varias enzimas hidrolíticas como proteasas, nucleasas, lipasas y enzimas que degraden las clorofilas. La síntesis de estas enzimas específicas de la senescencia implica la activación de genes específicos.

No es de sorprender que los niveles de la mayoría de los ARNm de la hoja disminuyan sustancialmente durante la fase de senescencia, aunque aumenta la cantidad de ARNm de ciertos transcritos (producto de RNA que se obtiene inmediatamente después de la transcripción). Los genes cuya expresión disminuye durante la senescencia se denominan genes regulados negativamente por la senescencia (SDG, del inglés, *Senescence Down Genes*). Los SDG incluyen genes que codifican proteínas implicadas en la fotosíntesis. Sin embargo, la senescencia implica mucho más que la simple represión de los genes implicados en la fotosíntesis.

Los genes cuya expresión se induce durante la senescencia se denominan genes asociados a la senescencia (SAG, del inglés, *Senescence Associated Genes*). Entre los genes asociados a la senescencia se incluyen los que codifican enzimas hidrolíticas, como proteasas, ribonucleasas y lipasas, así como las enzimas implicadas en la síntesis de etileno, como ACC (ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico) sintasa y ACC oxidasa. Existe otra clase de SAG que tienen funciones secundarias en la senescencia. Estos genes codifican enzimas implicadas en la conversión o removilización de los productos de degradación, como la glutamina sintetasa, que cataliza la conversión de amonio glutamina y es responsable del reciclado de nitrógeno desde tejidos senescentes (Taiz y Zeiger. 2006).

c. REGULACIÓN DE LA SENESCENCIA POR EL AZÚCAR

La senescencia es regulada por señales de carbono y nitrógeno; los azúcares controlan el metabolismo de la planta, el crecimiento y su desarrollo; estando estrictamente correlacionados con la luz, el estrés y las señales hormonales, teniendo también importantes funciones similares a las hormonas como mensajeros primarios en la transducción de señales (Rolland *et al.*, citados por Battelli, 2010). Varios documentos apoyan la idea de que la acumulación de hexosas podrían estar involucradas como una señal para el inicio de la senescencia y de la regulación en las hojas (Rolland *et al.*; Yoshida; Wingler y Roitsch; Wingler *et al.*, citados por Battelli, 2010). Sin embargo, poco se sabe acerca de la concentración de diferentes azúcares en diferentes células o compartimentos celulares en relación con los procesos de senescencia y una relación de causalidad entre los azúcares y la senescencia no podrá siempre ser probado. Además, existen varios factores y más de una vía que conduce a senescencia, lo que hace que sea difícil llegar a conclusiones definitivas (van Doorn, citado por Battelli, 2010).

Varios estudios han demostrado el efecto de los azúcares exógenos en la vida poscosecha y el metabolismo de los carbohidratos de muchas flores de corte, los azúcares suelen retrasar la senescencia visible en las flores. Pueden actuar mediante la mejora de las relaciones hídricas, proporcionando la energía para el mantenimiento de la homeostasis celular e influyendo en la sensibilidad de etileno (van Doorn y Woltering, 2008).

En las especies sensibles al etileno, los azúcares exógenos retrasan considerablemente el aumento de la producción de etileno y la aparición de los signos visibles de la senescencia. El efecto de los azúcares es mayor en especies en las que las flores separadas muestran mucho antes los síntomas visibles de senescencia (van Doorn, 2004).

En las flores de clavel, la sacarosa retrasa la expresión de casi todos los genes asociados a la senescencia, muy similares a los efectos del tiosulfato de plata, lo que sugiere que los azúcares actúan como un represor de la transducción de la señal de etileno (Hoerberichts *et al.*, citados por Battelli, 2010). Sin embargo, no es conocida cómo se traduce la señal del azúcar en una señal anti-etileno. En tulipán, se identificó una disminución de los niveles de ATP como un disparador muy temprano para la senescencia de flores, antes que de la producción de etileno. Además, los suplementos

de sacarosa en las flores de corte mantienen los niveles de ATP y retardan la senescencia (Azad *et al.*, citados por Battelli, 2010).

Los azúcares también pueden retrasar la senescencia en las flores insensibles al etileno; sin embargo, el efecto sobre el tiempo para observar los efectos visibles de la senescencia es mucho menor. En las flores de gladiolos, la sacarosa y la trehalosa redujeron la fragmentación nuclear y retardaron el marchitamiento del pétalo por 2 días (Yamada *et al.*, 2003). En sandersonia, la adición de azúcar retrasó la senescencia de la flor y la alteración en el patrón de la senescencia se reflejó también en el color de la flor, la firmeza, el contenido de las proteínas y la expresión de los genes (Eason *et al.*, citados por Battelli, 2010).

En general, en las especies insensibles al etileno no es del todo claro si los azúcares retrasan la senescencia por la prevención de una caída en el nivel de solutos osmóticos o retrasando la muerte celular pero la evidencia soporta una relación de removilización y muerte celular (Battelli, 2010).

En muchas especies, los niveles de azúcares en los pétalos siguen siendo bastante altos incluso cuando ya son visibles los síntomas de senescencia, en aparente contradicción con el efecto de la aplicación azúcar exógena. Sin embargo, esto podría explicarse debido a que los diferentes tejidos dentro del pétalo se encuentran en diferentes etapas de desarrollo y la distribución de los azúcares es desigual en los diferentes compartimentos celulares. Durante la senescencia de la flor hay una acumulación de azúcares solubles dentro del floema que no necesariamente refleja la situación dentro del mesófilo o en la epidermis. A menudo se muestrean los pétalos enteros y la estimación de los niveles de azúcar podrían ser erróneas debido a lo anterior (van Doorn; van Doorn y Woltering, citados por Battelli, 2010).

d. SEÑALES HORMONALES ASOCIADAS A LA SENESCENCIA

Las hormonas vegetales juegan un papel muy importante en el control de la senescencia de flores conjuntamente con otros factores. En general, el etileno, el ácido abscísico (ABA), el jasmonato y su derivado metil jasmonato, el ácido salicílico y los brasinoesteroides promueven la senescencia, mientras que las citoquininas, las auxinas y las giberelinas son retardantes de la senescencia (Davies, citado por Pardo y Flores 2011).

d.1. ETILENO

El etileno regula la maduración y senescencia de productos agrícolas a nivel molecular, bioquímico y fisiológico (Kesari *et al.*, citados por Balaguera *et al.*, 2014), debido a que estimula la expresión de genes que codifican para las enzimas relacionadas con los cambios durante la maduración y/o senescencia (Jiang y Fu, citados por Balaguera *et al.*, 2014). El etileno tiene un papel doble en la poscosecha, por un lado ocasiona que los frutos adquieran características organolépticas óptimas para su consumo, pero también es responsable de la senescencia de los tejidos, generando efectos desfavorables en su calidad (Bapat *et al.*, citados por Balaguera *et al.*, 2014).

El conocimiento del mecanismo de acción del etileno ha permitido generar diferentes tecnologías y procedimientos para disminuir sus efectos negativos, donde se incluye la refrigeración, el uso de atmósferas modificadas y controladas, la aplicación de calcio, entre otros; sin embargo, los retardantes químicos de la maduración han mostrado mayor eficiencia en el control de la maduración y senescencia de frutos, hortalizas y flores (Arora *et al.*, citados por Balaguera *et al.*, 2014).

Los retardantes químicos de la maduración se pueden clasificar en inhibidores de la síntesis del etileno, donde se incluyen productos como aminoetoxi-vinil-glicina (AVG) y ácido aminooxiacético (AOA); inhibidores de la señalización (acción) del etileno, como 1-metilciclopropeno (1-MCP) y sales de plata (nitrato y tiosulfato de plata) (Serek *et al.*, citados por Balaguera *et al.*, 2014), entre otros. Otro grupo son los oxidantes de etileno, siendo el permanganato de potasio KMnO_4 el producto más importante (Wills y Warton, citados por Balaguera *et al.*, 2014).

d.1.1. BIOSÍNTESIS Y REGULACIÓN DEL ETILENO

El etileno se sintetiza a partir del aminoácido metionina, primero se da la conversión de metionina a S-adenosil-L-metionina (SAM) catalizada por la enzima SAM sintetasa, luego se presenta la formación de 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC) a partir de SAM mediante la enzima ACC sintasa (ACS) y finalmente la conversión de ACC a etileno, catalizada por la ACC oxidasa (ACO) (Bapat *et al.*, citados por Balaguera *et al.*, 2014). La metionina es reciclada en el ciclo de ‘Yang’ lo que conlleva a tener altas tasas de producción de etileno sin necesidad de altos niveles de metionina intracelular (Barry y Giovannoni, citados por Balaguera *et al.*, 2014).

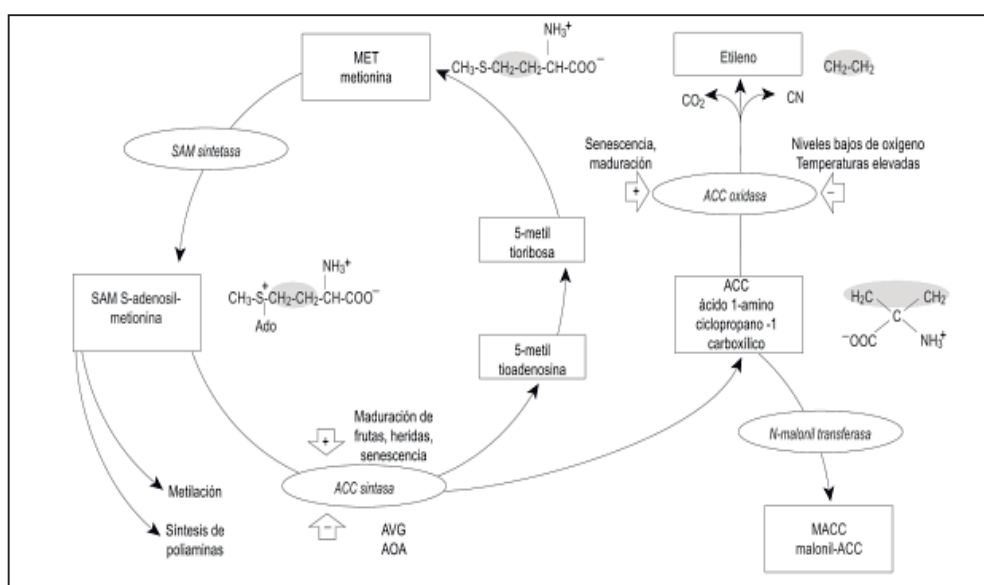


Figura 1. Ruta metabólica de la síntesis de etileno.

FUENTE: Kader, A. Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas.

d.1.2. SEÑALIZACIÓN

Balaguera *et al.*, 2014, en su revisión ‘Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas’ mencionan que:

La señalización inicia con la unión del etileno a un grupo de receptores proteicos presentes en la membrana del retículo endoplasmático (Chen *et al.*, 2005), los cuales son codificados por una familia multigénica que produce proteínas estructuralmente diferentes pero con una función redundante (Chen *et al.*, 2005; Bouzayen *et al.*, 2010). La unión etileno-receptor ocurre en el dominio N-terminal del receptor y requiere iones de Cu (I) para formar un dímero de receptor (Binder, 2008). Los genes que codifican

para los receptores se expresan diferencialmente dependiendo del órgano, tejido, etapa de desarrollo y en respuesta a estímulos exógenos (Bouzayen *et al.*, 2010).

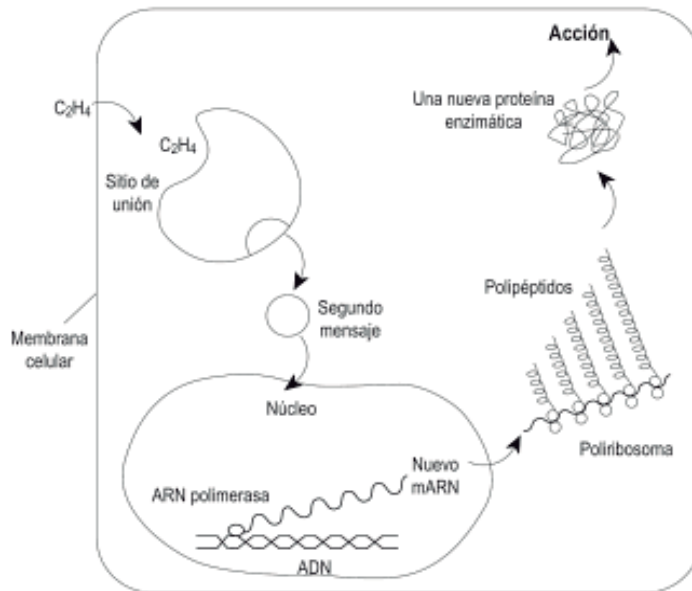


Figura 2. Mecanismo de acción del etileno.

FUENTE: Kader, A. Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas.

d.2. CITOQUININAS

En hojas no senescentes la acumulación de azúcar puede conducir a una disminución en las proteínas de clorofila y fotosintetatos (Stitt *et al.*, von Schaewen *et al.*, Krapp *et al.*, Krapp y Stitt, citados por Wingler *et. al.*, 1998).

La participación del azúcar mediada por la represión de los genes en la regulación de la senescencia natural es aún poco clara (Feller y Fischer, citados por Wingler *et. al.*, 1998). La concentración de los azúcares en las hojas puede aumentar durante la senescencia foliar y la acumulación de azúcares, inducida por la eliminación de los sumideros o la interrupción del floema, puede tanto acelerar y retrasar la senescencia (e.g. Crafts-Brandner *et al.*; Frohlich y Feller, citados por Wingler *et. al.*, 1998).

La respuesta de las hojas a la acumulación de azúcares depende también de otros factores, tales como la relación C/N de la hoja (Paul y Driscoll, citados por Wingler *et. al.*, 1998), la luz (Dijkwel *et al.*, citados por Wingler *et. al.*, 1998) y los reguladores del

crecimiento vegetal (Koch, citado por Wingler *et. al*, 1998). Por ejemplo, se ha sugerido que la citoquinina, además de retrasar la senescencia, podría bloquear algunas de las respuestas a los azúcares (Jang *et al.*, citados por Wingler *et. al*, 1998).

d.2.1. INTERACCIÓN DE LAS CITOQUININAS, LA REPRESIÓN DEL AZÚCAR Y LA LUZ CON LA SENESCENCIA

Wingler *et al.* (1998) mencionan que la senescencia de la hoja requiere del desmantelamiento del aparato fotosintético y la movilización del contenido de nitrógeno en las proteínas fotosintéticas. Diversos resultados muestran que este proceso puede ser regulado por azúcares, citoquinina y la luz y que estos factores interactúan entre sí.

Un esquema que resume estas interacciones se muestra en la **Figura 3**. La producción de citoquininas ralentiza el proceso de senescencia. Sin embargo, la acumulación de azúcares durante la senescencia, debido a la descomposición del almidón acumulado o a la exportación preferencial del N₂ desde la hoja, puede bloquear el efecto de la citoquinina, especialmente en condiciones de poca luz. La luz también interactúa con los azúcares reduciendo parcialmente el efecto de la represión del azúcar. El control genético de los procesos relacionados con la senescencia requerirá claramente la modificación de varios mecanismos de regulación si se quieren lograr hojas verdes (Wingler *et al.*, 1998).

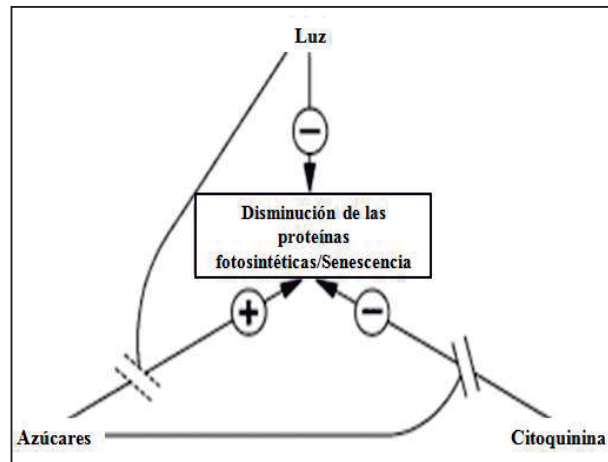


Figura 3. Interacción de la citoquinina, la represión del azúcar y la luz en la regulación de la senescencia.

⊖, inhibición de la senescencia; ⊕ aceleración de la senescencia; -|⊖| bloqueo del efecto de la citoquinina; -|⊕| bloqueo parcial del efecto de los azúcares (Wingler *et al.*, 1998).

d.3. AUXINAS

La auxina tienen un rol importante en la supresión de la senescencia de la hoja (Lim *et al.*, citados por Jiang *et al.*, 2014). Diversos estudios han correlacionado los niveles de auxina a la senescencia (Addicott; Sexton y Roberts; Nooden y Leopold, citados por Jiang *et al.*, 2014). En las hojas de frijol (*Phaseolus vulgaris*), se detectó un gradiente de los niveles de auxina entre la lámina de la hoja y del tallo. Los niveles de auxina disminuyen con la edad de la hoja y la senescencia se produce cuando los niveles de auxina en la hoja y en el tallo son aproximadamente iguales (Shoji *et al.*, citados por Jiang *et al.*, 2014). Estos hallazgos sugieren que la disminución de los niveles de auxina podría indicar el inicio de la senescencia. Por otra parte, la auxina reprime la transcripción de algunos genes, cuya expresión se correlaciona con la senescencia (Noh y Amasino; Hong *et al.*; Tucker *et al.*, citados por Jian *et al.*, 2014).

También se ha demostrado que las auxinas están involucradas en la regulación de la senescencia de las flores; sin embargo, su papel parece variar dependiendo de las especies. Por ejemplo, las auxinas exógenas retrasan la senescencia de los pétalos en las azucenas (Rubinstein, citado por Arrom y Munne-Bosch, 2012), mientras que aceleran la senescencia del perianto en varios géneros de orquídeas (flores sensibles al etileno) (O'Neill, citado por Arrom y Munne-Bosch, 2012).

d.4. GIBERELINAS

Las giberelinas promueven el crecimiento de tallos y hojas. En algunas especies, inducen la germinación de las semillas y el desarrollo de flores, frutos y semillas (Sun y Gubler, citados por Schippers 2007). También existe una relación bioquímica entre la senescencia de la hoja y las giberelinas que fue reportado por primera vez por Fletcher y Osborne, citados por Schippers 2007, donde demuestran que las giberelinas retardaron la senescencia de los tejidos de la hoja extraída de *Taraxacum officinale* debido al mantenimiento de los niveles de clorofila y la síntesis de ARN.

Comercialmente, las giberelinas se utilizan en soluciones para prevenir el amarillamiento de las hojas en plantas bulbosas de corte y de maceta (Reid y Jiang, 2012). En los lirios, las giberelinas se pueden aplicar en forma de soluciones de pulso, en forma de pulverización o como una solución continua hidratante (Han, 2003).

Diversos experimentos como los de Ranwala y Miller, 2002, comprobaron que los tratamientos de giberelinas aumentan la longevidad de la inflorescencia de los lirios híbridos asiáticos ‘Vermeer’, ‘Vivaldi’ y ‘Marseille’ y reducen la clorosis de las hojas. Esto se confirmó también en experimentos con el *Lilium* ‘Richmond’ colocados en una solución con agua y GA₃ (ácido giberélico). Sin embargo, no siempre la acción de las giberelinas se reporta como un efecto positivo en los *Lilium*. Por ejemplo, una solución de pulso de GA₃ en el lirio oriental ‘Helvetia’, no aumentó la longevidad de las cinco flores de la inflorescencia evaluadas ni tampoco un pulsado con BA ni la mezcla de GA₃ y BA (500 mg·dm⁻³ cada uno, 20 h) (Rabiza-Świder *et al.*, 2012).

d.5. ÁCIDO ABCSÍICO

Se sabe que el ácido abscísico (ABA) juega un papel importante en la regulación de la apertura de los estomas y por lo tanto es una hormona importante para la respuesta al estrés hídrico de la planta (Radin y Ackerson; Wilkinson y Davies, citados por Reid y Jiang, 2012). Por lo tanto, el ácido abscísico puede ser usado para reducir el estrés hídrico de las flores cortadas pero sus otros efectos estimulantes como el de estimular la síntesis de etileno, mejorar la sensibilidad a esta hormona (Mayak y Halevy 1972; Mayak y Dilley 1976) y la aceleración de la senescencia del pétalo, lo convierten en una indeseable elección (Reid y Jiang, 2012).

En las azucenas, por ejemplo, la aplicación de ABA exógena causa una pérdida de la permeabilidad de la membrana diferencial, un aumento en la peroxidación lipídica, la

inducción de la proteinasa y de las actividades ribonucleasas (Panavas *et al.*, citados por Hunter *et al.*, 2004). El ABA presumiblemente induce la senescencia independientemente del etileno, debido a que la senescencia de la azucena es insensible al etileno (Lay-Yee *et al.*, citados por Hunter *et al.*, 2004).

2.3 CALIDAD POSCOSECHA EN *LILIUM*

2.3.1. MOMENTO DE COSECHA

CORTE DE LA FLOR

Para mantener la calidad de una flor de *Lilium*, esta debe ser cortada cuando el primer botón empiece a mostrar algo de color. Si se corta un botón demasiado maduro, incluso antes que abra, la flor abre rápidamente y se dañará durante el transporte, se mancharán los tépalos con el polen y se producirá también una rápida maduración de las flores por la presencia de altas concentraciones de etileno en las cajas, en los paquetes o en la cámara. Una vez cortada, la flor debe ser transportada inmediatamente al lugar de embalaje para ser hidratada y empezar a bajar la temperatura de la vara por efecto del agua fría (Montesinos *et al.*, 2007).

2.3.2. MANEJO POSCOSECHA

Al igual que en otras especies, la vida poscosecha de las flores de *Lilium* depende del cultivar, del manejo agronómico y también de las condiciones durante su almacenamiento y transporte.

Koopman y Boelaarts (1996), mencionan que los tallos de *Lilium* pueden ser cortados tan pronto como los primeros botones muestren el color apropiado de la flor. Si esto se realiza demasiado temprano, cuando los botones están todavía verdes, los botones no mostrarán ningún otro color cuando alcancen al consumidor final. No es aconsejable cosechar muy tarde, cuando una de las flores ya está abierta debido a que las flores pueden dañarse durante el transporte. Lesiones de las flores, manchas de los tépalos debido al polen, aceleración de la maduración de las flores debido a la producción de etileno a partir de las flores abiertas son algunos de los problemas que pueden surgir de un mal manejo durante la cosecha.

Después de la cosecha, se deben manipular los *Lilium* tan rápido como sea posible y colocarlos en una cámara frigorífica. Es más fácil manejarlos inmediatamente después del corte; sin embargo, si ya se han refrigerado, el tallo del lirio se vuelve un poco más difícil de manejar. Además, se producirá un mayor porcentaje en la caída de los botones debido a la refrigeración que a temperatura ambiente.

Después de la cosecha se deben colocar los lirios inmediatamente en agua durante 4 horas y reducir la temperatura de las varas a 34°F (1°C) en la cabina de refrigeración para su conservación.

Para mejorar la conservación se puede utilizar un agente de pre-tratamiento. Las flores se colocan por lo menos durante cuatro horas para absorber este agente, que por lo general es el tiosulfato de plata, a una temperatura de 35.5-41°F (2-5°C), debido a que a una temperatura más alta, la absorción se puede reducir.

2.3.3. PROBLEMAS EN LA POSCOSECHA DE *LILIUM*

Los síntomas que limitan la duración de la vida poscosecha de las flores de corte de *Lilium* son:

La clorosis de las hojas, que se inicia desde la base hacia las partes superiores de la planta (dirección acropetal). Marchitamiento de los tépalos, esto es generalmente precedido o acompañado por un cambio en el color de los tépalos, a menudo a un tono más oscuro o con apariencia acuosa. Después, los tépalos cambian aún más de color, posiblemente relacionándose con los síntomas de desecación temprana. En casi todos los híbridos comerciales modernos, el marchitamiento de los tépalos es seguido por la abscisión, que se produce varios días después de la aparición de los síntomas de marchitamiento. Sin embargo, al parecer, son pocos los tépalos que abscisan sin mostrar síntomas de marchitamiento. La abscisión de botones florales también se produce en *Lilium*. Varios cultivares muestran fallas en la apertura de botones (llamado *bud blasting*), en la apertura parcial y en la deformación de la flor (Van Doorn y Han, 2011).

2.3.4. CRITERIOS PARA MEJORAR LA CALIDAD POSCOSECHA

Dentro de los factores poscosecha que tienen influencia en la duración de la flor están la temperatura, las relaciones hídricas, el suministro de carbohidratos y los reguladores de etileno. Para mejorar las relaciones hídricas en este trabajo se utilizaron un bactericida y ácido cítrico; para el suministro de carbohidratos, el azúcar; para regular el efecto del etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno.

a. TRATAMIENTOS QUÍMICOS

a.1. BACTERICIDA: AMONIO CUATERNARIO

Es un tratamiento previo a la hidratación final de los tallos. Está diseñado para evitar el taponamiento de los haces vasculares del tallo a causa de la presencia de microorganismos (bacterias, hongos). Las sales de amonio cuaternario tienen acción bactericida muy efectiva a la que se unen otras características que las hacen muy apropiadas para su utilización en soluciones conservadores de flor cortada. No son fitotóxicas a las concentraciones de uso, producen disoluciones acuosas completamente estables, su actividad es muy persistente y, además, presentan una importante acción tensoactiva (Abril, 1991).

El amonio cuaternario es un detergente catiónico que se caracteriza porque el grupo lipofílico lleva la carga positiva o catión, los cuatro átomos de hidrogeno de amonio, están reemplazados por una cadena alquílica larga de alto peso molecular, grupo lipofílico, un grupo aromático, alquil sustituido corto y dos grupos cortos metilo.

EXQUAT 50, por su formulación a base de amonio cuaternario (cloruro de benzalconio) actúa desnaturalizando las proteínas de la membrana celular, alterando su permeabilidad, de manera que se pierden al exterior elementos necesarios para la vida, como metabolitos esenciales y sistemas enzimáticos, lo que produce interferencia y muerte del microorganismo. A concentraciones bactericidas y bacteriostáticas el cloruro de benzalconio disminuye la tensión superficial y la permeabilidad de la membrana plasmática (Tecnología química y comercio S.A, 2015).

a.2. REGULADOR DE pH: ÁCIDO CÍTRICO

El agua dura frecuentemente contiene minerales que la tornan alcalina (pH alto), lo cual reduce drásticamente el movimiento de agua dentro de los tallos. Este problema puede solucionarse removiendo los minerales presentes (con un sistema de desionización, destilado o de ósmosis inversa) ó acidificando el agua. Las soluciones florales comerciales no contienen suficiente ácido para bajar el pH de las aguas muy alcalinas y en ese caso es necesario añadir ácido directamente al agua (Reid, 2009).

Loyola y Guzmán (2009) mencionan que el ácido cítrico ejerce un control sobre los microorganismos presentes en el agua utilizada para el almacenamiento de varas de *Lisianthus*. La reducción de pH del agua afectaría directamente a las bacterias presentes en ella, puesto que los cambios bruscos en el pH del medio circundante en el que se desarrollan los microorganismos, pueden resultar letales debido a que afectan su membrana plasmática, causando cambios en la homeostasis celular. Chahín *et al.*, citados por Loyola y Guzmán (2009) señalan que los microorganismos que se desarrollan en el agua utilizada para el almacenamiento, impedirían el paso de la misma a través del xilema, debido a que se forma un tapón mucoso, el cual provoca la oclusión de los vasos conductores. Al respecto, Huber, citado por Loyola y Guzmán (2009), señaló que también se genera una oclusión de los vasos conductores, debido a sustancias gomosas, pectinas o carbohidratos provenientes de la rotura de las paredes celulares. Señala, además, que los fenoles producto de la degradación de proteínas reaccionan con otros compuestos formando sustancias leñosas de carácter insoluble, como lo es la lignina, siendo todos estos compuestos los que contribuirían a obstruir los haces conductores.

a.3. SUMINISTRO DE CARBOHIDRATOS: SOLUCIÓN CON AZÚCAR

Una deficiencia en la reserva de carbohidratos puede resultar en un fracaso durante la apertura del botón y en la duración de la flor. Los azúcares son utilizados generalmente para extender la vida poscosecha de las flores de corte. Tales efectos beneficiosos se han asociado a una mejora de las relaciones hídricas y a un aumento de la energía disponible para la respiración por los tejidos florales. Para aminorar el efecto de la falta de azúcares en las flores de corte se preparan soluciones, las cuales consisten en colocar las flores recién cosechadas durante un período de tiempo relativamente corto (desde unos segundos hasta algunas horas) en una solución formulada para incrementar su

almacenamiento y vida poscosecha. La sacarosa es el ingrediente principal de estas soluciones y la concentración adecuada varía del 2 al 20 por ciento, dependiendo del cultivo (Reid, 2009).

El azúcar exógeno aplicado con un biocida prolonga significativamente la longevidad de la flor cortada mejorando su desarrollo y su coloración (Song *et al.*, citados por Rabiza-Świder, 2015). La sacarosa retrasa la proteólisis (degradación de proteínas) en los pétalos, limita la acumulación de aminoácidos libres y el aumento del pH de la célula (Gao y Wu, citados por Rabiza-Świder, 2015), lo que resulta en un retraso de la senescencia de la flor. Sin embargo, el azúcar también puede afectar negativamente la calidad poscosecha disminuyendo la longevidad del follaje. La presencia de 2 por ciento de sacarosa en una solución hidratante aceleró la clorosis de las hojas del lirio ‘Stargazer’ en comparación con las flores que se mantuvieron en una solución sin sacarosa. Sin embargo, una alta concentración de sacarosa (5 por ciento) resultó fitotóxica, causando el ennegrecimiento de la hoja, lo que podría deberse a una acumulación excesiva de azúcar en los tejidos foliares y su desecación debido a la extracción del agua de las células (Han 2003).

Experimentos de Nowak y Minett (1985) con sacarosa, aplicada continuamente a diferentes concentraciones, junto a 8-HQC (citrato de 8- hidroxiquinolina, un germicida efectivo utilizado en flores de corte (Reid, 2009)) mostraron que la apertura de los botones y la prolongación de la longevidad del *Lilium* ‘Prima’ fueron mejores con 30g l^{-1} de sacarosa. Altas concentraciones de sacarosa disminuyeron la longevidad y causaron la clorosis de las hojas. Tratamientos con 8-HQC, como tratamiento control, mantuvieron en 9.2 días la longevidad de la inflorescencia; 8-HQC + sacarosa 30g l^{-1} , la mantuvieron en 12.7 días; 8-HQC + sacarosa 50 g l^{-1} , la mantuvieron en 11.6 días; 8-HQC + sacarosa 70 g l^{-1} , la mantuvieron en 10.4 días y 8-HQC + sacarosa 100 g l^{-1} , la mantuvieron en 10.1 días.

Resultados de diversos experimentos sobre varios cultivares de *Lilium*, demuestran que la sacarosa utilizada en diferentes concentraciones puede afectar tanto positiva como negativamente la calidad poscosecha del *Lilium*, por ello su importancia de utilizar la concentración adecuada para cada cultivar.

b. INHIBIDORES DE ETILENO

b.1. TIOSULFATO DE PLATA

En la poscosecha de algunas flores de corte se ha logrado inhibir los efectos indeseables del etileno a través del tiosulfato de plata (STS por sus siglas en inglés, Silver thiosulfate) que al tener una constante de estabilidad muy baja (Mensuali-Sodi *et al.*, 2005) puede moverse muy rápidamente de la solución hidratante hacia el ápice de la flor. En un principio se comenzó a utilizar el nitrato de plata (AgNO_3) pero debido a que su escasa movilidad (Veen y van De Geijn, 1978) no permitía la absorción a través del tallo en las flores cortadas fue reemplazado por el tiosulfato de plata, que es más móvil, lo cual lo hace ser más eficiente.

Rostami y Akbar (2010) mencionan que, la plata (Ag) con una densidad de 10.5 gcm^{-3} es un metal pesado (Toppi y Gabbrielli, 1999) que puede ser absorbido y transportado a través de sistemas de transporte de cobre en muchos organismos (Lee *et al.*, 2002). La plata y el cobre son metales de transición pertenecientes al grupo IB y poseen rasgos físico-químicos similares. Beyer (1979) y, posteriormente, otros investigadores (Rodrigues *et al.*, 1999), determinaron que el lugar de unión de la molécula de etileno con los receptores de etileno contenía Cu^+ como cofactor. Los iones de plata (Ag^+) inhibían la acción del etileno mediante la sustitución del Cu^+ en los receptores de etileno (Beyer, 1979). El Tiosulfato de plata $[(\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2)^{-3}]$ entonces es un inhibidor de la acción del etileno que se disocia en los tejidos de las plantas y libera iones de plata. Estos iones son los que actúan eficientemente como agentes anti-etileno (Veen y Van De Geijn, 1978) por la característica ya mencionada.

La respuesta a aplicaciones de tiosulfato de plata (STS) presenta un fuerte componente varietal; Aekyung y Yeungkeun, citados por Verdugo (2003), encontraron que el pre-tratamiento con tiosulfato de plata no afectó la longevidad en pruebas realizadas en el híbrido oriental 'Star Gazer'; sin embargo, detectaron una mejoría en la intensidad del color de la flor. Song *et al.*, (1996), realizaron un ensayo en un híbrido asiático y concluyeron que, el pre-tratamiento con una solución 1mM de STS, efectivamente prolongó la vida poscosecha. Además, si después del tratamiento con STS, se usa una solución preservante (con 200 ppm de citrato de hidroxiquinolina, 3 por ciento de sucrosa y 50 ppm de ácido giberélico), el color de las hojas se mantiene verde hasta el fin de la vida poscosecha.

El tiosulfato de plata aún prevalece en la industria de las flores de corte debido a su capacidad para reducir los efectos del etileno interno y externo por largo tiempo. Sin embargo, se ha determinado que el uso del tiosulfato de plata puede crear fitotoxicidad ya que en muchos casos el tiosulfato de plata es más eficaz a concentraciones cercanas al punto de fitotoxicidad.

Pese a que el tiosulfato de plata tiene amplia aplicación en la poscosecha de las flores, es visto como un contaminante ambiental y su uso en plantas de flor en macetas ha sido restringido en algunos países, a pesar de que las cantidades de plata que se utilizan son muy pequeñas. (Serek y Reid, citados por Cubillos *et al.*, 2001).

b.2. 1-METILCICLOPROPENO (1-MCP)

La inhibición de la acción del etileno a través del uso del tiosulfato de plata se ha convertido en una importante técnica comercial para mejorar la vida de las flores sensibles al etileno. Sin embargo, su efecto contaminante debido a la eliminación de los residuos de las soluciones después de los tratamientos de las flores de corte lo hace peligroso para el medio ambiente (Nell, 1992).

En la búsqueda de posibles sustitutos al tiosulfato de plata, se ha encontrado a la olefina cíclica, que parece ser no tóxico, y es bastante estable en condiciones normales (Serek *et al.*, 1995).

El 1-metilciclopropeno está clasificado por la Agencia de Protección del Ambiente de USA como un regulador de crecimiento, con un modo de acción inocua para el ser humano (Guillén, 2009).

Los principales efectos que exhibe este compuesto se basan en el retraso de los procesos de deshidratación y abscisión que sufren las distintas partes de la planta conforme avanza su senescencia. Aunque el efecto del 1-metilciclopropeno no ha resultado exitoso en todas las especies, es capaz de retrasar la caída de corolas, pétalos e inflorescencias, así como de alargar la vida de una amplia gama de flores cortadas. Aunque el clavel es una de las flores sobre las que se han realizado la mayor cantidad de estudios, el 1-metilciclopropeno ha resultado ser efectivo también en orquídeas, rosas y lirios. También ha demostrado su efecto positivo en alargar la vida de flores cultivadas en maceta, como la begonia, el geranio o el kalanchoe (Blankenship y Dole, citados por Guillén, 2009).

Desde el punto de vista fisico-químico, el 1-metilciclopropeno es un compuesto sintético de estructura cíclica que se encuentra en forma de gas en condiciones normales de presión y temperatura. Actúa como antagonista del etileno al inhibir su mecanismo de acción, ocupando los lugares de unión de esta hormona con sus receptores, debido a que la afinidad del 1-metilciclopropeno con los receptores es aproximadamente 10 veces mayor que la del propio etileno (Blankenship y Dole, 2003). Debido a su modo de acción, el 1-metilciclopropeno bloquea eficazmente los efectos del etileno tanto endógeno como exógeno (Chiriboga *et al.*, 2008).

Al bloquear fuertemente los receptores de etileno (**Figura 4 y 5**) actúa como un inhibidor competitivo del mismo, regulando sus efectos en los tejidos de las hortalizas, frutas y flores (Sisler y Serek, 1997). Dependiendo de la especie en estudio, el 1-metilciclopropeno puede tener una gran variedad de efectos sobre las plantas, afectando por ejemplo: la respiración, producción de etileno, degradación de clorofila y cambios en otros pigmentos, cambios en las proteínas de la membrana, en los niveles de azúcares y en el ablandamiento de los frutos (Tian *et al.*, 2000).

Después de un periodo de tiempo, que varía según la especie y variedad, los tejidos vegetales tratados con 1-metilciclopropeno recuperan parcialmente la sensibilidad al etileno. Como la unión o vinculación del 1-metilciclopropeno a los receptores es en principio irreversible (Sister *et al.*, 1996), el reinicio de la maduración se da probablemente por la síntesis de nuevos receptores durante este periodo (Chiriboga *et al.*, 2008).

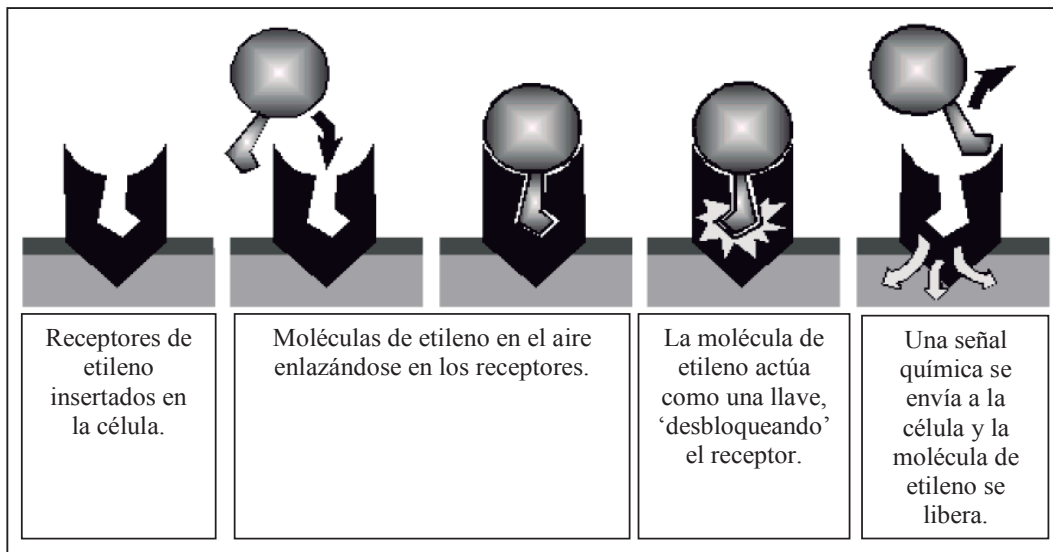


Figura 4. La unión de la molécula del etileno con el receptor.

La unión de la molécula del etileno con el receptor 'desbloquea' el receptor y conduce a una reacción química en el tejido de la planta (diagrama de Jenny Bower, Departamento de Pomología, UC Davis, citado por Blankenship, 2001).

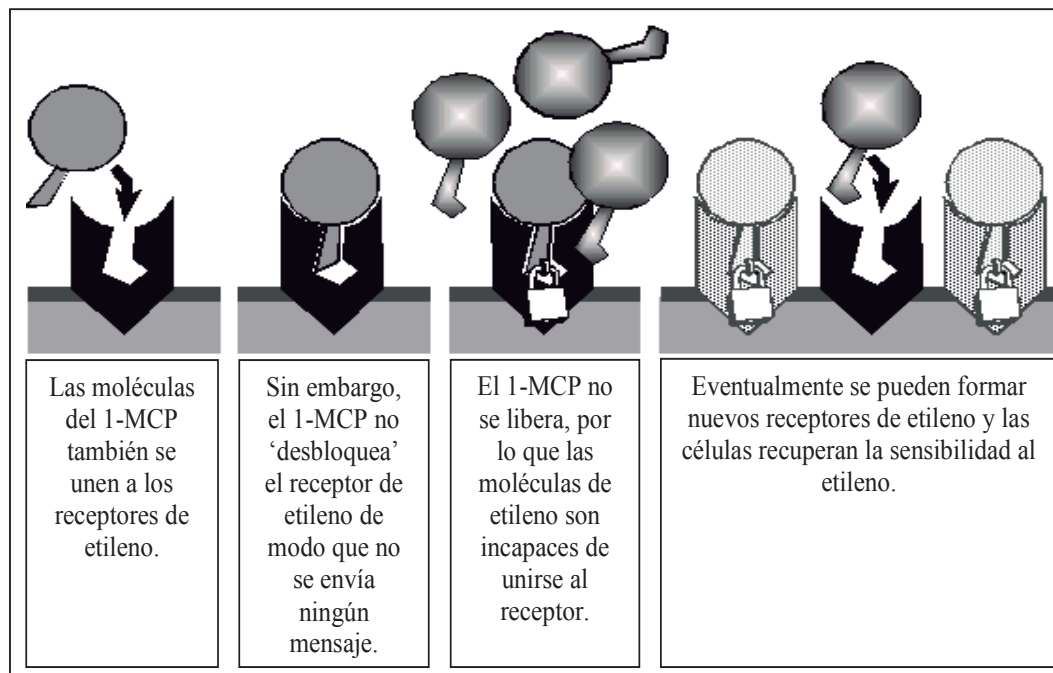


Figura 5. La unión de la molécula del etileno con el receptor.

Cuando el 1-metilciclopropeno (1-MCP) se une al receptor de etileno, éste no se 'desbloquea' y permanece bloqueado previniendo de esta manera la unión de la molécula de etileno con el receptor y la reacción química en el tejido de la planta no se produce (diagrama de Jenny Bower, Departamento de Pomología, UC Davis, citado por Blankenship, 2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIAL VEGETAL

El material vegetal estuvo constituido de varas florales de *Lilium* híbrido L/A ‘Advantage’ y *Lilium* híbrido oriental ‘Starfighter’ provenientes de Mancos, provincia de Yungay, departamento de Ancash (2575 m.s.n.m.).

3.2. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento fue instalado en el Programa de Investigación en Ornamentales de la Universidad Agraria La Molina, provincia y departamento de Lima.

3.2.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Se llevó un registro diario de las temperaturas máximas y mínimas durante el desarrollo de la investigación. El promedio de los datos por días se observan en el **Anexo 21**. El ensayo se realizó con una temperatura mínima de 18.51 °C y una temperatura máxima de 21.24 °C.

3.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA UTILIZADA EN EL EXPERIMENTO

El análisis de agua se realizó en el laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados se presentan en el **cuadro N° 1** en el cuál se observan las principales características físicas y químicas del agua.

El agua utilizada en el experimento presentó un pH ligeramente alcalino, la conductividad eléctrica nos indica un agua medianamente salina (0.25-0.75 dSm⁻¹).

Cuadro 1: Análisis del agua usada en el experimento.

No. Laboratorio	737
No. Campo	
pH	7.49
C.E. dS/m	0.66
Calcio meq/L	4.57
Magnesio meq/L	0.86
Potasio meq/L	0.09
Sodio meq/L	1.12
SUMA DE CATIONES	6.64
Nitratos meq/L	0.06
Carbonatos meq/L	0.00
Bicarbonatos meq/L	3.05
Sulfatos meq/L	2.33
Cloruros meq/L	1.30
SUMA DE ANIONES	6.74
Sodio %	16.90
RAS	0.68
Boro ppm	0.35
Clasificación	C2-S1

FUENTE: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 2014.

3.3. MATERIALES DE LABORATORIO

- Envases de vidrio
- Balanza de precisión
- pH-metro
- Dos urnas
- Probeta volumétrica.
- Agua destilada
- Ácido cítrico
- Sacarosa
- Agua
- Amonio cuaternario (ExQuat)
- Tiosulfato de sodio Anhídrido
- Nitrato de Plata
- 1-metilciclopropeno (1-MCP)

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. TRATAMIENTOS QUÍMICOS

Después de la recepción de las varas de *Lilium* se realizaron tres procedimientos:

-Se colocaron las varas de cada cultivar de *Lilium* en agua acidificada con ácido cítrico (pH: 3.5) durante una hora para todas las varas florales.

-El segundo procedimiento se realizó con el objetivo de prolongar la vida útil de la flor. Para ello se emplearon dos productos químicos: Tiosulfato de Plata (TSP) y 1-metilciclopropeno (1-MCP).

El TSP se preparó diluyendo 4 g de nitrato de plata en 50 ml de agua y 16 g de tiosulfato de sodio anhídrido en otros 50 ml de agua, mezclando ambas soluciones para obtener la solución stock (4mM). Las varas florales fueron colocadas en una solución con 45 ml de la solución stock y 3 L de agua durante una hora.

Para la aplicación del tratamiento gaseoso, se utilizaron 4 sobres (2.5 g c/u) de 1-metilciclopropeno (1-MCP), colocando las varas de este tratamiento dentro de una urna ($V= 0.128 \text{ m}^3$). Luego se humedeció por unos segundos los sobres del 1-MCP y se colocó en la urna cerrándola herméticamente junto con las varas de *Lilium* durante cuatro horas.

-El tercer procedimiento se realizó inmediatamente después para suministrar una fuente de carbohidratos, para ello se utilizaron soluciones de azúcar al 2 por ciento. También se adicionó 0.5 ml de amonio cuaternario. Esta aplicación se realizó en las varas durante 18 h de inmersión, luego se retiró la solución que contenía azúcar de los envases.

Después de cada tratamiento, las varas fueron colocadas en envases con 500 ml de agua permaneciendo así hasta el final del experimento.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un Diseño experimental Completamente al Azar con arreglo factorial 2x3 y 10 repeticiones. La unidad experimental correspondió a una vara floral.

Los datos tomados por contadas fueron transformados por el método de la raíz cuadrada, también se realizó la corrección angular. Los datos tomados por medida (pérdida de peso y absorción de agua) no fueron transformados. El análisis estadístico contempló un análisis de varianza independiente para cada cultivar. Al existir diferencias significativas se realizó una prueba de comparaciones múltiples de medias mediante la prueba de Tukey, efectuándose también la prueba de efectos simples a las variables correspondientes. El análisis de variancia y la prueba de comparación de medias se realizaron utilizando el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, Versión 9.1, ISA).

MODELO ADITIVO LINEAL

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta observada o medida en ij - ésima unidad experimental.

μ = representa la media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor “A”

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor “B”

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor “A” y el j-ésimo nivel del factor “B”

E_{ij} = efecto adicional del error experimental

CUADRO ANVA

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD
Azúcar	1
Inhibidores de etileno	2
Azúcar*Inhibidores de etileno	2
Error experimental	54
Total	59

DCA con arreglo factorial de 2x3 con 10 repeticiones

Factor A: Azúcar

a1: Sin Azúcar

a2: Con Azúcar

Factor B: Inhibidores de etileno

b1: Testigo

b2: Tiosulfato de plata

b3: 1-metilciclopropeno

3.6. VARIABLES MEDIDAS

3.6.1 DÍAS A APERTURA FLORAL

Se contabilizaron los días hasta la apertura floral de cada uno de los botones de cada vara. Se definió una escala para los cambios morfológicos en las flores de los dos cultivares de *Lilium*:

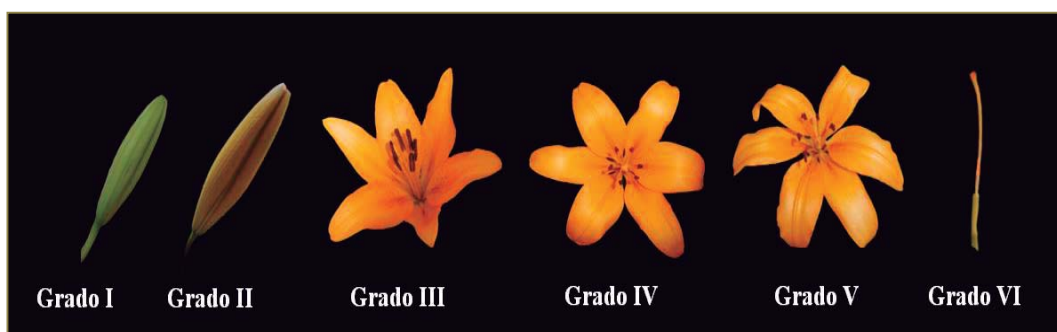


Figura 6. Detalle de las etapas del desarrollo floral en *Lilium* ‘Advantage’.

En orden cronológico; grado I (botón cerrado), grado II (todavía cerrado pero los órganos menos compactados), grado III (antesis), grado IV (tépalos hidratados), grado V (tépalos deshidratados y marchitamiento antes de la abscisión de los tépalos) y la etapa VI (gineceo desnudo después de la abscisión los tépalos). Diseño propio, adaptado de Arrom y Munné-Bosch (2012)..



Figura 7. Detalle de las etapas del desarrollo floral en *Lilium* ‘Starfighter’.

En orden cronológico; grado I (botón cerrado), grado II (todavía cerrado pero los órganos menos compactados), grado III (antesis), grado IV (tépalos hidratados), grado V (tépalos deshidratados y marchitamiento antes de la abscisión de los tépalos) y la etapa VI (gineceo desnudo después de la abscisión los tépalos). Diseño propio, adaptado de Arrom y Munné-Bosch (2012).

3.6.2 DÍAS A INICIO DE SENESCENCIA

Se contabilizaron los días desde botón hasta los primeros síntomas de senescencia de los botones de cada vara, del primer botón en abrir, del botón en medio y del último botón en abrir.

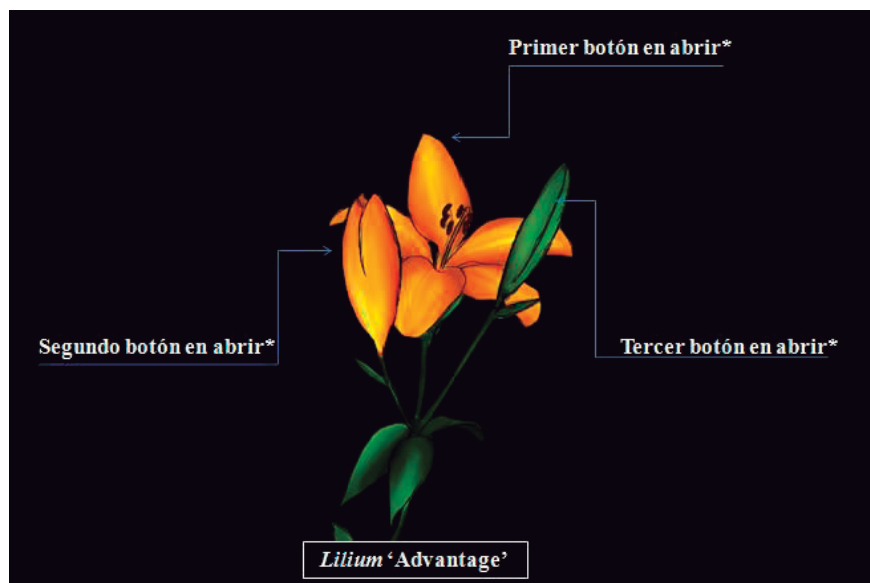


Figura 8. Detalle de los botones utilizados para la evaluación de las variables a medir *Lilium 'Advantage'*. Elaboración propia.

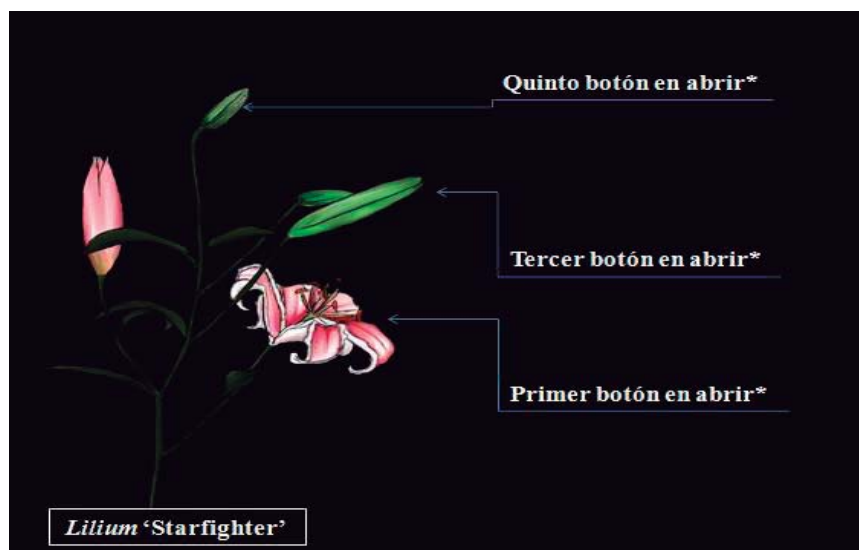


Figura 9. Detalle de los botones utilizados para la evaluación de las variables a medir *Lilium 'Starfighter'*. Elaboración propia.

3.6.3. PORCENTAJE DE HOJAS CLORÓTICAS

Una hoja se consideró clorótica cuando más del 50 por ciento de su área llegó a estar clorótica. Determinándose el porcentaje mediante el recuento total de hojas cloróticas diario durante la vida poscosecha de las varas.

3.6.4 ABSCISIÓN DE TÉPALOS

Se contabilizó la abscisión de los tépalos a través del tiempo, hasta la marchitez de la última flor de la inflorescencia.

3.6.5. PESO FRESCO

Se determinó la variación del peso fresco de las varas, para expresar la pérdida de agua como síntoma de senescencia, midiendo el peso fresco de las varas en el tiempo. Los datos se expresaron como porcentaje del peso inicial.

3.6.6. ABSORCIÓN DE AGUA

Se obtuvo midiendo el volumen consumido (ml).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CULTIVAR ‘ADVANTAGE’

4.1.1 DÍAS A INICIO DE APERTURA FLORAL

FACTOR AZÚCAR

Se requiere de una gran cantidad de carbohidratos solubles para que ocurra la apertura floral, estos carbohidratos actúan como sustratos para las membranas celulares y para la respiración, así como también son importantes por sus características osmóticas. Debido a que la fuente de carbohidratos en las flores de corte es limitada, la adición de azúcares, tales como sacarosa y glucosa, a la solución hidratante es altamente eficaz en promover la apertura de la flor (Downs *et al.*; Paulin y Jamal, citados por De la Riva 2011).

En el **Cuadro 2**, se presentan los resultados obtenidos en la apertura floral de los botones de *Lilium* ‘Advantage’, obteniéndose diferencias significativas entre los niveles del factor Azúcar para el primer y segundo botón floral. (**Figura 10**).

Similares resultados obtuvieron Song *et al.* (1996), quienes trabajaron con una solución de 20 gL⁻¹ de sacarosa y 150 mgL⁻¹ HQS, observando una mayor apertura de los botones de *Lilium* comparados con los controles de agua. En el *Lilium* asiático cv. ‘Prima’, Nowak y Mynett (1985) también observaron un aumento en la apertura de la flor después de la inclusión de 30 gL⁻¹ de sacarosa y 200 mgL⁻¹ HQC en la solución hidratante.

El concepto general con respecto al azúcar es que sustituyen los carbohidratos que ya no están disponibles después de que la flor es separada de la planta madre. En los *Lilium*, los carbohidratos de los tépalos de cada botón juegan un papel importante en el desarrollo de los botones para la antesis (van der Meulen-Muisers *et al.*, 2001).

Cuadro 2: Días a inicio de apertura floral del primer, segundo y tercer botón floral de *Lilium* ‘Advantage’ en soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas.

Tratamientos	Días a inicio de apertura floral		
	Primer botón floral	Segundo botón floral	Tercer botón floral
0% Azúcar	0.80 A	4.36 A	7.00 A ¹
2% Azúcar	0.33 B	3.03 B	6.90 A
ANVA	* ²	**	n.s. ³
C.V. (%)	23.85%	6.06%	6.81 %

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Significativo

³ No significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

En el **Cuadro 3**, no se observan diferencias significativas entre los niveles del factor Inhibidores de etileno para el primer y segundo botón pero sí para el último botón evaluado. Este efecto probablemente se deba a que los niveles de etileno sean muy bajo para el cultivar ‘Advantage’ y sea el efecto del factor Azúcar el que se hace presente durante esta etapa como se observa en el **Cuadro 2**.

Como lo demuestran Elgar *et al.*, citados por van Doorn y Han, 2011, quienes midieron la producción de etileno de los botones individuales y flores abiertas de los cultivares asiáticos de *Lilium* ‘Prato’ y ‘Corderia’; ellos observaron que la producción de etileno era cercana o por debajo del límite de detección. También observaron que las flores senescentes produjeron niveles muy bajos de etileno cuando fueron aisladas del etileno externo durante 24 horas (menos de 3.600 pmol kgFW⁻¹ h⁻¹). Además, los resultados del muestreo diario de la producción de etileno durante la apertura de los botones, en los 7 días de vida poscosecha, no mostraron aumento en la producción de etileno en las cuatro variedades orientales probadas (‘Casablanca’, ‘Casandra’, ‘Princess Gracia’, ‘Star Gazer’) o en el *Lilium longiflorum* ‘Gelria’. Aunque este efecto no se puede generalizar para todos los cultivares de *Lilium*, podría explicar la causa del porqué no hubo un efecto significativo de los inhibidores de etileno en la apertura floral para el primer y segundo botón pero sí para el tercer botón floral, en el cual el efecto del factor azúcar fue disminuyendo debido al transcurrir de los días poscosecha.

Cuadro 3: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno, en la apertura floral del primer, segundo y tercer botón de *Lilium* ‘Advantage’.

Tratamientos	Días a inicio de apertura floral		
	Primer botón floral	Segundo botón floral	Tercer botón floral
Testigo	0.35 A	3.75 A	6.00 B ¹
Tiosulfato de plata	0.40 A	3.85 A	7.00 A
1-metilciclopropeno	0.55 A	4.10 A	7.00 A
ANVA	n.s.	n.s. ²	* ³
C.V (%)	23.85%	6.06%	6.81 %

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² No significativo

³ Significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

No se presentaron diferencias significativas entre las interacciones de los factores de Azúcar e Inhibidores de Etileno, por este motivo se analizaron por separado los factores.

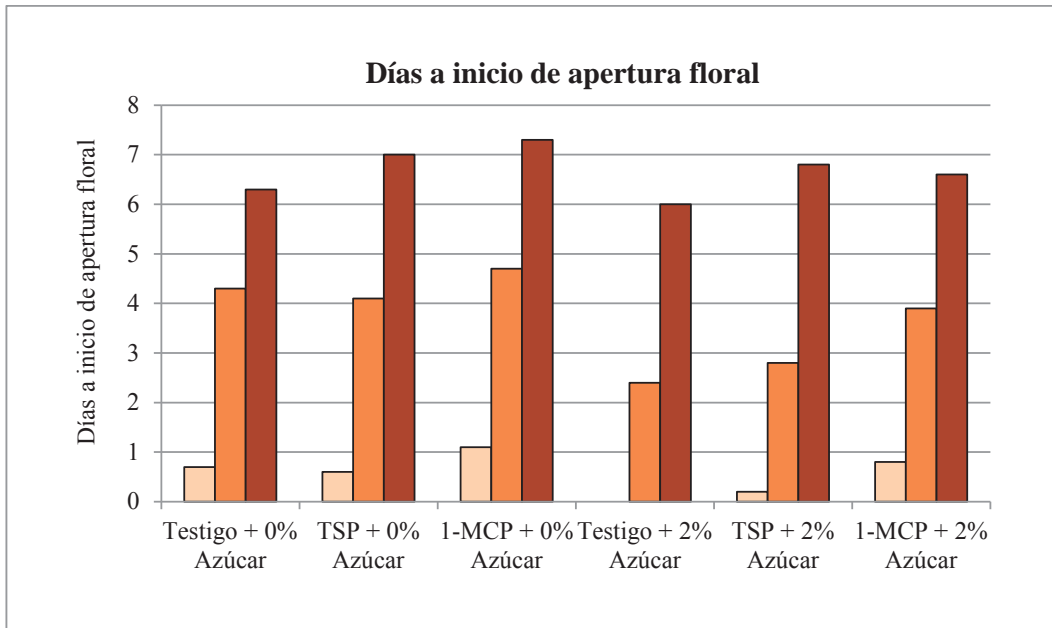


Figura 10. Días a inicio de apertura floral por tratamiento de cada botón floral de *Lilium* ‘Advantage’.

4.1.2 DÍAS A INICIO DE SENESCENCIA

FACTOR AZÚCAR

En el **Cuadro 4**, se presentan los resultados obtenidos en la senescencia de las flores de *Lilium* ‘Advantage’, obteniéndose diferencias significativas entre los niveles del factor Azúcar. Estos datos parecen apoyar a la hipótesis de que existe una correlación entre los carbohidratos del tépalo y la longevidad de la flor, donde los botones con menos contenido de azúcar (característica de cada cultivar) tienen una vida útil más corta (Van der Meulen-Muisers *et al.*, 2001). De este modo, la sacarosa exógena podría extender la vida poscosecha de las flores de corte de *Lilium*, contrarrestando así, la posible falta de carbohidratos originado por la separación de la planta madre. De hecho, la adición de azúcar ha demostrado que mejora la vida poscosecha no sólo en diversas variedades de *Lilium*, sino también en otras especies, sin embargo los efectos no son equivalentes en todas las especies e incluso puede haber una mayor diferencia de efectos entre los cultivares (van Doorn *et al.*, citados por Arrom y Munné-Bosch, 2012).

Muchas investigaciones en cultivares de híbridos de *Lilium* asiáticos y orientales han demostrado que la vida poscosecha puede ser mejorada adicionando sacarosa, al 2 o 3 por ciento y un germinicida a la solución hidratante (Nowak y Mynett; Verdugo *et al.*, citados por Fuentes, 2009). Nowak y Mynett (1985) demostraron que la inclusión de azúcares (30 gL⁻¹ de sacarosa) y el citrato de 8-hidroxiquinolina (HQC, 200mgL⁻¹) en una solución hidratante casi duplicó el tiempo de vida (de 3.0 a 5.7 días) de las flores individuales del *Lilium* asiático ‘Prima’. Esto pone en evidencia que la vida útil de las flores también está limitada por los carbohidratos.

Cuadro 4: Días a inicio de senescencia del primer, segundo y tercer botón floral de *Lilium* ‘Advantage’ en soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas.

Tratamientos	Días a inicio de senescencia		
	Primer botón floral	Segundo botón floral	Tercer botón floral
0% Azúcar	6.00 B	9.60 B	12.26 B ¹
2% Azúcar	6.93 A	10.33 A	13.53 A
ANVA	**	* ²	** ³
C.V.(%)	8.37%	6.27%	4.20 %

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Significativo

³ Altamente significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

En el **Cuadro 5**, se observaron diferencias altamente significativas entre los niveles del factor Inhibidores de Etileno. Obteniéndose una mayor longevidad promedio para los tres botones florales con los tratamientos de 1-metilciclopropeno y Tiosulfato de plata, sin presentar diferencias significativas entre ambos inhibidores de etileno a diferencia del testigo.

Con el tratamiento de 1-metilciclopropeno, se obtuvo en promedio para el primer botón 7.3 días antes de llegar a senescencia, 10.6 días para el segundo botón y 14.25 días para el último botón floral, llegando a ser el tratamiento con mayor longevidad para los tres botones florales (**Figuras 11 y 12**).

El 1-metilciclopropeno actúa como antagonista del etileno al inhibir su mecanismo de acción, ocupando los lugares de unión de esta hormona con sus receptores. Debido a que la afinidad del 1-metilciclopropeno con los receptores de etileno es aproximadamente 10 veces mayor que la del propio etileno (Blankenship y Dole, 2003), este compuesto es efectivo a dosis extremadamente bajas. Resultados similares demostró Verdugo (2003) con el uso del 1-metilciclopropeno, este prolongó aproximadamente en 20 por ciento la vida poscosecha del *Lilium* asiático ‘Her Grace’.

Sin embargo, en pruebas con *Lilium* L/A ‘Don Quichoto’, este efecto fue menos marcado pero aun así se alargó la vida poscosecha de la flor.

Cuadro 5: Inhibidores de Etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno, a inicio de senescencia del primer, segundo y tercer botón floral en varas *Lilium* ‘Advantage’.

Tratamientos	Días a inicio de senescencia		
	Primer botón floral	Segundo botón floral	Tercer botón floral
Testigo	5.40 B	9.00 B	10.80 B ¹
Tiosulfato de plata	6.70 A	10.30 A	13.65 A
1-metilciclopropeno	7.30 A	10.60 A	14.25 A
ANVA	**	**	** ²
C.V. (%)	8.37%	6.27%	4.20 %

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente Significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

No se presentaron diferencias muy significativas entre las interacciones de los factores de Azúcar e Inhibidores de etileno, por este motivo se analizaron por separado los factores.

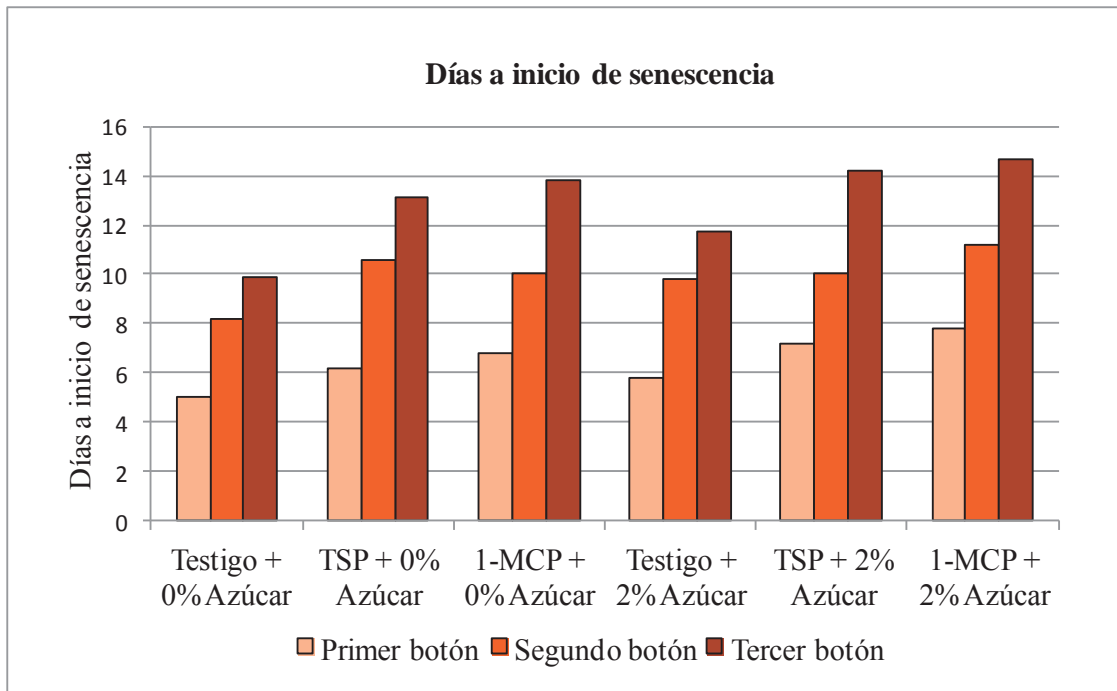


Figura 11. Días a inicio de senescencia por tratamiento de cada botón floral de *Lilium* ‘Advantage’.

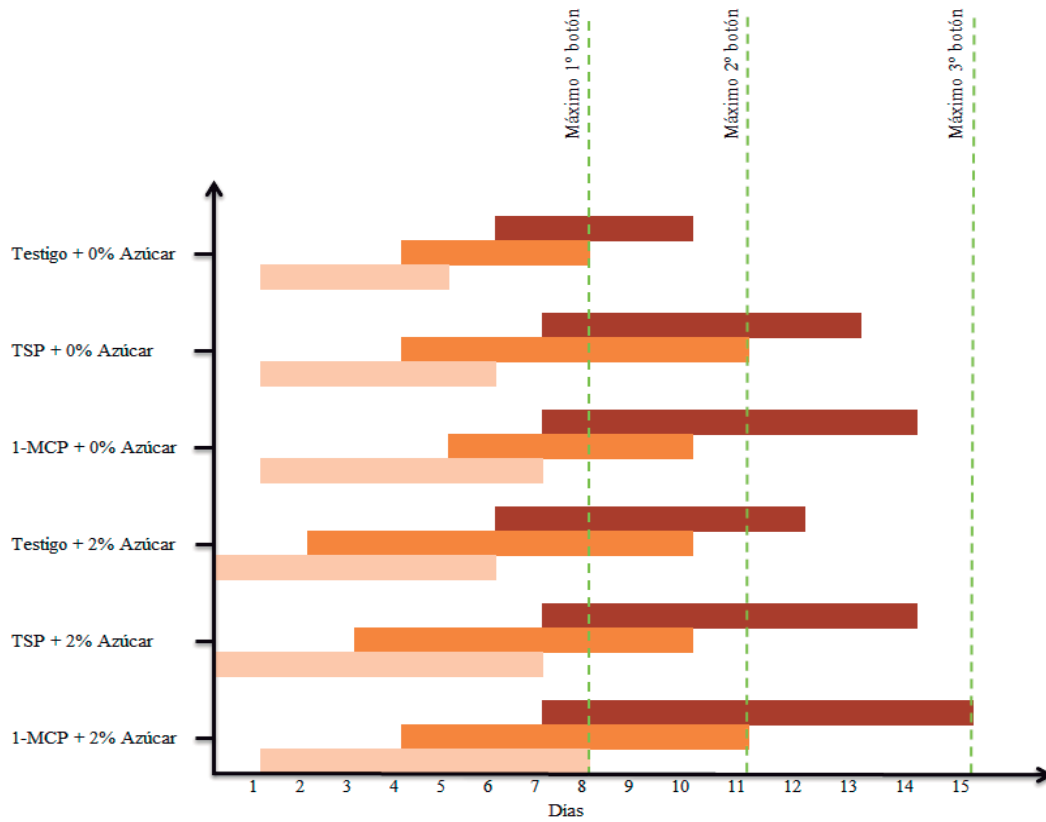


Figura 12. La longevidad individual en días, de los botones florales por tratamiento, representado por la fecha de apertura y senescencia de cada botón floral en varas de *Lilium* ‘Advantage’.



4.1.3. PORCENTAJE DE HOJAS CLORÓTICAS

FACTOR AZÚCAR

Diversas investigaciones atribuyen el efecto del azúcar no sólo a su importancia como una fuente de energía sino también como un regulador de genes y hormonas. La participación del azúcar en la represión de los genes durante la senescencia natural es aún poco clara (Feller y Fischer, citados por Wingler *et al.*, 1998). La respuesta de las hojas a la acumulación de azúcares también puede depender de otros factores, como la relación carbono/nitrógeno de la hoja (Paul y Driscoll, citados por Wingler *et al.*, 1998), la luz (Dijkwel *et al.*, citados por Wingler *et al.*, 1998) y los reguladores de crecimiento vegetal (Koch, citado por Wingler *et al.*, 1998).

En el **Cuadro 6** se observa que hubo diferencias altamente significativas entre los niveles del Factor Azúcar. El mayor porcentaje de hojas cloróticas se presentaron en las varas que tuvieron como tratamiento 2 por ciento de azúcar. Similares resultados obtuvieron Song *et al.*, (1996) quienes observaron que un tratamiento con 20 gL⁻¹ de sacarosa y 150 mgL⁻¹ HQS indujo una coloración amarillenta en las hojas del *Lilium* asiático ‘Corderia’. Del mismo modo, Nowak y Mynett (1985) encontraron un aumento de hojas amarillas en el cultivar asiático ‘Prima’, pero sólo cuando se incluyeron concentraciones superiores a 30 gL⁻¹ de sacarosa, junto con 200 mgL⁻¹ de 8-HQC, en la solución hidratante. Este aumento en el amarillamiento de las hojas era debido a la sacarosa, ya que la aplicación de sólo 200 mgL⁻¹ de 8-HQC no aumentó el amarillamiento. En otros ensayos con varios cultivares de *Lilium*, también se observó que la sacarosa (5-20 gL⁻¹) y el compuesto antimicrobiano HQC (200-400 mgL⁻¹) aceleraron el amarillamiento de las hojas (Van Doorn, 2008).

Estos resultados hacen suponer que la clorosis de las hojas está regulada, entre otros factores, por la presencia de azúcares. La acumulación de azúcares durante la senescencia puede bloquear el efecto de las citoquininas, esto ocurre con mayor rapidez en las hojas maduras debido a que contienen bajos niveles de citoquininas. Se necesitan niveles altos de citoquininas para la expresión de los genes implicados en la síntesis de proteínas del cloroplasto; es por ello, que la clorosis de las hojas comienza desde la parte basal hacia las hojas más jóvenes. Los niveles bajos estimulan a los genes que se encargan de la degradación del cloroplasto y del resto de las células (Taiz, 2004). A su

vez, la destrucción de la clorofila hace visible los pigmentos carotenoides, que son los responsables del color amarillo de las hojas senescentes (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

Cuadro 6: Efecto de las soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas en el porcentaje de hojas cloróticas en varas de *Lilium* ‘Advantage’ a los 15 días de poscosecha.

Tratamientos	Porcentaje de hojas cloróticas (%)
0% Azúcar	37.24 B ¹
2% Azúcar	73.57 A
ANVA	** ²
C.V. (%)	19.34%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

A los 15 días de iniciado el experimento, los tratamientos con tiosulfato de plata mostraron un porcentaje significativamente menor de hojas cloróticas comparados con los tratamientos testigo (**Cuadro 7 y Figura 13**). Esto indica que la inhibición del etileno se dio por el efecto del tiosulfato de plata.

Sin embargo, se debe destacar que al noveno día, las varas aplicadas con tiosulfato de plata + 2% azúcar presentaban 30.12% de hojas cloróticas, mientras que las varas aplicadas con 1-metilciclopropeno + 2% azúcar, presentaban sólo un 3.33% de hojas cloróticas como se observa en el **Figura 14**. Esto supone un mayor efecto del inicial del 1-metilciclopropeno en la mantención de la duración del follaje verde en las hojas de *Lilium*; siendo este también un inhibidor de la acción de etileno. Algunos autores encontraron que la inhibición de la acción del etileno con el Tiosulfato de plata no redujo el amarillamiento poscosecha; pero si redujo el aborto de los botones y extendió la vida poscosecha (Prince *et al.*, 1987). Sin embargo, en experimentos previos Reid (no publicado, citado por Celikel 2002), encontró que el Tiosulfato de plata extendió la vida poscosecha del *Lilium* ‘Enchantment’ pero también aceleró el amarillamiento de las hojas.

Cuadro 7: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en el porcentaje de hojas cloróticas en varas de *Lilium* ‘Advantage’ a los 15 días de poscosecha.

Tratamientos	Porcentaje de hojas cloróticas (%)
Testigo	65.58 A ¹
Tiosulfato de plata	43.96 B
1-metilciclopropeno	56.67 A
ANVA	** ²
C.V. (%)	19.34%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

No se presentaron diferencias significativas entre las interacciones de los factores de Azúcar e Inhibidores de etileno, por este motivo se analizaron por separado los factores.

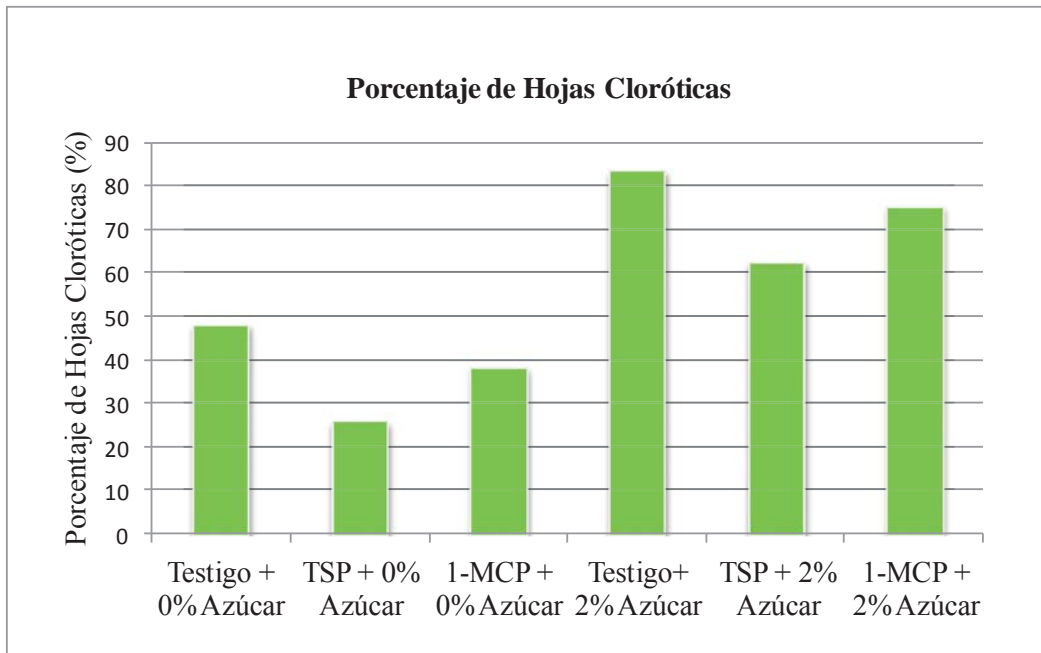


Figura 13. Porcentaje de hojas cloróticas totales por tratamiento en varas de *Lilium* ‘Advantage’ a los 15 días.

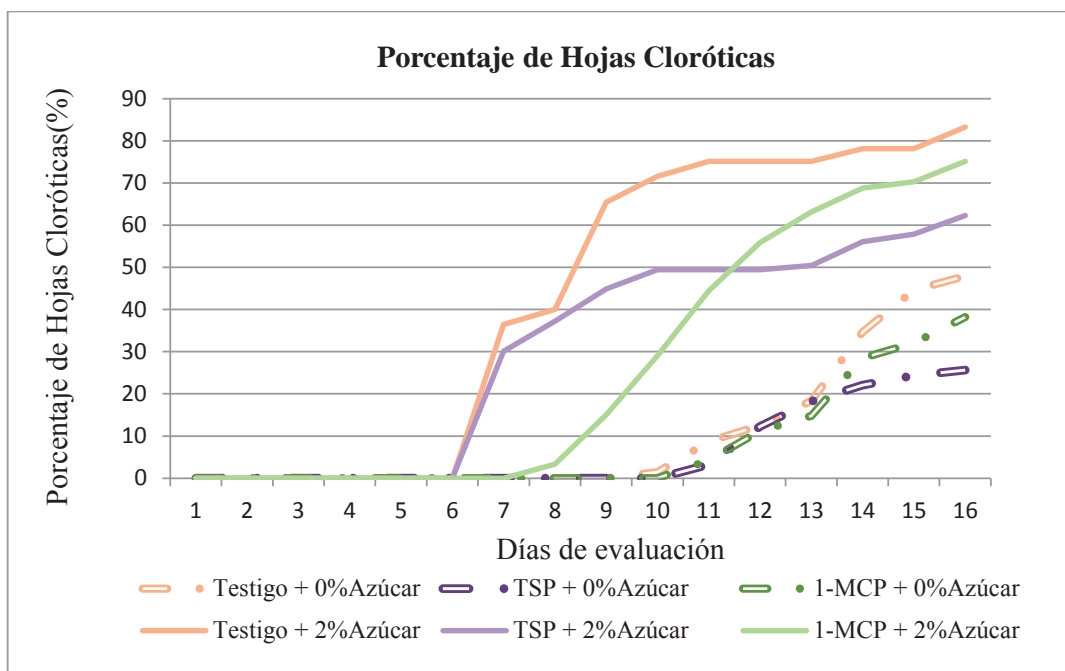


Figura 14. Porcentaje de hojas cloróticas por tratamiento durante el periodo poscosecha de las varas de *Lilium* ‘Advantage’.

4.1.4. ABSORCIÓN DE AGUA

FACTOR AZÚCAR

Se considera que los efectos del azúcar en la extensión de la vida poscosecha de las flores de corte están asociados a una mejora en el equilibrio hídrico (Ichimura, Shimizu *et al.*, citados por De la Riva, 2011). La sacarosa contribuye a mantener el balance hídrico de la flor cortada, al provocar el cierre de los estomas (impidiendo así la pérdida inicial de agua), favoreciendo la retención de agua y solutos por las células, preservando también la integridad de la membrana a través de procesos dependientes del metabolismo energético (De Stigter, 1981). En el presente experimento se obtuvo una absorción de agua significativamente mayor con los tratamientos con 2 por ciento de azúcar (**Cuadro 8**).

Mayak *et al.*, 1974, indica que la tasa de consumo de agua disminuye de manera constante a pesar de mantener las flores permanente en agua, debido a un desbalance entre la tasa respiratoria y el agua consumida, lo que se refleja en un cambio en el peso hacia el final del periodo de vida de la flor. Este depende del potencial osmótico, por lo que la concentración de solutos es otro factor determinante en las relaciones hídricas.

Los efectos positivos que se observan sobre el balance hídrico y la marchitez al suministrar azúcar exógena a las flores cortadas, se atribuye al papel que juega como regulador del potencial osmótico (Paulín, 1997). En los tallos de rosa, se ha demostrado que la pérdida de turgencia en los pétalos y la disminución del peso fresco siempre van precedidos de una reducción en la circulación del agua. El hecho de que la pérdida de agua y el menor potencial hídrico que se observa en flores cortadas no conduzcan a un incremento paralelo en la absorción de agua, permite pensar que existen obstáculos en los vasos conductores, que ejercen resistencia a la circulación de líquidos (Paulín, 1997). Esto puede ser ocasionado por bacterias, pequeñas partículas o burbujas de aire. Entre los efectos del estrés hídrico sobre la senescencia, Paulín (1997) encontró que la falta temporal de agua es con frecuencia la responsable del envejecimiento acelerado de las flores cortadas. Las consecuencias se observan particularmente a nivel morfológico, del estado hídrico de la emisión de etileno y de la integridad de las membranas. Si se restringe el agua, al punto de causar un 10 por ciento de pérdida de peso, ya no será posible volver a condiciones normales, aunque la flor sea rehidratada de forma óptima.

Sin embargo las pérdidas de peso del 7 por ciento, no parecen tener efectos irreversibles (Paulín, 1997).

Cuadro 8: Efecto de las soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas en la absorción de agua de las varas de *Lilium* ‘Advantage’.

Tratamientos	Absorción de agua (%)
0% Azúcar	178.16 B ¹
2% Azúcar	194.00 A
ANVA	** ²
C.V. (%)	3.71%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente Significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

Los tratamientos con 1-metilciclopropeno fueron los que mostraron una absorción de agua significativamente mayor (**Cuadro 9**). Diferentes autores atribuyen este resultado a que el 1-metilciclopropeno disminuye la incidencia microbiana, pues provoca mayores niveles de firmeza así como de la integridad del tejido vegetal, favoreciendo la resistencia a sufrir daños mecánicos (Jiang *et.al.*, 2001, citados por Guillén *et.al.*, 2008; Kugle y Giacomino, citados por Rivero y Quiroga 2010).

Sin embargo el tiosulfato de plata también fue superior al tratamiento testigo debido a que los iones de plata podrían estar actuando como biocidas, eliminando el bloqueo microbial en los vasos del xilema (Aarts, 1957; Kofranek y Paul, 1974; citados por Hutchinson, 2003).

Cuadro 9: Inhibidores de Etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en la absorción de agua de las varas de *Lilium* ‘Advantage’.

Tratamientos	Absorción de agua (%)
Testigo	172.50 C ¹
Tiosulfato de plata	187.25 B
1-metilciclopropeno	198.50 A
ANVA	** ²
C.V. (%)	3.71%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente Significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

Se presentaron diferencias significativas entre la interacción de los factores Azúcar e Inhibidores de etileno, debido a ello se realizó la prueba de efectos simples. El tratamiento de 1-metilciclopropeno + 2 por ciento de azúcar fue significativamente mayor en absorción de agua que el resto de los tratamientos. El tratamiento de Tiosulfato de plata + 2 por ciento de azúcar significativamente supera al testigo con o sin azúcar, pero no tuvo diferencias con los tratamientos que utilizaron Tiosulfato de plata y 1-MCP solos (**Figura 15**).

Cuadro 10: Efecto de la interacción de los factores en la absorción de agua de las varas de *Lilium* ‘Advantage’.

Tratamientos	Absorción de agua (%)
T1 – Testigo + 0% azúcar	166.50 D
T2 – Tiosulfato de plata + 0% azúcar	183.00 BC
T3 – 1-metilciclopropeno + 0% azúcar	185.00 BC
T4 – Testigo + 2% azúcar	178.50 C
T5 – Tiosulfato de plata + 2% azúcar	191.50 B
T6 – 1-metilciclopropeno + 2% azúcar	212.00 A ¹
ANVA	** ²
C.V. (%)	3.71 %

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

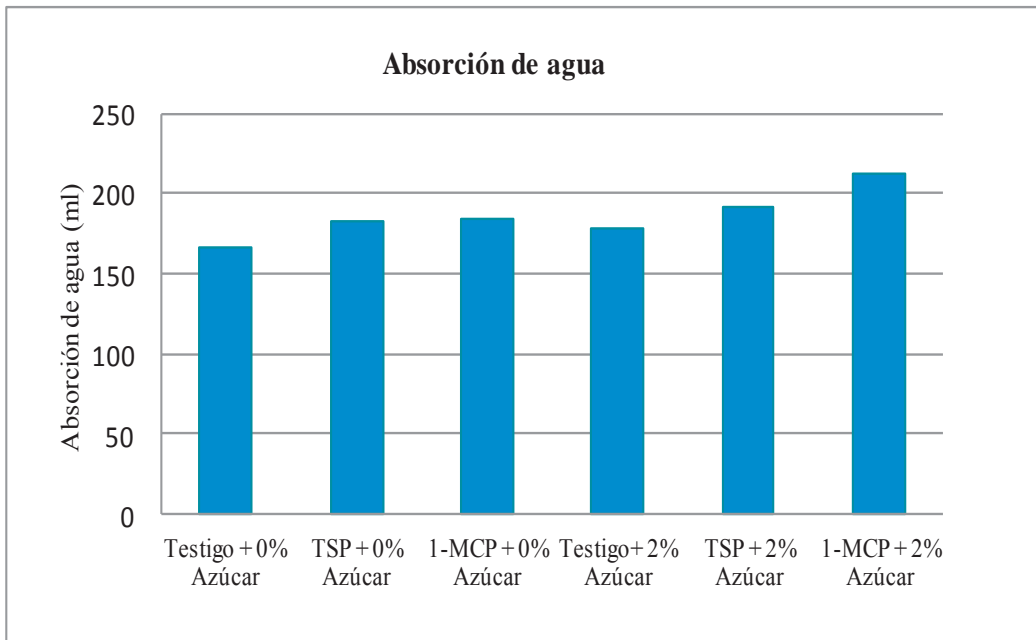


Figura 15. Absorción de agua en varas de *Lilium* 'Advantage' a los 15 días poscosecha.

4.1.5. PESO FRESCO

Se observó que el peso fresco de las varas florales se fue incrementando constantemente en todos los tratamientos conforme avanzaban en su estado de desarrollo, alcanzando su máximo valor entre el sexto y séptimo día poscosecha, a excepción de los tratamientos testigos, que coincidía con el inicio de la apertura del tercer botón, como se observa en la **Figura 16**.

Esto concuerda también con lo estudiado en otras especies, donde se observa una ganancia del peso fresco inicial de las varas florales como resultado de un aumento en la turgencia de las células de los pétalos, necesaria para lograr una adecuada apertura floral y una pérdida del peso de la vara durante la senescencia. A medida que disminuye el peso fresco de los pétalos, aumenta la abscisión de éstos (Villaseca, 2005; Verdugo *et al.*, 2006, citados por Fuentes, 2009).

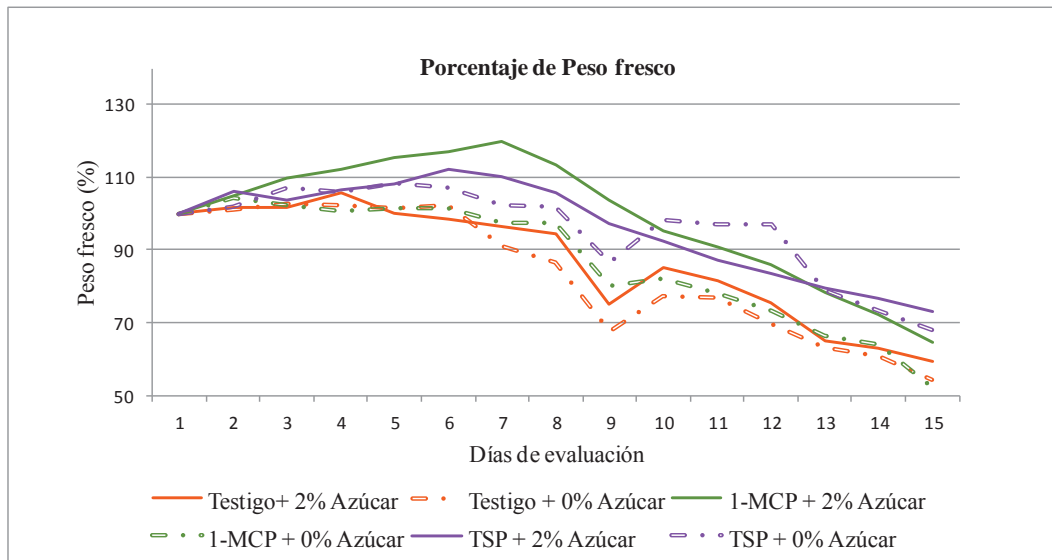


Figura 16. Variación de peso fresco durante los 15 días poscosecha de las varas de *Lilium* 'Advantage'.

FACTOR AZÚCAR

En el **Cuadro 11**, se presentan los resultados obtenidos en el porcentaje de peso fresco del *Lilium* ‘Advantage’. El mayor porcentaje de peso fresco se obtuvo con el tratamiento de 2 por ciento de azúcar (**Figura 17**).

La sacarosa contribuye a mantener el balance hídrico en la flor cortada, al provocar el cierre de los estomas (impidiendo así la pérdida inicial de agua), y además, favorece la retención de agua y solutos por las células, preservando la integridad de la membrana a través de procesos dependientes del metabolismo energético (De Stigter, 1981) de esta manera se explica una de las razones del incremento de peso inicial de las flores con tratamiento de azúcar.

Cuadro 11: Efecto de las soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar en el porcentaje de peso fresco de las varas de *Lilium* ‘Advantage’

Tratamientos	Porcentaje de peso fresco (%)
0% azúcar	58.19 B ¹
2% azúcar	65.87 A
ANVA	**2
C.V. (%)	8.86 %

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

La senescencia de la flor se acelera cuando se separa de la planta, lo que determina que en pocos días la flor pierda su valor comercial. Se considera como longevidad de la flor el tiempo que ésta conserva sus cualidades decorativas, es decir, el tiempo que tardan en aparecer claros síntomas de marchitez. Este proceso de senescencia está programado genéticamente y controlado por la hormona etileno, produciéndose los cambios relacionados con él por la expresión de genes específicos (Van Alvorst y Bovy, citados por De la Riva, 2011). Además, en determinadas especies de flor cortada, al inicio de la senescencia se produce un ligero aumento de peso durante los primeros días desde la recolección y posteriormente desciende de forma muy acusada, coincidiendo con el inicio de la pérdida de peso fresco. También comienza a aumentar la tasa de producción

de etileno, es por ello que los primeros síntomas de envejecimiento se detectan cuando se inicia la producción de etileno, lo que coincide también con el descenso del peso fresco (Woodson y Lawton, citados por De la Riva, 2011).

Como se observa en los resultados, el tratamiento con tiosulfato de plata (**Cuadro 12**) presentó un porcentaje de peso fresco significativamente mayor debido a que la abscisión de los tépalos fue mucho menor que en los otros tratamientos. Los tépalos en estos tratamientos se mantuvieron adheridos por más tiempo a diferencia de los otros tratamientos.

Cuadro 12: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en el porcentaje de peso fresco de las varas de *Lilium* ‘Advantage’.

Tratamientos	Porcentaje de peso fresco (%)
Testigo	56.81 B ¹
Tiosulfato de plata	70.60 A
1-metilciclopropeno	58.60 B
ANVA	** ²
C.V. (%)	8.86 %

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

No se presentaron diferencias significativas entre las interacciones de los factores de Azúcar e Inhibidores de etileno, por este motivo se analizaron por separado los factores.

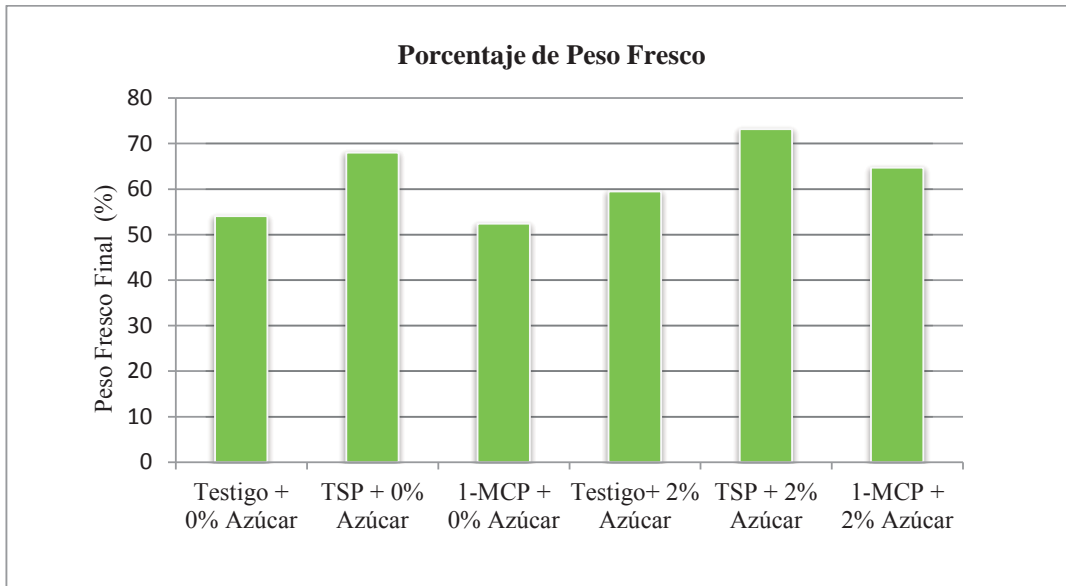


Figura 17. Porcentaje de peso fresco final en varas de *Lilium* 'Advantage' a los 15 días de poscosecha.

4.1.6 ABSCISIÓN DE TÉPALOS

FACTOR AZÚCAR

En el **Cuadro 13**, se presentan los resultados obtenidos en la caída de tépalos del *Lilium* ‘Advantage’, sin presentar diferencias significativas entre los niveles del factor Azúcar. Como lo mencionan Arrom y Munne-Bosch (2012) la aplicación de sacarosa exógena promueve la apertura de las flores de corte, retrasa la senescencia mas no tienen influencia en la abscisión de los pétalos.

Cuadro 13: Efecto de las soluciones de pulso con 0 y 2 por ciento de azúcar durante 18 horas en la abscisión de tépalos de las varas de *Lilium* ‘Advantage’.

Tratamientos	Porcentaje promedio de abscisión de tépalos
0% azúcar	73.70 A ¹
2% azúcar	67.40 A
ANVA	n.s. ²
C.V. (%)	19.93%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² No significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

En el **Cuadro 14**, se presentan los resultados obtenidos en el porcentaje de la abscisión de tépalos del *Lilium* ‘Advantage’, observándose que en los tratamientos que contenían Tiosulfato de plata la abscisión fue menor; sin embargo, esto se debió a que los tépalos marchitos se quedaron adheridos, lo cual después de un tiempo otorgaron una mala calidad visual en la inflorescencia ya que comenzaron a deteriorarse reduciendo de esta manera su valor ornamental (**ANEXO 29**). Esta característica dentro de los componentes del Tiosulfato de plata también se utilizó en plantas de *Zygocactus*, donde se ha demostrado que la aplicación foliar de tiosulfato de plata redujo significativamente la abscisión de los botones y flores expuestos a $1\mu\text{l l}^{-1}$ C_2H_4 a 26 °C en oscuridad en comparación con las plantas rociadas con agua (Cameron y Reid, 1981). La abscisión se redujo incluso cuando las plantas estuvieron estresadas tres semanas después de la aplicación con tiosulfato de plata. También se ha comprobado que la inmersión de

bulbos de *Lilium* en tiosulfato de plata por 24 horas antes de ser plantadas resultó en la prevención de la abscisión de los botones florales (Swart; Van Meeteren y De Proft, citados por Veen, 1983).

El etileno en flores es el responsable de la senescencia y abscisión de los pétalos y botones, acción que contribuye al equilibrio del botón floral, pues permite que los botones no abiertos reciban los fotosintatos necesarios para abrir, es por esto que para que los botones de la vara floral abran, otros deben abscionar. El mecanismo mediante el cual los pétalos abscisionan corresponde a aquel fenómeno en que los pétalos se vuelven completamente sensibles al etileno, responden con una producción explosiva y autocatalítica de la hormona, lo que causa un marchitamiento de los pétalos en respuesta a una mayor permeabilidad de la membrana plasmática y el tonoplasto, siguiendo con la pérdida de solutos y luego del agua a las paredes celulares y probablemente a los espacios intercelulares (Salisbury y Ross, citados por Loyola, 2009).

Cuadro 14: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en la abscisión de tépalos de las varas de *Lilium* ‘Advantage’.

Tratamientos	Porcentaje promedio de abscisión de pétalos
Testigo	95.00 A ¹
Tiosulfato de plata	31.38 C
1-metilciclopropeno	85.27 B
ANVA	** ²
C.V.(%)	19.93%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

No se presentaron diferencias significativas entre las interacciones de los factores de Azúcar e Inhibidores de etileno, por este motivo se analizaron por separado los factores.

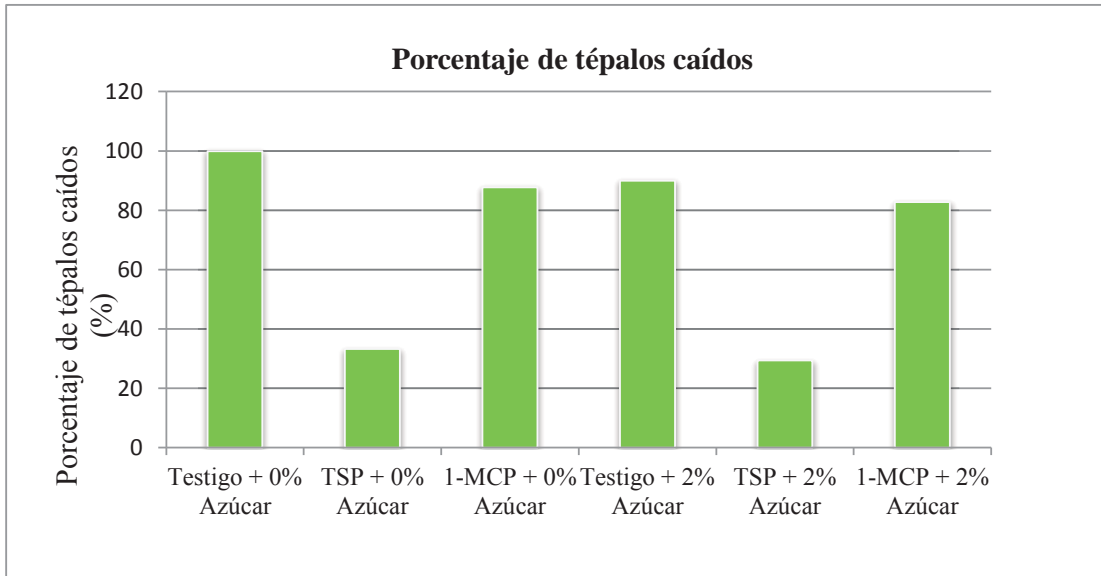


Figura 18. Porcentaje total de tépalos caídos por tratamiento en varas de *Lilium* ‘Advantage’ a los 15 días poscosecha.

4.2. CULTIVAR ‘STARFIGHTER’

4.2.1 DÍAS A INICIO DE APERTURA FLORAL

FACTOR AZÚCAR

En general, la fuente energética de una flor de corte es el azúcar, preferentemente con adiciones acidificantes (para promover la absorción de agua) y un biocida (para reducir el crecimiento de bacterias que obstruyan la absorción de agua). Además, la sacarosa exógena puede extender la vida poscosecha de las flores cortadas de *Lilium* contrarrestando la posible falta de carbohidratos debido a la separación de la planta madre.

Como se muestra en el **Cuadro 15**, los tratamientos con azúcar presentaron una rapidez significativamente mayor en la apertura de sus flores. Esto indica que el azúcar ejerce influencia en la apertura floral, lo cual coincide con los resultados obtenidos con el cultivar ‘Advantage’.

Cuadro 15: Días a inicio de apertura floral del primer, tercer y quinto botón floral de *Lilium* ‘Starfighter’ en soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas.

Tratamientos	Días a inicio de apertura floral		
	Primer botón floral	Tercer botón floral	Quinto botón floral
0% Azúcar	0.40 A	5.66 A	9.33 A ¹
2% Azúcar	0.10 B	4.76 B	7.66 B
ANVA	*	* ²	** ³
C.V. (%)	19.25%	11.84 %	6.80 %

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Significativo

³ Altamente significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

Algunos cultivares de *Lilium* ('Prato' y 'Corderia') presentan niveles muy bajos de etileno, apenas perceptibles, cuyo efecto puede no alterar los resultados en la apertura floral cuando se usan inhibidores de etileno, mostrando resultados similares a los de un tratamiento testigo. Sin embargo, a diferencia de los cultivares mencionados anteriormente, Elgar *et al.*, citados por van Doorn y Han (2011), también observaron un aumento en la producción de etileno en algunos de los cultivares asiáticos estudiados ('Apeldoorn', 'Mona', 'Nova Cento' y 'Romano'). De la misma manera Burchi *et al.*, citados por van Doorn y Han (2011), encontraron un aumento en la producción de etileno, de ≤ 1000 a $2000 \text{ pL kgFW}^{-1}\text{h}^{-1}$ en el cultivar 'Prato' y de ≤ 1000 a $4000 \text{ pL kgFW}^{-1} \text{h}^{-1}$ en el cultivar 'Elite'. Estos resultados demuestran que hay diferencias en la producción de etileno entre los cultivares, independientemente de la división en que se encuentren. Debido a ello, se observa en el **Cuadro 16** que la aplicación de los inhibidores de etileno en la apertura floral, retrasó la apertura de los botones de manera muy significativa con respecto al tratamiento testigo. No hubo diferencias significativas entre los productos químicos utilizados en la inhibición del etileno.

Cuadro 16: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno, en la apertura floral del primer, tercer y quinto botón de *Lilium* 'Starfighter'.

Tratamientos	Días a inicio de apertura floral		
	Primer botón floral	Tercer botón floral	Quinto botón floral
Testigo	0.20 A	4.25 B	7.40 B ¹
Tiosulfato de plata	0.35 A	5.20 AB	9.00 A
1-metilciclopropeno	0.20 A	6.20 A	9.10 A
ANVA	n.s. ²	*	** ³
C.V. (%)	19.25%	11.84%	6.80%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, $P < 0.05$)

² No significativo

³ Altamente significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

No se presentaron diferencias significativas entre las interacciones de los factores de Azúcar e Inhibidores de etileno, por este motivo se analizaron por separado los factores.

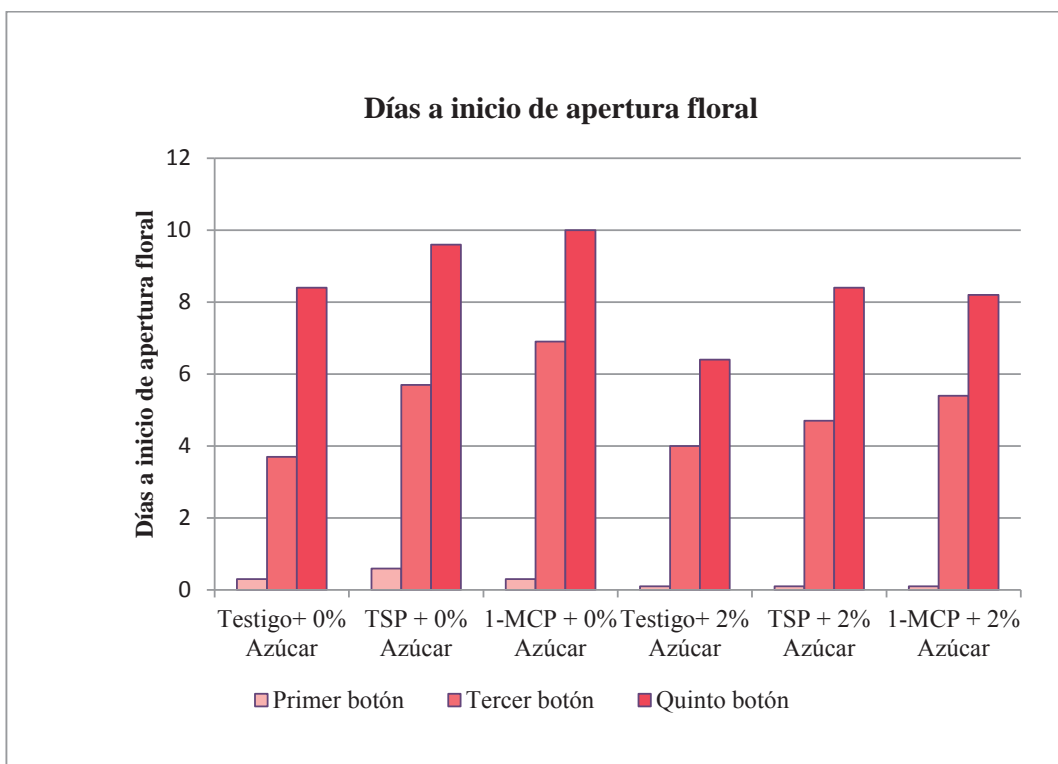


Figura 19. Días a inicio de apertura floral por tratamiento de cada botón floral de *Lilium* 'Starfigther'.

4.2.2. DÍAS A INICIO DE SENESCENCIA

FACTOR AZÚCAR

En la investigación se contabilizaron los días hasta la aparición de los primeros síntomas de senescencia (deshidratación). En los análisis estadísticos (**Cuadro 17**) se observaron diferencias altamente significativas entre los niveles del factor Azúcar para los tres botones florales analizados. Se obtuvo una mayor longevidad con los tratamientos que tuvieron 2 por ciento de azúcar (**Figura 21**). Estos resultados confirman que el efecto del azúcar exógeno también puede retrasar la longevidad de las flores, puesto que tales efectos beneficiosos se han asociado a una mejora en las relaciones hídricas y a un aumento en la energía disponible para la respiración de los tejidos florales. Por lo tanto, las aplicaciones de azúcar podrían ayudar a los botones florales a abrir y mantener las flores abiertas durante más tiempo en los *Lilium* de corte.

Sin embargo, estos resultados difieren de los encontrados por Han (2003) quién observó que una adición de azúcar al 2 por ciento en la solución hidratante no afectó la longevidad de las flores, pero sí influyó significativamente en un mayor contenido de antocianinas y por lo tanto en la intensidad de color de los pétalos. Esta última afirmación puede reafirmarse con el cultivar ‘Starfighter’ puesto que, aunque no haya sido variable de estudio en esta investigación, se observó un incremento en la intensidad de color de los tépalos en los tratamientos con azúcar, en especial con los tratamientos con 2 por ciento de azúcar + tiosulfato de plata.

Cuadro 17: Días a inicio de senescencia del primer, tercer y quinto botón floral de *Lilium* ‘Starfighter’ en soluciones de pulso con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas.

Tratamientos	Días a inicio de senescencia		
	Primer botón floral	Tercer botón floral	Quinto botón floral
0% Azúcar	6.53 B	11.40 B	12.46 B ¹
2% Azúcar	7.56 A	12.30 A	15.03 A
ANVA	**	*	** ²
C.V. (%)	7.89%	6.06%	4.20%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

En el **Cuadro 18**, se presentan los resultados de la variable días a inicio de senescencia, obteniéndose diferencias significativas entre los niveles del factor Inhibidores de etileno para los tres botones florales analizados. Se obtuvo una mayor longevidad con los tratamientos que contenían Tiosulfato de plata (**Figura 21**), debido a su efecto en inhibir la acción del etileno, disociándose en iones de plata libres en los tejidos de las plantas. La plata (Ag^+) inhibe la acción del etileno sustituyendo al Cu^+ , elemento que es cofactor en los receptores de etileno (Beyer, citado por Rostami y Akbar 2010).

Cuadro 18: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno, hasta inicio de senescencia del primer, tercer y quinto botón floral en varas *Lilium* ‘Starfighter’.

Tratamientos	Días a inicio de senescencia		
	Primer botón floral	Tercer botón floral	Quinto botón floral
Testigo	6.45 B	11.15 B	12.50 C ¹
Tiosulfato de plata	7.50 A	12.80 A	15.2 A
1-metilciclopropeno	7.20 AB	11.60 B	13.55 B
ANVA	*	* ²	** ³
C.V(%)	7.89%	6.06 %	4.20%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, $P < 0.05$)

² Significativo

³ Altamente significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

No se presentaron diferencias significativas entre las interacciones de los factores de Azúcar e Inhibidores de etileno, por este motivo se analizaron por separado los factores.

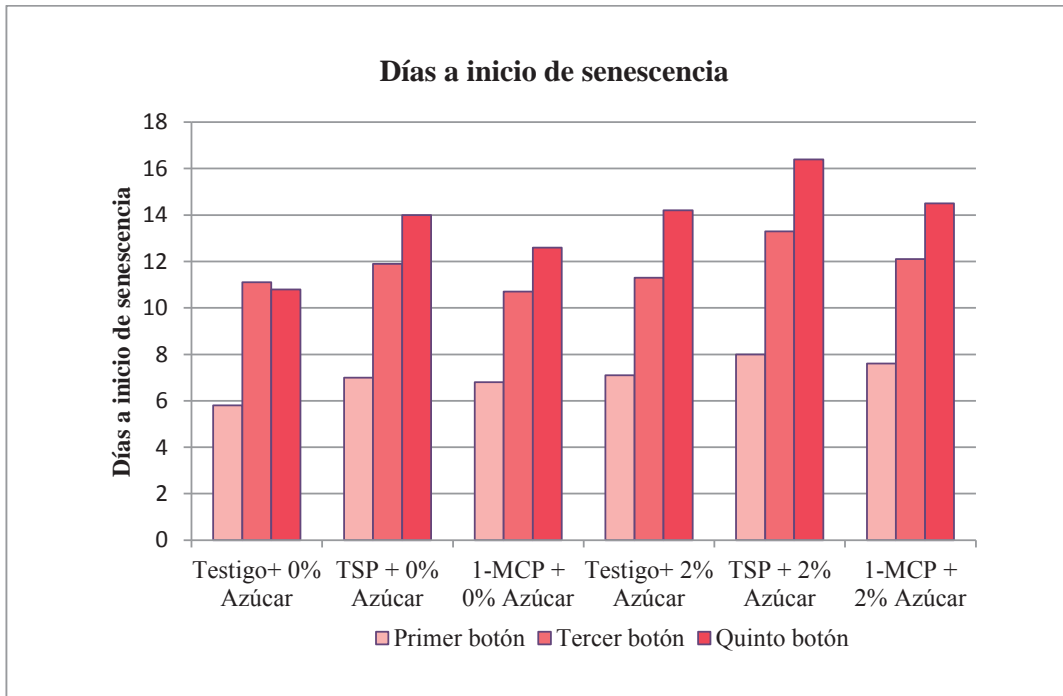


Figura 20. Días a inicio de senescencia por tratamiento de cada botón floral de *Lilium* ‘Starfighter’.

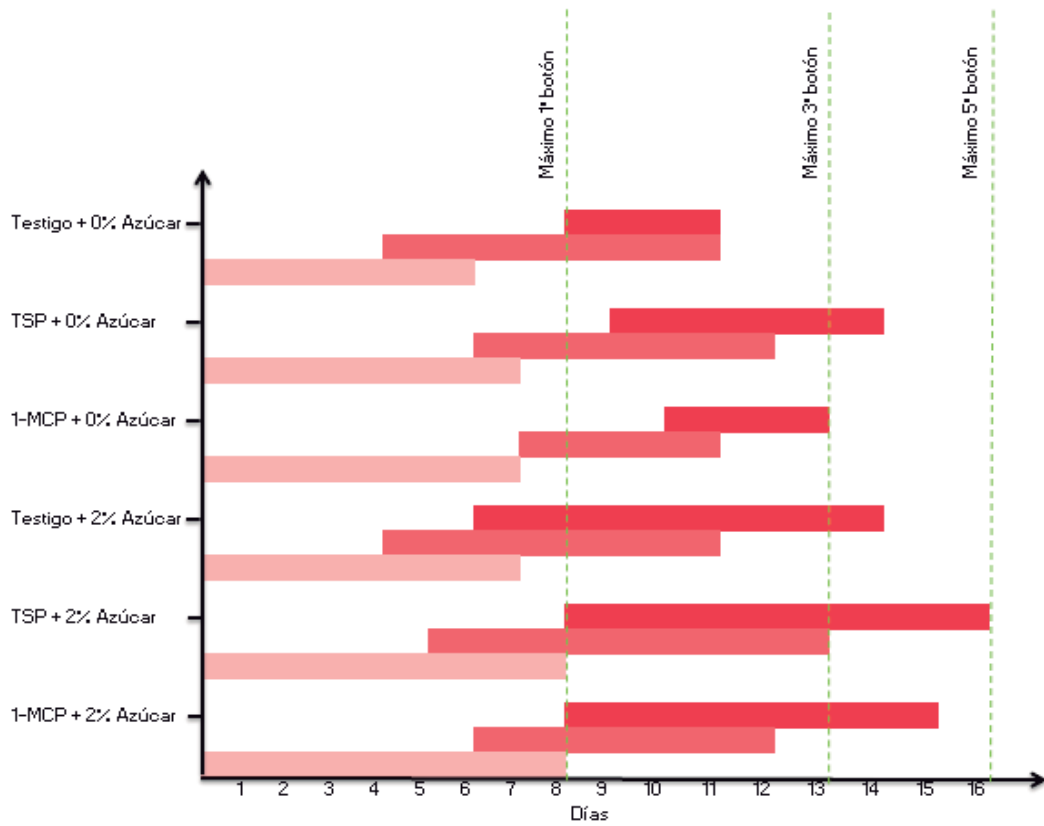


Figura 21. Longevidad individual en días de los botones por tratamiento, representado por la fecha de apertura y senescencia de cada botón floral en varas de *Lilium* ‘Starfighter’.



4.2.3 PORCENTAJE DE HOJAS CLORÓTICAS

FACTOR AZÚCAR

La senescencia de la hoja es un proceso dinámico que puede ser activado por múltiples señales internas y externas. Este proceso disminuye la fijación de carbono fotosintético; sin embargo, es importante para el reciclaje de nutrientes especialmente del nitrógeno (Uauy *et al.*, 2006). La acumulación de hexosas en el envejecimiento de las hojas actúa como una señal para la aceleración o iniciación de la senescencia en plantas anuales (Masclaux-Daubresse *et al.*, 2005; Parrot *et al.*, 2005, 2007; Pourtau *et al.*, 2006; Wingler and Roitsch, 2008; mencionados por Wingler *et al.*, 2009).

En hojas no senescentes la acumulación de azúcares puede conducir a una disminución de la clorofila y de las proteínas fotosintéticas (Stitt *et al.*, 1990; Von Schaewen *et al.*, 1990; Krapp *et al.*, 1991; Krapp y Stitt, 1994, mencionados por Wingler *et al.*, 2009). Se reprime la transcripción de los genes fotosintéticos (Sheen, mencionado por Wingler *et al.*, 2009) probablemente actuando a través de la vía hexoquinasa como un sensor de azúcar (Jang y Sheen., 1994; Jang *et al.*, mencionados por Wingler *et al.*, 2009).

En el análisis estadístico se observó diferencias altamente significativas entre los tratamientos que tuvieron 2 por ciento de azúcar con respecto a los que tuvieron 0 por ciento de azúcar. La mayor cantidad de hojas cloróticas se presentaron en las varas que tuvieron como tratamiento 2 por ciento de azúcar (**Cuadro 19**). Similares resultados obtuvo Han (2003), quién observó una rápida coloración amarillenta en las hojas del *Lilium* oriental 'Stargazer' después de la incluir 20 gL⁻¹ de sacarosa y 200 mgL⁻¹ de HQC en la solución hidratante. Estos datos muestran claramente la sensibilidad de las hojas al azúcar en una solución hidratante.

Cuadro 19: Porcentaje total de hojas cloróticas en varas de *Lilium* ‘Starfighter’ en soluciones de pulso con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas.

Tratamientos	Porcentaje de hojas cloróticas (%)
0% Azúcar	58.80 B ¹
2% Azúcar	80.29 A
ANVA	** ²
C.V. (%)	13.09 %

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

Un método efectivo para reducir los efectos del etileno es mediante la inhibición de la molécula de etileno a partir de la unión esta con el receptor en la planta. Si el sitio receptor de etileno está ocupado (bloqueado), entonces el etileno no puede unirse a la planta, lo que la hace insensible al etileno. El tiosulfato de plata (TSP) y el 1-metilciclopropeno (1-MCP) son materiales comercialmente disponibles que inhiben la unión de esta molécula a los receptores (Filios y Miller, 2014).

A los 15 días de iniciado el experimento (**Figura 22**), los tratamientos con los inhibidores de etileno mostraron un menor porcentaje de hojas cloróticas (65% en Tiosulfato de plata y 60% en 1-metilciclopropeno) significativamente menor con respecto al tratamiento testigo (82%). Sin embargo se debe mencionar que al octavo día (**Figura 23**), se observó que los tratamientos con Tiosulfato de plata presentaron una cantidad significativamente menor de hojas cloróticas (Tiosulfato de plata + 0 por ciento de azúcar: 3.62% y Tiosulfato de plata + 2 por ciento de azúcar: 19.17%) en comparación al tratamiento testigo (Testigo + 0 por ciento de azúcar: 45.71% y Testigo + 2 por ciento de azúcar: 56.22%). De similar manera Han (2003) observó una rápida coloración amarillenta en las hojas del cultivar ‘Star Gazer’ después de la inclusión de 20 gL⁻¹ de sacarosa y 200 mgL⁻¹ de HQC en la solución hidratante.

También se debe mencionar que a partir del séptimo día los tratamientos que incluyeron Tiosulfato de plata + 2% Azúcar, presentaron esa misma coloración rojiza oscura (**Anexo 28**) junto a la presencia de clorosis en las hojas y los tratamientos con Tiosulfato de Plata + 0 por ciento de azúcar presentaron esta coloración al noveno día.

Esto es probablemente debido a los problemas que existen al utilizar el tiosulfato de plata, ya que puede ser fitotóxico. Aunque en muchos casos, el uso del tiosulfato de plata es más eficaz a concentraciones cercanas al punto de fitotoxicidad. Esta fitotoxicidad se debe a que el ion plata (Ag^+) causa cierto grado de estrés en la planta. Otras investigaciones revelan que la relativa inmovilidad del nitrato de plata, componente del tiosulfato de plata, en el tejido de la planta podría ser la razón para la inducción de la tensión que conduce a alta acumulación de antocianinas (Baird *et al.*, 1984).

Cuadro 20: Inhibidores de etileno, Tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en el porcentaje total de hojas cloróticas en varas de *Lilium* ‘Starfighter’ a los 15 días poscosecha.

Tratamientos	Porcentaje de hojas cloróticas (%)
Testigo	82.62 A ¹
Tiosulfato de plata	65.13 B
1-metilciclopropeno	60.88 B
ANVA	** ²
C.V.(%)	13.09%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, $P < 0.05$)

² Altamente significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

No se presentaron diferencias significativas entre las interacciones de los factores de Azúcar e Inhibidores de etileno, por este motivo se analizaron por separado los factores.

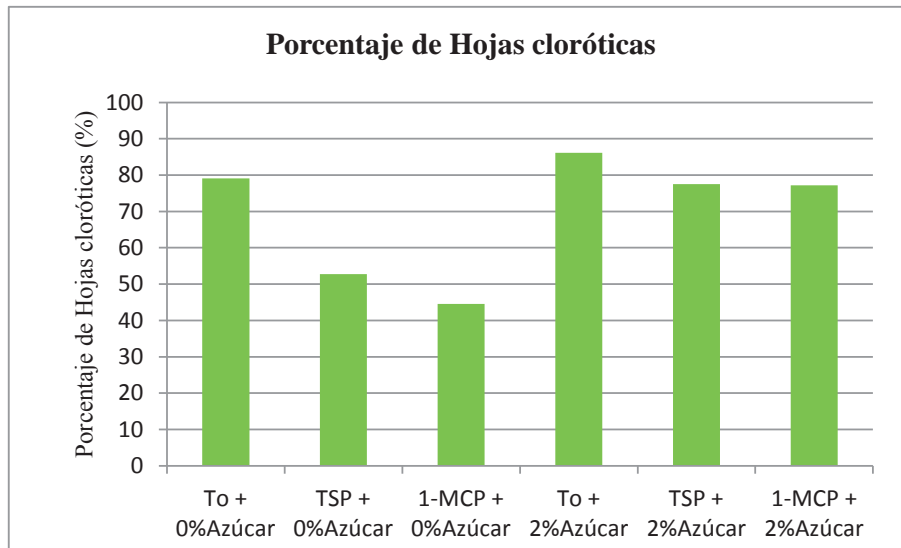


Figura 22. Porcentaje total de hojas cloróticas por tratamiento en varas de *Lilium* 'Starfighter' a los 15 días poscosecha.

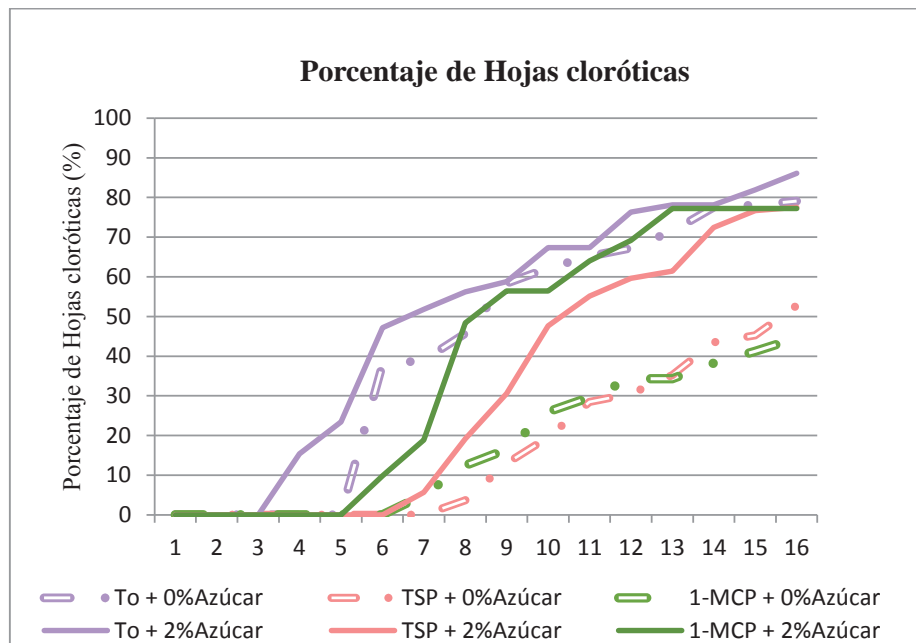


Figura 23. Porcentaje de hojas cloróticas por tratamiento durante los 15 días poscosecha de las varas de *Lilium* 'Starfighter'.

4.2.4. ABSORCIÓN DE AGUA

FACTOR AZÚCAR

Los tratamientos con 2 por ciento de azúcar obtuvieron un promedio significativamente mayor en absorción de agua comparados con los tratamientos sin azúcar (**Cuadro 21**). Los azúcares translocados se acumulan en la flor y aumentan la concentración osmótica y la mejora de su capacidad de absorber agua y mantener su turgencia (Halevy *et al.*, citado por Asrar 2012).

Además de ello, la presencia del amonio cuaternario en la solución actuó como un inhibidor de la población bacteriana que probablemente hubiese resultado en un taponamiento de los tejidos vasculares, tal como lo demuestra el resultado del tratamiento testigo + 0 por ciento azúcar (sin amonio cuaternario), el cual absorbió 194,5 ml; en comparación con su similar testigo + 2 por ciento de azúcar (con amonio cuaternario) el cual absorbió 220 ml (**Figura 24**).

Cuadro 21: Efecto de las soluciones con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas en la absorción de agua de las varas de *Lilium* ‘Starfighter’.

Tratamientos	Absorción de agua (%)
0% azúcar	210.16 B ¹
2% azúcar	244.50 A
ANVA	** ²
C.V. (%)	6.78%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

Los tratamientos con 1-metilciclopropeno obtuvieron una absorción significativamente mayor de agua (246.50 ml) comparados con el tratamiento con tiosulfato de plata (228.25 ml) y el tratamiento testigo (207.25 ml).

Al tener mejores condiciones poscosecha, entre ellas el retraso de la producción de etileno, se obtuvo una mejora en la absorción de agua. Es por ello que los tratamientos con 1-metilciclopropeno obtuvieron una mayor absorción de agua (**Cuadro 22**) debido a su característica de mantener estable a la flor por más tiempo.

Cuadro 22: Inhibidores de Etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en la absorción de agua de las varas de *Lilium* 'Starfighter'.

Tratamientos	Absorción de agua (%)
Testigo	207.25 C ¹
Tiosulfato de plata	228.25 B
1-metilciclopropeno	246.50 A
ANVA	** ²
C.V. (%)	6.78%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

No se presentaron diferencias significativas entre las interacciones de los factores de Azúcar e Inhibidores de Etileno, por este motivo se analizaron por separado los factores.

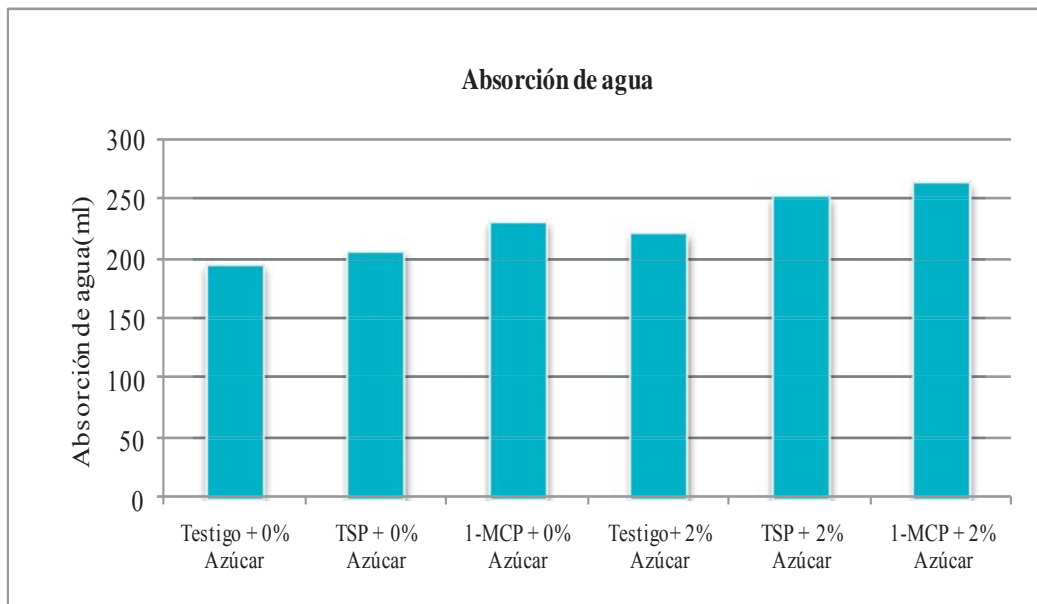


Figura 24. Absorción de agua en varas de *Lilium* 'Starfighter' a los 15 días poscosecha.

4.2.5. PESO FRESCO

FACTOR AZÚCAR

La sacarosa puede tener también un efecto benéfico sobre el mantenimiento de mayor peso fresco en las flores de corte mediante la inducción de cierre de los estomas en las hojas y de esta manera reducir la pérdida de agua (Marousky, citado por Khalid 2012). Esto pudo confirmarse con los resultados obtenidos en este experimento, donde los tratamientos con 2 por ciento de azúcar obtuvieron un porcentaje significativamente mayor de peso fresco final (**Cuadro 23**).

Los efectos del azúcar en la extensión de la vida poscosecha de las flores cortadas se considera que están asociados a la mejora del equilibrio de agua (Ichimura y Shimizu *et al.*; citados por De la Riva, 2011). Se requiere una gran cantidad de carbohidratos solubles para que se abran los botones de la flor, los que actúan como sustrato para las membranas celulares y para la respiración, así como para sus características osmóticas (Downs *et al.*; Paulin y Jamal, citados por De la Riva 2011). Al mantenerse la flor hidratada por más tiempo y alargar su tiempo de vida, mantiene elevados los porcentajes de peso fresco.

Cuadro 23: Efecto de las soluciones de pulso con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas en el porcentaje de peso fresco de las varas de *Lilium* ‘Starfighter’ a los 15 días poscosecha.

Tratamientos	Porcentaje de peso fresco (%)
0% Azúcar	57.03 B ¹
2% Azúcar	66.47 A
ANVA	** ²
C.V. (%)	16.56%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

El Tiosulfato de plata actúa como un antagonista del etileno, reduciendo la producción de éste así como la respiración (Veen, citado por Khalid 2012) y extendiendo la longevidad de las flores (Reid *et al.*, citados por Khalid 2012). Por otra parte, Ichimura y Hismatsu, citados por Asrar (2012), reportaron que la abscisión de las flores cortadas de dogo (*Antirrhinum majus*) se retrasaron por los tratamientos que contuvieron inhibidores de la biosíntesis de etileno tales como 1-metilciclopropeno y tiosulfato de plata. En las varas del *Lilium* ‘Starfighter’ se obtuvo un mayor aumento en su peso final debido a que se mantuvieron adheridos los tépalos de la flor después de que marchitaran, presentando esta característica las flores tratadas con Tiosulfato de plata (Cuadro 24).

Cuadro 24: Inhibidores de etileno, Tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno en el porcentaje de peso fresco de las varas de *Lilium* ‘Starfighter’ a los 15 días poscosecha.

Tratamientos	Porcentaje de peso fresco (%)
Testigo	57.54 B ¹
Tiosulfato de plata	70.05 A
1-metilciclopropeno	57.69 B
ANVA	** ²
C.V.(%)	16.56%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

No se presentaron diferencias significativas entre las interacciones de los factores de Azúcar e Inhibidores de etileno, por este motivo se analizaron por separado los factores.

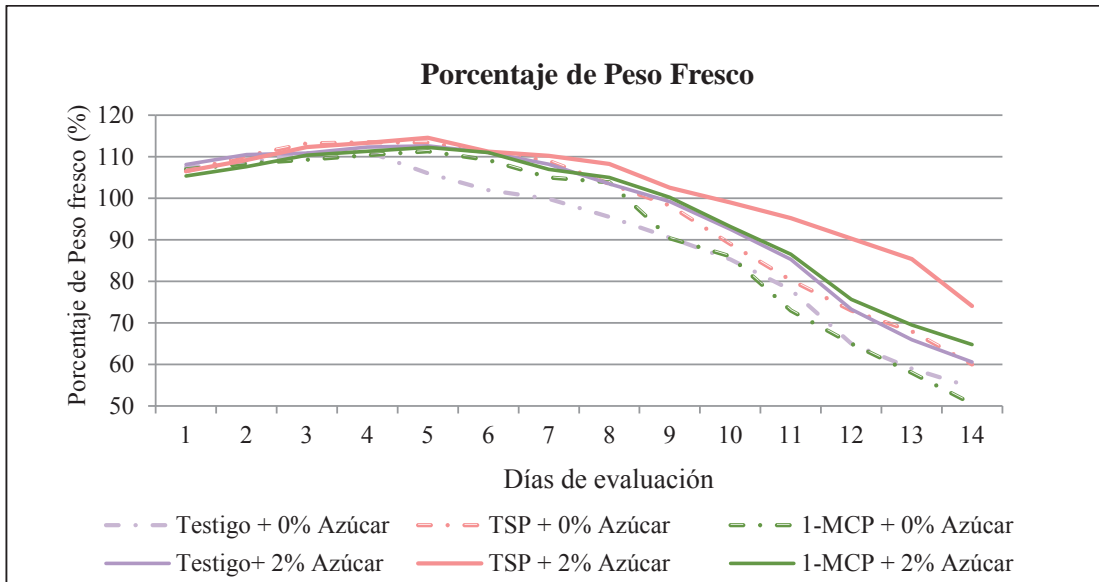


Figura 25. Variación de peso fresco durante los 15 días de poscosecha de las varas de *Lilium* ‘Starfighter’.

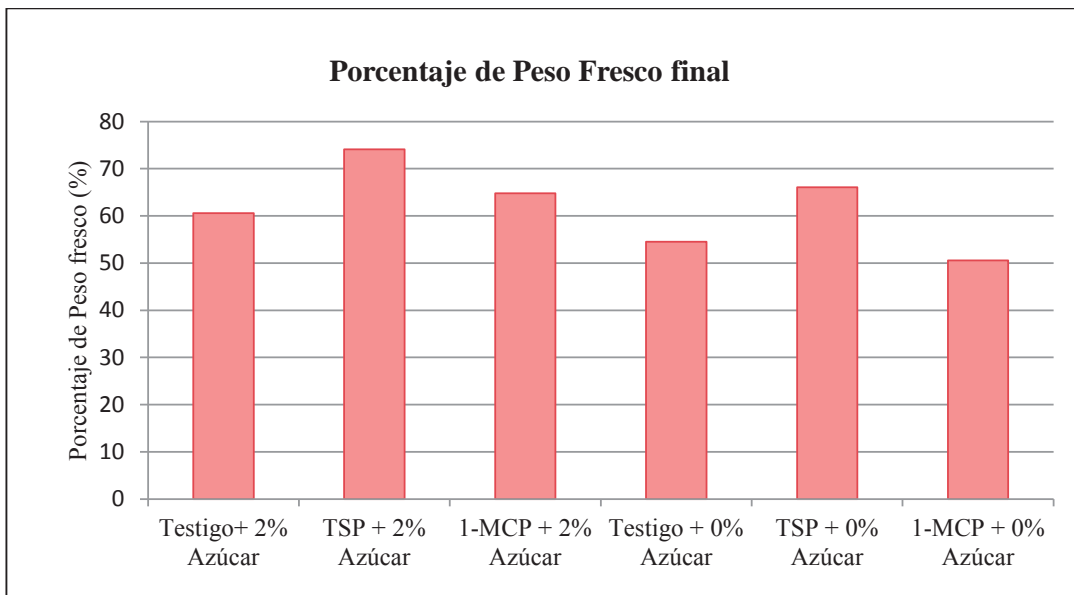


Figura 26. Porcentaje de peso fresco final en varas de *Lilium* ‘Starfighter’ a los 15 días poscosecha.

4.1.6. ABSCISIÓN DE TÉPALOS

FACTOR AZÚCAR

Se obtuvieron resultados similares a los obtenidos con el cultivar ‘Advantage’, sin diferencias significativas entre los niveles del factor Azúcar para la variable abscisión de tépalos. Como se mencionó anteriormente, la aplicación de sacarosa exógena promueve la apertura de las flores de corte, retrasa la senescencia mas no tienen influencia en la abscisión de los pétalos (Arrom y Munne-Bosch, 2012).

Cuadro 25: Efecto de las soluciones de pulso con 0 y 2 por ciento de azúcar por 18 horas en la abscisión de tépalos de las varas de *Lilium* ‘Starfighter’.

Tratamientos	Porcentaje promedio de abscisión de tépalos
0% Azúcar	35,55A ¹
2% Azúcar	34,56A
ANVA	n.s. ²
C.V. (%)	16.89 %

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² No significativo

FACTOR INHIBIDORES DE ETILENO

Se presentó un menor porcentaje de abscisión con los tratamientos con Tiosulfato de plata, similares resultados al cultivar ‘Advantage’, probablemente debido a la característica de este producto que es usado para evitar la caída de los órganos de las plantas en maceta (Cameron y Reid, mencionados por Joyce *et al.*, 1990).

Cuadro 26: Inhibidores de etileno, tiosulfato de plata y 1-metilciclopropeno de las varas de *Lilium* ‘Starfighter’.

Tratamientos	Porcentaje promedio de abscisión de tépalos
Testigo	49.91A ¹
Tiosulfato de plata	5.92 B
1-metilciclopropeno	49.33A
ANVA	** ²
C.V. (%)	16.89%

¹ Valores con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey, P<0.05)

² Altamente significativo

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES AZÚCAR E INHIBIDORES DE ETILENO

No se presentaron diferencias significativas entre las interacciones de los factores de Azúcar e Inhibidores de etileno, por este motivo se analizaron por separado los factores.

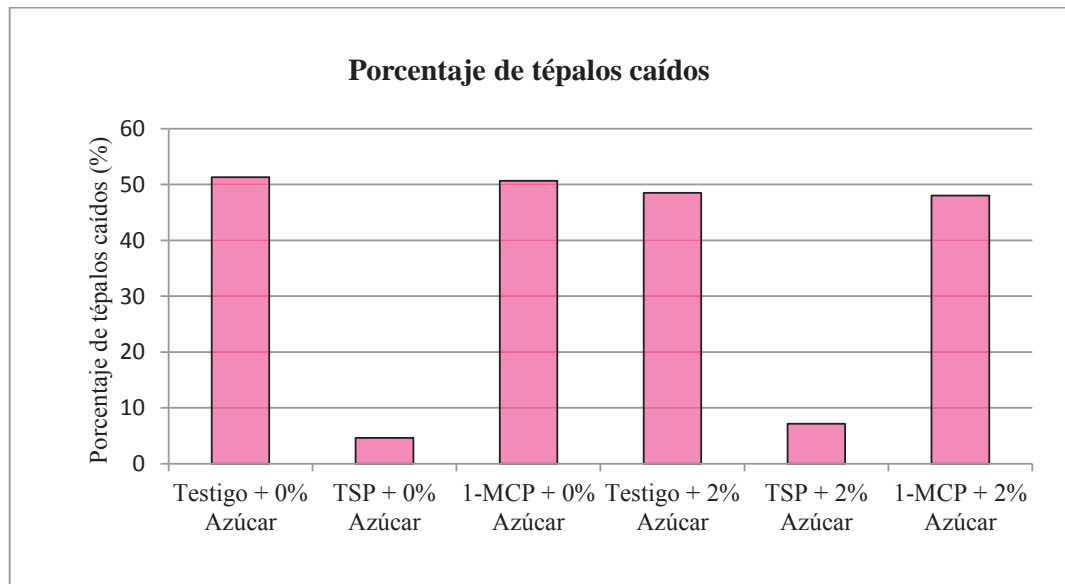


Figura 27. Porcentaje total de tépalos caídos por tratamiento en varas de *Lilium* 'Starfighter' a los 15 días poscosecha.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en las cuales se efectuó el experimento se concluye:

1. Las soluciones al 2 por ciento de azúcar, con un tiempo de inmersión de 18 horas, lograron promover la apertura total en la mayoría de las varas florales de los *Lilium* 'Advantage' y 'Starfighter'; incluso, logrando también, retrasar la senescencia de las flores.
2. El 1-metilciclopropeno fue más efectivo en retrasar la senescencia de las flores de *Lilium* para el cultivar 'Advantage'. Caso contrario en el cultivar 'Starfighter' donde el tratamiento con tiosulfato de plata fue el que logró mejores resultados en días a inicio de senescencia.
3. El porcentaje de hojas cloróticas fue mayor en los tratamientos con azúcar para ambos cultivares.
4. Los tratamientos con tiosulfato de plata lograron un menor porcentaje de clorosis en ambos cultivares al último día de evaluación del experimento; sin embargo, las varas tratadas con 1-metilciclopropeno lograron un menor porcentaje de hojas cloróticas durante la primera semana de duración del experimento.
5. La mayor absorción de agua se dio en aquellos tratamientos con azúcar para ambos cultivares y en aquellos tratados con 1-metilciclopropeno. Sin embargo, para el cultivar 'Advantage', la absorción de agua se vio influenciada por la interacción de los factores Azúcar e Inhibidores de etileno, siendo la combinación de la solución con 2 por ciento de Azúcar + 1-metilciclopropeno, los que obtuvieron mejores resultados. Para el cultivar 'Starfighter' ambos factores fueron analizados por separados, aunque con resultados similares, los tratamientos que tuvieron la combinación de azúcar y 1-metilciclopropeno lograron una mayor absorción de agua independientemente.

6. Los tratamientos con azúcar también obtuvieron un mayor porcentaje de peso fresco relativo al lograr retrasar la senescencia en las varas florales y mejorar la absorción de agua en ambos cultivares.
7. Los tratamientos con tiosulfato de plata mostraron un mayor peso fresco final debido, principalmente, a la adhesión que presentaban los tépalos en ambos cultivares al final de su periodo poscosecha.

VI. RECOMENDACIONES

En función a los resultados obtenidos se recomienda:

1. Probar diferentes concentraciones de tiosulfato de plata para evaluar la eficacia del producto y evitar los síntomas de fitotoxicidad.
2. Realizar mayor investigación de los productos mencionados en otros cultivares de *Lilium*.
3. Probar el efecto de la aplicación de hormonas (giberelinas) para contrarrestar el efecto de los productos para la clorosis de las hojas.
4. Considerar las temperaturas durante el proceso de poscosecha, en especial durante la aplicación de los productos químicos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abril, J. 1991. La postcosecha de flor cortada. Utilización de soluciones conservación (en línea). Hortofrutícola 9:74-77. Consultado 2 dic 2015.
Disponible en
http://www.acyja.com/documentos/Publicaciones/Revistas_Ana/La%20postcosecha%20de%20flor%20cortada.pdf
2. ANDINA-Agencia Peruana de Noticias. 2013. Consultado 1 dic 2015.
Disponible en <http://www.andina.com.pe/agencia/>
3. Arrom, L; Munne-Bosch, S. 2012. Hormonal changes during development in floral tissues of *Lilium* (en línea). Planta 236(2):343-354. Consultado 5 dic. 2015. Disponible en
https://www.researchgate.net/publication/221863364_Hormonal_changes_during_flower_development_in_floral_tissues_of_Lilium
4. Arrom, L; Munne-Bosch, S. 2012. Hormonal changes during development in floral tissues of *Lilium* (en línea). Planta 236(2):343-354. Fuente original: O'Neill. 1997. Pollination regulation of flower development. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol 48:547–574. Consultado 5 dic. 2015. Disponible en
https://www.researchgate.net/publication/221863364_Hormonal_changes_during_flower_development_in_floral_tissues_of_Lilium
5. Arrom, L; Munne-Bosch, S. 2012. Hormonal changes during development in floral tissues of *Lilium* (en línea). Planta 236(2):343-354. Fuente original: Rubinstein, B. 2000. Regulation of cell death in flower petals. Plant Mol Biol 44:303–318. Consultado 5 dic. 2015. Disponible en
https://www.researchgate.net/publication/221863364_Hormonal_changes_during_flower_development_in_floral_tissues_of_Lilium
6. Asrar, A. 2012. Effects of some preservative solutions on vase life and keeping quality of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) cut flowers (en línea). Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 11(1):29–35. Consultado 20 set. 2015. Disponible en
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X11000373>

7. Azcon-Bieto, J; Talon, M. 2008. Fundamentos de Fisiología Vegetal. 2ed. Interamericana. McGraw-Hill, Madrid.
8. Baird, L; Reid, M; Webstar, B. 1984. Anatomical and physiological effects of silver thisulphate on ethylene-induced abscission in *Coleus*. J Plant Growth Regul. 3:217-225.
9. Balaguera, H; Salamanca, F; García, J; Herrera, A. 2014. Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas (en línea). Una revisión. Rev. Colomb. Cienc. Hortic. 8(2):302-313. Consultado 1 ago. 2015. Disponible en http://www.sci.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732014000200012&lng=en&nrm=iso
10. Battelli, R. 2010. Physiological and molecular aspects of flower senescence in *Lilium longiflorum* (en línea). Ph.D Tesis. Italia. Universidad of Tuscia. p30-32. Fuente original: Eason, J; de Vré, L; Somerfield, S; Heyes, J. 1997. Physiological changes associated with *Sandersonia aurantica* flower senescence in response to sugar. Postharvest Biology and Technology 12, 43-50. También en: Programmed cell death during flower senescence: isolation and characterization of cysteine proteinases from *Sandersonia aurantica*. Funct. Plant Biol. 29, 1055-1064. Consultado 10 may. 2015. Disponible en http://dspace.unitus.it/bitstream/2067/991/1/rbattelli_tesid.pdf
11. Battelli, R. 2010. Physiological and molecular aspects of flower senescence in *Lilium longiflorum* (en línea). Ph.D Tesis. Italia. Universidad of Tuscia. p.30-32. Fuente original: Rolland, F; Moore, B; Sheen, J. 2002. Sugar sensing and signalling in plants. The Plant Cell 14(Suppl.), S185-S205. Consultado 10 may. 2015. Disponible en http://dspace.unitus.it/bitstream/2067/991/1/rbattelli_tesid.pdf
12. Battelli, R. 2010. Physiological and molecular aspects of flower senescence in *Lilium longiflorum* (en línea). Ph.D Tesis. Italia. Universidad of Tuscia.30-32p. Fuente original: Yamada, T; Takatsu, Y; Manabe, T; Kasumi, M; Marubashi, W. 2003. Suppressive effect of trehalose on apoptotic cell death leading to petal senescence in ethylene-insensitive flowers of gladiolus. Plant Science 164, 213-221. Consultado 10 may. 2015. Disponible en http://dspace.unitus.it/bitstream/2067/991/1/rbattelli_tesid.pdf

13. Battelli, R. 2010. Physiological and molecular aspects of flower senescence in *Lilium longiflorum* (en línea). Ph.D Tesis. Italia. Universidad of Tuscia.p.30-32. Fuente original: Hoeberichts, F; Van Doorn, W; Vorst, O; Hall, R; Van Wordragen, M. 2007. Sucrose prevents up-regulation of senescence-associated genes in carnation petals. *Journal of Experimental Botany* 58: 2873-2875. Consultado 10 may. 2015. Disponible en http://dspace.unitus.it/bitstream/2067/991/1/rbattelli_tesid.pdf
14. Battelli, R. 2010. Physiological and molecular aspects of flower senescence in *Lilium longiflorum* (en línea). Ph.D Tesis. Italia. Universidad of Tuscia.30-32p. Fuente original: Azad, A; Ishikawa, T; Ishikawa, T; Sawa, Y; Shibata, H. 2008. Intracellular energy depletion triggers programmed cell death during petal senescence in tulip. *Journal of Experimental Botany*. 59:2085-2095. Consultado 10 may. 2015. Disponible en http://dspace.unitus.it/bitstream/2067/991/1/rbattelli_tesid.pdf
15. Battelli, R. 2010. Physiological and molecular aspects of flower senescence in *Lilium longiflorum*. Ph.D Tesis. Italia. Universidad of Tuscia. p30-32. Consultado 10 may. 2015. Disponible en http://dspace.unitus.it/bitstream/2067/991/1/rbattelli_tesid.pdf
16. Blankenship, S. 2001. Ethylene Effects and the Benefits of 1-MCP (en línea). *Perishables Handling Quarterly*. no 108:1-5. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-94.pdf>
17. Blankenship, S; Dole, J. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review (en línea). *Postharvest Biology and Technology*. 28:1-25. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://www.lunuo.com.cn/english/1-Methylcyclopropene%20a%20review.pdf>
18. Cameron, A; Reid, M. 1981. The use of silver thiosulfate anionic complex as a foliar spray to prevent flower abscission of *Zygocactus*. *HortScience* 16:761–762.
19. Cameron, A; Reid, M. 1983. Use of silver thiosulfate to prevent flower abscission from potted plants. *Scientia Hort.* 19:373-378.
20. Celikel, F; Dodge, L; Reid, M. 2002. Efficacy of 1-MCP (1-methylcyclopropene) and Promalin for extending the post-harvest life of Oriental lilies (*Lilium* x ‘Mona Lisa’ and ‘Stargazer’) (en línea). *Scientia Horticulturae* 93: 149-155. Fuente original: Prince, T; Cunningham, M; Peary, J.

1987. Floral and foliar quality of potted Easter lilies after STS or phenidone application, refrigerated storage, and simulated shipment. *Soc. Hortic. Sci.* 123: 563-568. Consultado 1 ago. 2015.
 Disponible en <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-844.pdf>
21. Celikel, F; Dodge, L; Reid, M. 2002. Efficacy of 1-MCP(1-methylcyclopropene) and Promalin for extending the post-harvest life of Oriental lilies (*Lilium x* 'Mona Lisa' and 'Stargazer') (en línea). *Scientia Horticulturae.* 93: 149-155. Consultado 1 ago. 2015.
 Disponible en <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-844.pdf>
22. Chiriboga, M; Soria, Y; Larrigaudière, C; Recasens, I. 2008. Aplicación poscosecha de 1-metilciclopropeno en peras (en línea). *ITEA.* 14(1): 12-30. Consultado 20 set. 2015.
 Disponible en
http://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/1230/1/10532-1074_2.pdf
23. Cubillos, E; Melina, V; Julio, V; Fischer, G. 2001. Efecto de inhibidores de etileno en la longevidad floral del clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) como probables sustitutos del tiosulfato de plata (STS) (en línea). *Agronomía Colombiana.* 18 (1-2): 7-13. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/24525/1/21712-74319-1-PB.pdf>
24. De la Riva, F. 2011. Cut flowers postharvest and environment (en línea). *IDESIA.* 29(3): 125-130. Consultado 20 set. 2015. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292011000300019
25. De Stigter, H. 1981. Effects of glucose with 8-hydroxyquinoline sulfate or aluminum sulfate on the water balance of cut 'Sonia' roses (en línea). *Z. Pflanzenphysiol.* 101: 95-105. Consultado 15 jul. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044328X8180044X>
26. Figueroa, I; Colinas, M; Mejía, J; Ramírez, F. 2005. Cambios fisiológicos en postcosecha de dos cultivares de rosa con diferente duración en florero (en línea). *Serie: Ciencia e Investigación Agraria.* 32(3): 209-219. Consultado 07 jun. 2015. Disponible en <http://www.rcia.uc.cl/index.php/rcia/article/view/1301/1024>
27. Filios, P; Miller, W. 2014. Postproduction of Bedding Plants: A Focus on Ethylene (en línea). p 14-16. Consultado 20 set. 2015. Disponible en

http://www.gpnmag.com/sites/default/files/08_ethylene_gpn0414.pdf

28. Fuentes, C. 2009. Efectividad de la aplicación de giberelina 4+7 y benciladenina en la calidad de poscosecha de *Lilium* (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Santiago-Chile. 16p. Universidad de Chile. Fuente original: Nowak, J; Mynett, K. 1985. The effects of growth regulators on postharvest characteristics of cut *Lilium* 'Prima' inflorescences. *Acta Horticulturae*. 414: 277-285. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112427/Tesis%20final%20Lilium.pdf?sequence=1>
29. Fuentes, C. 2009. Efectividad de la aplicación de giberelina 4+7 y benciladenina en la calidad de poscosecha de *Lilium* (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Santiago-Chile. 16p. Universidad de Chile. Fuente original: Song, C; Bang, C; Kim Y; Chung, S. 1996. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life and flower quality of asiatic hybrid Lily. *Acta Horticulturae*. 414: 109-116. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112427/Tesis%20final%20Lilium.pdf?sequence=1>
30. Fuentes, C. 2009. Efectividad de la aplicación de giberelina 4+7 y benciladenina en la calidad de poscosecha de *Lilium* (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Santiago-Chile. 16p. Universidad de Chile. Fuente original: Villaseca, M. 2005. Postcosecha de *Alstroemeria* var. "Irena": Determinación de la tasa respiratoria y efecto de la aplicación de etileno. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 51p. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112427/Tesis%20final%20Lilium.pdf?sequence=1>
31. Fuentes, C. 2009. Efectividad de la aplicación de giberelina 4+7 y benciladenina en la calidad de poscosecha de *Lilium* (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Santiago-Chile. p16. Universidad de Chile. Fuente original: Verdugo, G; Biggi, M; Montesinos, A; Soriano, C; Chaín, G. 2006. Manual de poscosecha de flores cortadas. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Fundación para la Innovación Agraria. Chile. p74. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112427/Tesis%20final%20Lilium.pdf?sequence=1>

32. García, C. 2012. Nitrógeno, calcio y magnesio y su relación con el desarrollo, calidad y estado nutrimental en *Lilium* híbrido oriental Casablanca (en línea). Dr en Ciencias Horticultura. Estado de México. Universidad Autónoma Chapingo. 4-5 p. Consultado 02 jun. 2015. Disponible en <http://www.chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISDCH2012042607126561.pdf>
33. Guillén, F. 2009. 1-MCP como estrategia de conservación (en línea). Horticultura internacional. no.69:18. Consultado 20 set. 2015. Disponible en http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra09/18_25.pdf
34. Han, S. 2003. Role of sugar in the Vase Solution on Postharvest Flower and Leaf Quality of Oriental Lily ‘Stargazer’ (en línea). HortScience 38(3): 412-416. Fuente original: Song, C; Bang, S; Chung, Y; Kim, D; Lee; Lee, J. 1996. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life and flower quality of Asiatic hybrid lily. Acta Hort. 414:277-285. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://hortsci.ashspublications.org/content/38/3/412.full.pdf>
35. Hunter, D; Ferranteb, A; Vernierib, P; Reida, M. 2004. Role of abscisic acid in perianth senescence of daffodil (*Narcissus pseudonarcissus* ‘Dutch Master’) (en línea). Fuente original: Lay-Yee, M; Stead, A; Reid, M.1992. Flower senescence in daylily (*Heemerocallis*). Physiol Plantarum 86: 308–314. Consultado 06 jun. 2016. Disponible en <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-837.pdf>
36. Hunter, D; Ferranteb, A; Vernierib, P; Reida, M. 2004. Role of abscisic acid in perianth senescence of daffodil (*Narcissus pseudonarcissus* ‘Dutch Master’) (en línea). Fuente original: Panavas, T; Walker, E; Rubinstein, B. 1998. Possible involvement of abscisic acid in senescence of daylily petals. J Exp Bot 49: 1987–1997. Consultado 06 jun. 2016. Disponible en <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-837.pdf>
37. Hutchinson, M; Chebet, D; Emongor, V. 2003. Effect of accel, sucrose and silver thiosulphate on the water relations and postharvest physiology of cut tuberose flowers. African Crop Science Journal. 11(4): 279-287. Consultado 20 abr. 2016. Disponible en <http://www.ajol.info/index.php/acsj/article/download/27578/29976>
38. Ichimura, K; Kojima, K; Goto, R. 1999. Effects of temperature, 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers (en línea). Postharvest Biol. Technol. 15:33-40. Consultado 03 jun. 2015.

Disponible en

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521498000635>

39. Jayalakshmi, N; Saraswathi, K; Vijaya, B; Prasad, D; Suresh, R. 2012. Morphological variations with enhanced accumulation of anthocyanins in *Malva sylvestris* L. with accumulation of silver nitrate treatment (en línea). Journal of Plant Sciences. 7:23-31. Consultado 20 set. 2015.
Disponible en <http://scialert.net/abstract/?doi=jps.2012.23.31>
40. Jiang, Y; Liang, G; Yang, S; Yu, D. 2014. Arabidopsis WRKY57 Functions as a Node of Convergence for Jasmonic Acid– and Auxin-Mediated Signaling in Jasmonic Acid–Induced Leaf Senescence (en línea). The Plant Cell. 26(1):230-245. Consultado 29 feb. 2016. Disponible en <http://www.xtbg.ac.cn/xwzx/kydt/201401/P020140121367361283125.pdf>
41. Joyce, D; Reid, M; Evans, R.1990. Silver Thiosulfate Prevents Ethylene induced Abscission in Holly and Mistletoe (en línea). Hortscience. 25(1):90-92. Consultado 5 dic. 2015. Disponible en <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-1022.pdf>
42. Karder, A. 2002. Biología y tecnología postcosecha: un panorama. En: Kader, A. (Ed). Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas. 3. ed. Univ. de California. p 43-53.
43. Khalid, M.2012. Evaluation of several holding solutions for prolonging vase-life and keeping quality of cut sweet pea flowers (*Lathyrus odoratus* L.) (en línea). King Saud University. Saudi Arabia. Consultado 07 jun. 2015. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3730932/#>
44. Khalid, M. 2012. Evaluation of several holding solutions for prolonging vase-life and keeping quality of cut sweet pea flowers (*Lathyrus odoratus* L.) (en línea). King Saud University. Saudi Arabia. Fuente original: Marousky, F. 1972. Water relations, effects of floral preservatives on bud opening and keeping quality of cut flowers. Hort. Sci. 1972;7:114–116. Consultado 07 jun. 2015. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3730932/#>
45. Koopman, P; Boelaarts, E. 1996. Cultivating lilies for cut flower production: material for horticultural colleges and student. International Flower Bulb Centre. p.45.
46. Lee, J; Pena, M; Nose, Y; Thiele, D. 2002. Biochemical characterization of a human copper transporter. Journal of Biological Chemistry 277:

4380-4387.

47. Loyola, N; Guzmán, S. 2009. Evaluación en poscosecha de *Lisianthus (Eustoma grandiflorum)* cv. 'Heidi', destinado como flor de corte al mercado local (en línea). IDESIA 27: 61-70. Consultado 20 set. 2015. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292009000200008
48. Mayak, S; Halevy, A. 1972. Interrelationships of ethylene and abscisic acid in the control of rose petal senescence. *Plant Physiol.* 50:341–346.
49. Mayak, S; Halevy, A; Sagie, S; Bar-Yoseph, A; Bravdo, B. 1974. The water balance of cut rose flowers. *Physiology Plantarum.* 31: 15-22.
50. Mayak, S; Dilley, D. 1976. Regulation of senescence in carnation (*Dianthus caryophyllus*): effect of abscisic acid and carbon dioxide on ethylene production. *Plant Physiol.* 58:663–665.
51. Mensuali-Sodi, A; Ferrante, A; Tognoni, F; Serra, G. 2005. Inhibitors of ethylene action and biosynthesis on cut carnation. *Agr. Med.* Vol. 135,161-165.
52. Montesinos, A; Verdugo, G; Zarate, F; Erices, Y; Gonzales, A; Barbosa, P; Biggi, M. 2007. Producción de flores cortadas V Región (en línea). Manuales FIA de Apoyo a la Formación de Recursos Humanos para la Innovación Agraria. Chile. p36. Consultado 02 set. 2015. Disponible en http://www.indap.gob.cl/sites/default/files/produccion_flores_cortadas_v_reg.pdf
53. Nell, T. 1992. Taking silver safely out of the longevity picture. *Groven Talks Magazine.* June 92. p.23-26.
54. North American Lily Society. 2015. Types of Lilies (en línea). Consultado 08 jun. 2015. Disponible en <http://www.lilies.org/culture/types-of-lilies/>
55. Nowak, J; Mynett, K. 1985. The effect of sucrose, silver thiosulphate and 8-hydroxyquinoline citrate on the quality of *Lilium* Inflorescences cut at the bud stage and stored at low Temperature (en línea). *Scientia Horticulturae*, 25: 299-302. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304423885901281>
56. Nowak, J; Goszczynska, D; Rudnicki, R. 1991. Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. *Postharvest News Inf.* 2:255-260.

57. Pardo, F; Flórez, V. 2011. Estado del arte de la poscosecha de flores de corte en Colombia. En: Flórez, V. (Ed.). Avances sobre fisiología de la producción de flores de corte en Colombia (en línea). Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia, p109-131. Consultado 10 ago. 2015. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/269995957_Estado_del_arte_de_la_poscosecha_de_flores_de_corte_en_Colombia
58. Paulin, A.1997. Poscosecha de las Flores Cortadas. Bases Fisiológicas. 2. ed. Bogotá, Colombia. Hortitecnia. p 100-121.
59. Puentes, G; Sandoval, R; Sanabria, N. 2013. Desarrollo poscosecha de lirios (*Lilium spp.*) producidos en Duitama-Boyacá y la determinación del punto de corte (en línea). Rev. Investig. Desarro. Innov. 3(2): 111-119. Consultado 05 jun. 2015. Disponible en http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_duitama/article/download/2165/2109
60. Rabiza-Świder, J; Skutnik, E; Jędrzejuk, A; Ratuszesk, M. 2015. Effect of postharvest treatments on the longevity of cut inflorescences of ‘Rialto’ oriental lily (en línea). Folia Horticulturae. 27: 161-168. Fuente original: Gao, Y; Wu, S. 1990. Studies on physiological changes and senescence of cut roses during vase life. Acta Hort. Sci. 17: 71-75. Consultado 15 may. 2016. Disponible en [http://www.degruyter.com/dg/viewarticle.fullcontentlink:pdfeventlink/\\$002fj\\$002ffhort.2015.27.issue-2\\$002ffhort-2015-0026\\$002ffhort-2015-0026.pdf?t:ac=j\\$002ffhort.2015.27.issue-2\\$002ffhort-2015-0026\\$002ffhort-2015-0026.xml](http://www.degruyter.com/dg/viewarticle.fullcontentlink:pdfeventlink/$002fj$002ffhort.2015.27.issue-2$002ffhort-2015-0026$002ffhort-2015-0026.pdf?t:ac=j$002ffhort.2015.27.issue-2$002ffhort-2015-0026$002ffhort-2015-0026.xml)
61. Rabiza-Świder, J; Skutnik, E; Jędrzejuk, A; Ratuszesk, M. 2015. Effect of postharvest treatments on the longevity of cut inflorescences of ‘Rialto’ oriental lily (en línea). Folia Horticulturae. 27: 161-168. Fuente original: Song, C; Bang, C; Chung, S; Kim, Y; Lee, J; Lee, D. 1996. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life and flower quality of Asiatic hybrid lily. Acta Hort. 414: 277-285. Consultado 15 may. 2016. Disponible en [http://www.degruyter.com/dg/viewarticle.fullcontentlink:pdfeventlink/\\$002fj\\$002ffhort.2015.27.issue-2\\$002ffhort-2015-0026\\$002ffhort-2015-0026.pdf?t:ac=j\\$002ffhort.2015.27.issue-2\\$002ffhort-2015-0026\\$002ffhort-2015-0026.xml](http://www.degruyter.com/dg/viewarticle.fullcontentlink:pdfeventlink/$002fj$002ffhort.2015.27.issue-2$002ffhort-2015-0026$002ffhort-2015-0026.pdf?t:ac=j$002ffhort.2015.27.issue-2$002ffhort-2015-0026$002ffhort-2015-0026.xml)

62. Rabiza-Świder, J; Skutnik, E; Chodorska, M. 2012. The effect of growth regulators on senescence of cut oriental lily 'Helvetia'. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* 11(5): 183-194.
63. Ranwala, A; Miller, W. 2002. Effects of gibberellin treatments on flower and leaf quality of cut hybrid lilies. *Acta Hort.* 570, 205–210. Consultado 04 jun. 2016. Disponible en http://wwwlib.teiep.gr/images/stories/acta/Acta%20570/570_24.pdf
64. Reid, M; Kofranek, A. 1980. Postharvest physiology of cut flowers (en línea). *Chronica Horticulturae.* 20(2): 25-27. Consultado 01 jun. 2015. Disponible en <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-963.pdf>
65. Reid, M; Evans, R; Dodge, L. 1980. Ethylene and silver thiosulphate influence opening of cut rose flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 114 (3): 436–440
66. Reid, M. 2009. Postcosecha y Manejo de las Flores de Corte (en línea). Ediciones Horti Tecnia Ltda, Bogotá, Colombia. p38. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-1905.pdf>
67. Reid, M; Jiang, C-Z. 2012. Postharvest Biology and Technology of Cut Flowers and Potted Plants (en línea). *Horticultural Reviews.*40: 1-54. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-2469.pdf>
68. Replicarán buenas prácticas de Holanda (en línea). 2014. *Perú Exporta* no 388:24. Consultado 03 mar. 2015. Disponible en http://issuu.com/adex_1/docs/per___exporta_388/26
69. Rivero, M; Quiroga, M. 2010. ¿Es el 1-MCP (1-metilciclopropeno) una alternativa al uso del dióxido de azufre en conservación de uva de mesa? (en línea). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha.* 11(1): 8-17. Consultado 15 jul. 2015. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/813/81315093003.pdf>
70. Rodriguez, F, Esch, J; Hall, A; Binder B; Schaller, G; Bleecker, A. 1999. A copper cofactor for the ethylene receptor ETR1 from *Arabidopsis*. *Science* 12: 996-998.
71. Rostami, F; Akbar, A. 2010. The effect of silver thiosulfate (STS) on chlorophyll content and the antioxidant enzymes activity of potato (*Solanum tuberosum* L.) (en línea). *Journal of Cell and Molecular Research.* 2(1):29-34. Consultado 20 set. 2015. Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/267629951_The_effect_of_silver_thio_sulfate_STS_on_chlorophyll_content_and_the_antioxidant_enzymes_activity_of_potato_Solanum_tuberosum_L

72. Serek, M; Sisler, E; Reid, M. 1995. Effects of 1-MCP on the vase life and ethylene response of cut flowers (en línea). *Plant Growth Regulation*. 16: 93-91. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-938.pdf>
73. Serek, M; Reid, M. 1997. Use of growth regulators for improving postharvest quality of ornamentals (en línea). *Perishable Handling Quarterly*. 92:7-9. Consultado 01 may. 2015. Disponible en <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-203.pdf>
74. Schippers, J; Jing, H; Hille, J; Dijkwel, P. 2007. Developmental and hormonal control of leaf senescence (en línea). Oxford: Blackwell Publishing. p145–170. Consultado 29 feb 2016. Disponible en http://www.rug.nl/research/portal/files/10388940/01_c1.pdf
75. Schippers, J; Jing, H; Hille, J; Dijkwel, P. 2007. Developmental and hormonal control of leaf senescence (en línea). Oxford: Blackwell Publishing. p145–170. Fuente original: Fletcher, R; Osborne, D. 1965. Regulation of protein and nucleic acid synthesis by gibberellin during leaf senescence. *Nature*. 207: 1176–1177. Consultado 29 feb 2016. Disponible en http://www.rug.nl/research/portal/files/10388940/01_c1.pdf
76. Shoji, K; Addicott, F; Swets, W. 1951. Auxin in relation to leaf blade abscission. *Plant Physiology*. 26: 189–191.
77. Sisler, E; Dupille, E.; Serek, M. 1996. Effects of 1-methylcyclopropene and methylcyclopropene on ethylene binding and ethylene action on cut carnation. *Plant Growth Regulation*, 18, 79-86.
78. Sisler, E; Serek, M. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiologia Plantarum*, 100, 577-582.
79. Song, C; Bang, C; Chung, S; Kim, Y; Lee, J; Lee, D. 1996. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life and flower quality of Asiatic hybrid lily. *Acta Hort*. 414: 277-285. Consultado 15 may. 2016. Disponible en [http://www.degruyter.com/dg/viewarticle.fullcontentlink:pdfeventlink/\\$002fj\\$002ffhort.2015.27.issue-2\\$002ffhort-2015-0026\\$002ffhort-2015-](http://www.degruyter.com/dg/viewarticle.fullcontentlink:pdfeventlink/$002fj$002ffhort.2015.27.issue-2$002ffhort-2015-0026$002ffhort-2015-)

0026.pdf?t:ac=j\$002ffhort.2015.27.issue-2\$002ffhort-2015-0026\$002ffhort-2015-0026.xml

80. Taiz, L; Zeiger, E. 2006. Fisiología vegetal. Plant Physiology. 3rd ed. Vol:1.
81. Tecnología Química y Comercio S.A. 2015. Ficha técnica EXQUAT ® 50 (en línea). Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://www.tqc.com.pe/imagenes/descargas/122-tqc.pdf>
82. Tian, M; Prakash, S; Elgar, H; Young, H; Burmeister, D; Ross, G. 2000. Responses of strawberry fruit to 1-methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene. *Plant Growth Regul.* 32, 83–90.
83. Toppi, L; Gabbrielli, R. 1999. Response to cadmium in higher plants. *Environmental and Experimental Botany* 41: 105-130.
84. Van Alvorst, A; Bovy, A. 1995. The role of ethylene in the senescence of carnation flowers, a review (en línea). *Plant Growth Regulation* 16: 43-53. Consultado 07 jun. 2015. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00040506#page-1>
85. Van der Meulen-Muisers, J; van Oeveren, J; van der Plas, L; van Tuyl, J. 2001. Postharvest flower development in Asiatic hybrid lilies as related to tepal carbohydrate status (en línea). *Postharvest Biology and Technology.* 21:201–211. Consultado 20 set. 2015. Disponible en http://www.liliumbreeding.nl/postharvest_lilium.pdf
86. Van Doorn, W. 1997. Effects of pollination on floral attraction and longevity (en línea). *Journal of Experimental Botany* 48:1615–1622. Consultado 03 may. 2015. Disponible en <http://jxb.oxfordjournals.org/content/48/9/1615.full.pdf>
87. Van Doorn, W. 2001. Categories of petal senescence and abscission: a re-evaluation (en línea). *Annals of Botany.* 87:447–456. Consultado 03 may. 2015. Disponible en <http://aob.oxfordjournals.org/content/87/4/447.full.pdf>
88. Van Doorn, W. 2004. Is senescence due to sugar starvation? (en línea). *Plant Physiol.* 134: 35-42. Consultado 10 may. 2015. Disponible en <http://www.plantphysiol.org/content/134/1/35.full>
89. Van Doorn, W; Woltering, E. 2008. Physiology and molecular biology of petal senescence (en línea). *Journal of Experimental Botany.* 59:453-480. Consultado 10 may. 2015. Disponible en <http://jxb.oxfordjournals.org/content/59/3/453.full.pdf>

90. Van Doorn, W; Han, S. 2011. Postharvest quality of cut lily flowers (en línea). *Postharvest Biology and Technology*. 62(1): 1–6. Fuente original: Elgar, H; Woolf, A; Bielecki, R. 1999. Ethylene production by three lily species and their response to ethylene exposure. *Postharvest Biol. Technol.* 16:257–267. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521411001050>
91. Van Doorn, W; Han, S. 2011. Postharvest quality of cut lily flowers (en línea). *Postharvest Biology and Technology*. 62(1): 1–6. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521411001050>
92. Van Doorn, W; Han, S. 2011. Postharvest quality of cut lily flowers (en línea). *Postharvest Biology and Technology*. 62(1): 1–6. Fuente original: Burchi, G; Nesi, B; Grassotti, A; Ferrante, A. 2004. Longevity and ethylene production during development stages of two cultivars of *Lilium* flowers ageing on the plant or in the vase. *Acta Hortic.* 682, 813–820. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521411001050>
93. Veen, H. 1983. Silver thiosulphate: an experimental tool in plant science (en línea). *Scientia Horticulturae*. 20:211-224. Fuente original: Swart, A. 1981. Quality of *Lilium* 'Enchantment' flowers as influenced by season and silver thiosulphate. *Acta Hortic.* 113: 45-49. Consultado 5 dic. 2015. Disponible en <http://www.eurekamag.com/001/001124128.pdf>
94. Veen, H. 1983. Silver thiosulphate: an experimental tool in plant science (en línea). *Scientia Horticulturae*. 20:211-224. Fuente original: Van Meeteren, U; De Proft, M. 1982. Inhibition of flower bud abscission and ethylene evolution by light and silver thiosulphate in *Lilium*. *Physiol. Plant.* 56: 236-240. Consultado 5 dic. 2015. Disponible en <http://www.eurekamag.com/001/001124128.pdf>
95. Veen, H; Van De Geijn, S. 1978. Mobility and ionic form of silver as related to longevity of cut carnations. *Planta* 140: 93-96.
96. Veen, H. 1979. Effects of silver on ethylene synthesis and action in cut carnations. *Planta*. 145: 467–470
97. Verdugo, G; Araneda, L; Riffo, M. 2003. Efecto de inhibidores de etileno en postcosecha de flores cortadas de *Lilium* (en línea). *Cien. Inv. Agr.* 30 (2): 89-95. Fuente original: Novak, J; Mynett, K. 1985. The effect of growth regulators

- on postharvest characteristics of cut *Lilium* cv. Prima inflorescences. *Acta Horticulturae* 167: 109-116. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://rcia.uc.cl/index.php/rcia/article/view/267/206>.
98. Verdugo, G; Araneda, L; Riffo, M. 2003. Efecto de inhibidores de etileno en postcosecha de flores cortadas de *Lilium* (en línea). *Cien. Inv. Agr.* 30 (2): 89-95. Fuente original: Aekyung, L; Yeungkeun, S. 1996. Effect of harvest stage, pre and postharvest treatment on longevity of cut *Lilium* flowers. *Acta Horticulturae* 414: 287-293. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://rcia.uc.cl/index.php/rcia/article/view/267/206>.
99. Vinodh, S; Kannan, M; Jawaharlal, M. 2013. Effect of nanosilver and sucrose on post harvest quality of cut asiatic *Lilium* cv. 'Tresor' (en línea). *The Bioscan.* 8(3): 901-904. Consultado 07 jun. 2015. Disponible en http://www.thebioscan.in/Journals_PDF/8331%20S%20VINOD%202015.pdf
100. Wingler, A; von Schaewen, A; Leegood, R; Lea, P; Quick, W. 1998. Regulation of leaf senescence by cytokinin, sugars, and light: Effects on NADH-Dependent Hydroxypyruvate Reductase (en línea). *Plant Physiol.* 116(1): 329–335. Consultado 1 ago. 2015. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC35173/>
101. Wingler, A; Masclaux-Daubresse, C; Fischer, A. 2009. Sugars, senescence, and ageing in plants and heterotrophic organisms (en línea). *Journal of Experimental Botany.* 60(4): 1063–1066. Consultado 20 set. 2015. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.321.6543&rep=rep1&type=pdf>
102. Yamada, T; Ichimura, K; Van Doorn, W. 2007. Relationship between petal abscission and programmed cell death in *Prunus yedoensis* and *Delphinium belladonna* (en línea). *Planta* 226: 1195–1205. Consultado 03 may. 2015. Disponible en http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2039816/pdf/425_2007_Article_566.pdf

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Cuadro ANVA. Días a inicio de apertura floral del primer botón en abrir en varas de *Lilium* 'Advantage'.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.43706982	0.43706982	5.22	0.0263	*
Inhibidores de etileno	2	0.56064507	0.28032254	3.35	0.0527	n.s.
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.08156819	0.04078410	0.49	0.6173	n.s.
Error	54	4.52459285	0.08378876			
Total	59	5.60387593				

Coefficiente de variabilidad: 23.84800%

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	1.29913	30	A
2% Azúcar	1.12843	30	B

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	1.13534	20	A
TSP	1.15605	20	A
1-MCP	1.14996	20	A

ANEXO 2. Cuadro ANVA. Días a inicio de apertura floral del botón intermedio en abrir en varas de *Lilium* ‘Advantage’.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	2.14750885	2.14750885	10.61	0.0020	**
Inhibidores de etileno	2	0.67382453	0.33691227	1.66	0.199	n.s.
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.20137812	0.10068906	0.50	0.6109	n.s.
Error	54	10.93385715	0.20247884			
Total	59	13.95656865				

Coefficiente de variabilidad: 6.062937 %

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	2.3028	30	A
2% Azúcar	1.9244	30	B

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	2.0274	20	A
TSP	2.0506	20	A
1-MCP	2.2629	20	A

ANEXO 3. Cuadro ANVA. Días a inicio de apertura floral del último botón en abrir en varas de *Lilium* ‘Advantage’.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.07651319	0.07651319	2.16	0.1472	n.s.
Inhibidores de etileno	2	0.26404742	0.13202371	3.73	0.0304	*
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.02219919	0.01109959	0.31	0.7321	n.s.
Error	54	1.91082563	0.03538566			
Total	59	2.27358543				

Coefficiente de variabilidad: 6.810614 %

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	2.79773	30	A
2% Azúcar	2.72631	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	2.66847	20	B
TSP	2.80275	20	A
1-MCP	2.81485	20	A

ANEXO 4. Cuadro ANVA. Días a inicio de senescencia del primer botón en abrir en varas de *Lilium* ‘Advantage’.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.42180135	0.42180135	8.15	0.0061	**
Inhibidores de etileno	2	1.26197529	0.63098765	12.19	<.0001	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.00235320	0.00117660	0.02	0.9775	n.s.
Error	54	2.79585332	0.05177506			
Total	59	4.48198316				

Coefficiente de variabilidad: 8.369130%

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	2.63497	30	B
2% Azúcar	2.80266	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	2.52386	20	B
TSP	2.76112	20	A
1-MCP	2.87147	20	A

ANEXO 5. Cuadro ANVA Días a inicio de senescencia del botón intermedio en abrir en varas de *Lilium* ‘Advantage’.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.20809722	0.20809722	5.09	0.0281	*
Inhibidores de etileno	2	0.70802238	0.35401119	8.66	0.0005	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.34199222	0.17099611	4.18	0.0204	*
Error	54	2.20641119	0.04085947			
Total	59	3.46452300				

Coefficiente de variabilidad: 6.265322%

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	3.16739	30	B
2% Azúcar	3.28518	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	3.07485	20	B
TSP	3.27961	20	A
1-MCP	3.32440	20	A

ANEXO 6: Cuadro ANVA Días a inicio de senescencia del último botón en abrir en varas de *Lilium* 'Advantage'.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.55653227	0.55653227	9.90	0.0027	**
Inhibidores de etileno	2	2.90697111	1.45348556	25.86	<.0001	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.09072299	0.04536150	0.81	0.4515	n.s.
Error	54	3.03545949	0.05621221			
Total	59	6.58968586				

Coefficiente de variabilidad 4.20365 %

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	3.48003	30	B
2% Azúcar	3.67264	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	3.26866	20	B
TSP	3.68926	20	A
1-MCP	3.77109	20	A

ANEXO 7: Cuadro ANVA. Porcentaje de hojas cloróticas en varas de *Lilium* ‘Advantage’ a los 15 días poscosecha.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	2.58164453	2.58164453	93.76	<.0001	**
Inhibidores de etileno	2	0.63048922	0.31524461	11.45	<.0001	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.00500961	0.00250481	0.09	0.9132	n.s.
Error	54	1.48688073	0.02753483			
Total	59	4.70402410				

Coefficiente de variabilidad: 19.34412 %

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	0.65038	30	B
2% Azúcar	1.06524	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	0.96832	20	A
TSP	0.72130	20	B
1-MCP	0.88382	20	A

ANEXO 8. Cuadro ANVA. Porcentaje de tépalos caídos en varas de *Lilium* ‘Advantage’ a los 15 días.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.18753842	0.18753842	3.79	0.0569	n.s.
Inhibidores de etileno	2	8.77772936	4.38886468	88.59	<.0001	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.04829218	0.02414609	0.49	0.6169	n.s.
Error	54	2.67516056	0.04954001			
Total	59	11.68872052				

Coefficiente de variabilidad: 19.92597%

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	1.17292	30	A
2% Azúcar	1.06111	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	1.47848	20	A
TSP	0.58778	20	C
1-MCP	1.28478	20	B

ANEXO 9. Cuadro ANVA. Porcentaje de peso fresco final en varas de *Lilium* ‘Advantage’ a los 15 días.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	875.773215	875.773215	29.02	<.0001	**
Inhibidores de etileno	2	2251.152730	1125.576365	37.29	<.0001	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	165.678190	82.839095	2.74	0.0732	n.s.
Error	54	1629.832350	30.182081			
Total	59	4922.436485				

Coefficiente de variabilidad: 8.860217%

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	58.185	30	B
2% Azúcar	65.826	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	56.810	20	B
TSP	70.606	20	A
1-MCP	58.601	20	B

ANEXO 10. Cuadro ANVA. Absorción de agua en varas de *Lilium* ‘Advantage’ a los 15 días.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	3760.41666	3760.41666	78.78	<.0001	**
Inhibidores de etileno	2	6800.83333	3400.41666	71.24	<.0001	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	965.83333	482.91666	10.12	0.0002	**
Error	54	2577.5000	47.73148			
Total	59	14104.5833				

Coefficiente de variabilidad: 3.712744%

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	178.167	30	B
2% Azúcar	194.000	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	172.500	20	C
TSP	187.250	20	B
1-MCP	198.500	20	A

Prueba de efectos simples para la variable absorción de agua de *Lilium* ‘Advantage’.

Tratamientos	Consumo agua (%)
T1 – Testigo + 0% Azúcar	166.500 D
T2 – TSP + 0% Azúcar	183.000 BC
T3 – 1-MCP + 0% Azúcar	185.000 BC
T4 – Testigo + 2% Azúcar	178.500 C
T5 – TSP + 2% Azúcar	191.500 B
T6 – 1-MCP + 2% Azúcar	212.000 A
ANVA	**
C.V. (%)	3.712744 %

ANEXO 11. Cuadro ANVA. Días a inicio de apertura floral del primer botón en abrir en varas de *Lilium* ‘Starfighter’.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.19141129	0.19141129	4.29	0.0432	*
Inhibidores de etileno	2	0.03685549	0.01842775	0.41	0.6640	n.s.
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.03685549	0.01842775	0.41	0.6640	n.s.
Error	54	2.41140376	0.04465563			
Total	59	2.67652603				

Coefficiente de variabilidad: 19.24749 %

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	1.15438	30	A
2% Azúcar	1.04142	30	B

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	1.07802	20	A
TSP	1.13284	20	A
1-MCP	1.08284	20	A

ANEXO 12. Cuadro ANVA. Días a inicio de apertura floral del botón intermedio en abrir en varas de *Lilium* ‘Starfighter’.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.29346086	0.29346086	6.55	0.0133	*
Inhibidores de etileno	2	0.42981508	0.21490754	4.80	0.0121	*
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.10188988	0.05094494	1.14	0.3282	n.s.
Error	54	2.41871264	0.04479097			
Total	59	3.24387847				

Coefficiente de variabilidad: 11.84355%

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	3.55982	30	A
2% Azúcar	3.41995	30	B

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	3.41730	20	B
TSP	3.60360	20	AB
1-MCP	3.62860	20	A

ANEXO 13. Cuadro ANVA Días a inicio de apertura floral del último botón en abrir en varas de *Lilium* ‘Starfighter’.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	1.17730196	1.17730196	28.49	<.0001	**
Inhibidores de etileno	2	1.03795329	0.51897664	12.56	<.0001	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.06752973	0.03376487	0.82	0.4471	n.s.
Error	54	2.23163780	0.04132663			
Total	59	4.51442277				

Coefficiente de variabilidad: 6.804821 %

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	3.12751	30	A
2% Azúcar	2.84736	30	B

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	2.80171	20	B
TSP	3.07139	20	A
1-MCP	3.08920	20	A

ANEXO 14. Cuadro ANVA. Días a inicio de senescencia del primer botón en abrir en varas de *Lilium* ‘Starfighter’.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.50182828	0.50182828	10.08	0.0025	**
Inhibidores de etileno	2	0.35583821	0.17791910	3.57	0.0348	*
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.02389160	0.01194580	0.24	0.7875	n.s.
Error	54	2.68785439	0.04977508			
Total	59	3.56941248				

Coefficiente de variabilidad: 7.892576%

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	2.73530	30	B
2% Azúcar	2.91820	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	2.72311	20	B
TSP	2.90755	20	A
1-MCP	2.84959	20	AB

ANEXO 15. Cuadro ANVA. Días a inicio de senescencia del botón intermedio en abrir en varas de *Lilium* ‘Starfighter’.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.29346086	0.29346086	6.55	0.0133	*
Inhibidores de etileno	2	0.42981508	0.21490754	4.80	0.0121	*
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.10188988	0.05094494	1.14	0.3282	n.s.
Error	54	2.41871264	0.04479097			
Total	59	3.24387847				

Coefficiente de variabilidad: 6.064355 %

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	3.41995	30	B
2% Azúcar	3.55982	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	3.41730	20	B
TSP	3.60860	20	A
1-MCP	3.44374	20	B

ANEXO 16. Cuadro ANVA. Días a inicio de senescencia del último botón en abrir en varas de *Lilium* ‘Starfighter’.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	1.84376803	1.84376803	76.40	<.0001	**
Inhibidores de etileno	2	1.37629920	0.68814960	28.52	<.0001	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.13174224	0.06587112	2.73	0.0743	n.s.
Error	54	1.30313205	0.02413207			
Total	59	4.65494151				

Coefficiente de variabilidad: 4.201213%

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	3.52233	30	B
2% Azúcar	3.87292	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	3.52471	20	C
TSP	3.89355	20	A
1-MCP	3.67461	20	B

ANEXO 17. Cuadro ANVA. Porcentaje de hojas cloróticas en varas de *Lilium* ‘Starfighter’ a los 15 días.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.99141272	0.99141272	56.66	<.0001	**
Inhibidores de etileno	2	0.84355887	0.42177943	24.10	<.0001	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.10813507	0.05406753	3.09	0.0536	n.s.
Error	54	0.94494925	0.01749906			
Total	59	2.88805591				

Coefficiente de variabilidad: 13.08517 %

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	0.88240	30	B
2% Azúcar	1.13949	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	1.17703	20	A
TSP	0.94794	20	B
1-MCP	0.90787	20	B

ANEXO 18. Cuadro ANVA. Porcentaje de tépalos caídos en varas de *Lilium* ‘Starfighter’ a los 15 días.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	0.01197117	0.01197117	1.25	0.2692	n.s.
Inhibidores de etileno	2	4.86449311	2.43224656	253.21	<.0001	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	0.00001659	0.00000829	0.00	0.9991	n.s.
Error	54	0.51870285	0.00960561			
Total	59	5.39518372				

Coefficiente de variabilidad: 16.88951 %

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	0.59442	30	A
2% Azúcar	0.56617	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	0.78453	20	A
TSP	0.17763	20	B
1-MCP	0.77871	20	A

ANEXO 19. Cuadro ANVA. Porcentaje de peso fresco final en varas de *Lilium* ‘Starfighter’ a los 15 días.

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Azúcar	1	1335.571440	1335.571440	12.78	0.0007	**
Inhibidores de etileno	2	2068.574470	1034.287235	9.89	0.0002	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	181.831990	90.915995	0.87	0.4249	n.s.
Error	54	5645.442140	104.545225			
Total	59	9231.420040				

Coefficiente de variabilidad: 16.55720 %

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	57.036	30	B
2% Azúcar	66.472	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	57.545	20	B
TSP	70.058	20	A
1-MCP	57.660	20	B

ANEXO 20. Cuadro ANVA. Absorción de agua en varas de *Lilium* ‘Starfighter’ a los quince días poscosecha.

FV	G L	SC	CM	Fcal	P- valor	Significancia
Azúcar	1	17681.6666	17681.6666	74.48	<.0001	**
Inhibidores de etileno	2	15430.8333	7715.4166	32.50	<.0001	**
Azúcar*Inhibidores de etileno	2	1040.8333	520.4166	2.19	0.1215	n.s.
Error	54	12820.0000	237.4074			
Total	59	46973.3333				

Coefficiente de variabilidad: 6.777726 %

Resultado de la prueba de Tukey

Factor A – Azúcar	Promedio	N	Tukey
0% Azúcar	210.167	30	B
2% Azúcar	244.500	30	A

Factor B – Inhibidores de etileno	Promedio	N	Tukey
Testigo	207.250	20	C
TSP	228.250	20	B
1-MCP	246.500	20	A

ANEXO 21. Cuadro de temperaturas registradas durante el desarrollo del experimento.

Fecha		Temperatura	HR
23/10/2014	1	21,24	72,05
24/10/2014	2	19,34	76,50
25/10/2014	3	18,51	80,86
26/10/2014	4	19,15	75,75
27/10/2014	5	19,28	77,74
28/10/2014	6	19,79	78,51
29/10/2014	7	20,12	77,79
30/10/2014	8	19,67	77,68
31/10/2014	9	18,62	80,66
01/11/2014	10	18,78	81,13
02/11/2014	11	19,25	79,48
03/11/2014	12	19,41	77,70
04/11/2014	13	19,15	77,35
05/11/2014	14	18,70	80,40
06/11/2014	15	18,75	79,69

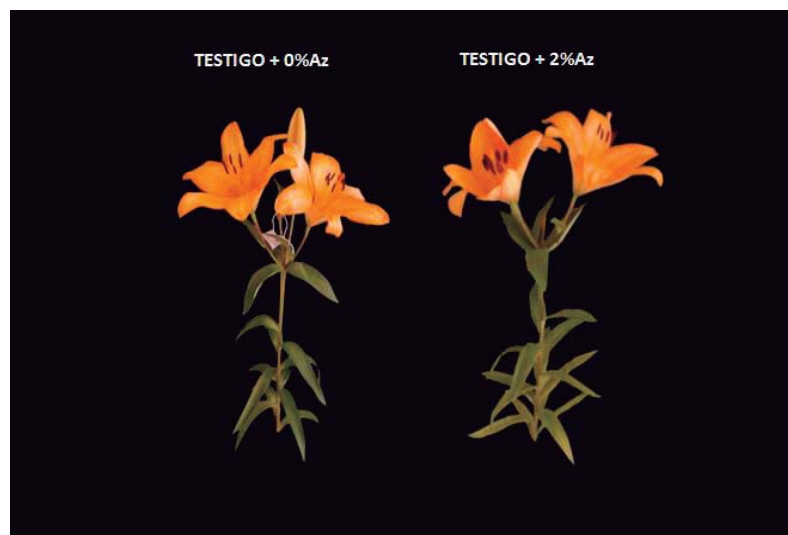
ANEXO 22. Instalación del experimento.



ANEXO 23. Estado de los varas florales del *Lilium* 'Advantage', por tratamiento, a los tres días de poscosecha.



ANEXO 24. Estado de los varas florales del *Lilium* 'Advantage', por tratamiento, a los siete días de poscosecha.



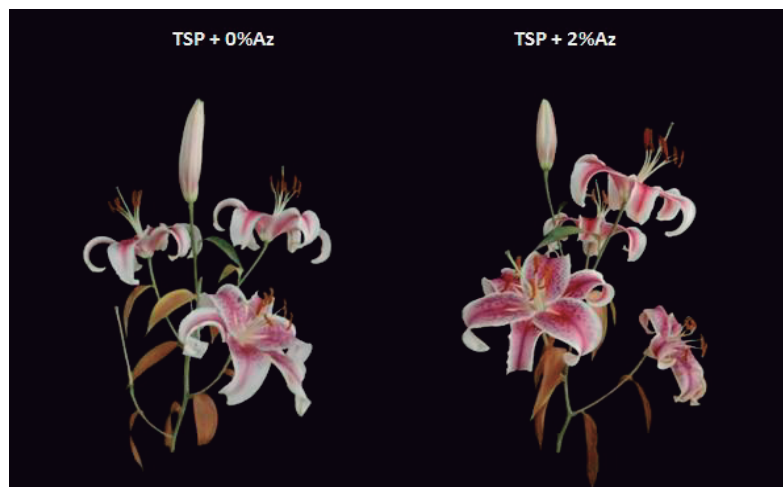
ANEXO 25. Estado de los varas florales del *Lilium* 'Advantage', por tratamiento, a los quince días de poscosecha.



ANEXO 26. Estado de los varas florales del *Lilium* 'Starfighter', por tratamiento, a los siete días de poscosecha.



ANEXO 27. Estado de los varas florales del *Lilium* 'Starfighter', por tratamiento, a los quince días de poscosecha.



ANEXO 28. Coloración rojiza de las hojas de *Lilium* ‘Starfighter’ con los tratamientos con tiosulfato de plata.



ANEXO 29. Detalle del efecto de los tratamientos con tiosulfato de plata en los tépalos de *Lilium* ‘Advantage’ y Starfighter’.

