

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción y Productividad en el Cultivo de Lilis (*Lilium asiatica*) Var. Navona  
Mediante Solución Nutritiva Adicionada con Sulfato de Plata

Por:

**YOCELLYN VÁZQUEZ IBARRA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción y Productividad en el Cultivo de Lilis (Lilium asiática) Var. Navona  
Mediante Solución Nutritiva Adicionada con Sulfato de Plata

Por:

**YOCELLYN VÁZQUEZ IBARRA**

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada



Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente

Asesor Principal



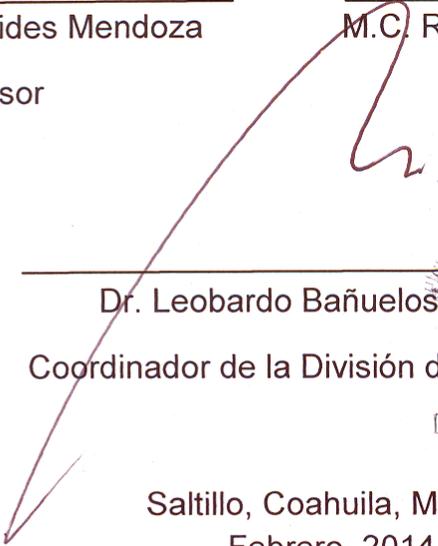
Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Coasesor



M.C. Rocío Maricela Peralta Manjarrez

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México  
Febrero, 2014

## DEDICATORIAS

*A las dos personas más importantes en mi vida, mis padres, esto es para ustedes porque juntos me llenaron de cariño, apoyo, aliento y fuerzas, con eso contribuyeron para que lograra terminar mi carrera, papi recuerdas que tú siempre creíste en mí, cuando comencé a hacer exámenes de admisión tú me llevaste por mi ficha porque tu asegurabas que yo me iría a la NARRO y se cumplió, después vinieron a dejarme y cuando me despedí de ti llorando te dije: “papi te juro que todo esto valdrá la pena” y te lo cumplí, gracias papá. Tu mami eres mi motivo para seguir a delante, no sabes lo orgullosa que estoy de ti y siempre te he dicho que así como tú has estado pendiente siempre de mí puedes confiar en que yo estoy para ti mamita, por ti estoy aquí. De todo corazón GRACIAS, los amo.*

**Jorge Vázquez Cruz**  
**Patricia Ibarra Cruz**

**A mi hermano:** *Jorge Alejandro Vázquez Ibarra, sabes que estoy muy orgullosa de ti que siempre estaré agradecida por todo tu apoyo, has tomado responsabilidades que no te corresponden y mi única forma de agradecerte es con esto, hermano quiero que sepas que te amo y que espero nunca defraudarte.*

**A mi hermana:** *Cynthia Vázquez Ibarra, jasi no sabes lo bonito que es verte después de mucho tiempo de estar separadas, eres parte de esto hermanita te adoro eres muy inteligente, no sabes lo orgullosa que estoy de ti, siempre te ando presumiendo pero no dudes nunca que pase lo que pase siempre estaré para ti.*

**A mi abuelita:** *Ángela Cruz Juárez por todo su cariño y sus consejos, por siempre recibirme con un abrazo y porque tengo muchos recuerdos bonitos de mi infancia con usted la quiero mucho abuelita.*

**A mi tía Roxana Villegas Cruz:** *Tía usted es a la persona que más le debo pues sin ninguna obligación me ha apoyado muchísimo nunca podre terminar de agradecerle, esto es para usted sin su apoyo no estaría escribiendo esto, gracias por ser siempre mi guía y mi ejemplo a seguir la quiero muchísimo.*

**A mi tía Maribel Villegas Cruz:** *Tía gracias por todo su apoyo, por todo el cariño y el interés que demuestra en mi vida, gracias por alentarme a salir de los problemas porque aunque este lejos siempre está ahí cuando la necesito, es admirable la forma en la que lucha y afronta los problemas, esto es para usted tía la quiero muchísimo.*

**A mi sobrina Naomi Alejandra Vázquez Hernández:** *Mi princesa aunque eres muy pequeña significas mucho para mí, dicen que todos queremos a un sobrino como a un hijo y lo he comprobado, creo que todos mis amigos han escuchado historias de ti*

*porque siempre te ando presumiendo no imaginas cuanta alegría y fuerza das a mi vida te adoro omíta.*

***A mi prima Renata Caltzontzin Villegas:*** *Mi princesa chiquita, recordar tu sonrisa preciosa me ayuda mucho cuando estoy pasando por un mal momento eres una niña muy hermosa que transmite alegría y ternura te quiero muchísimo reni.*

***A mi primo Rubén Cortez Vázquez:*** *Primito sabes que te quiero muchísimo que eres una persona muy especial para mí que me has acompañado siempre a lo largo de mi carrera que te has preocupado por mí en muchos aspectos, y no sabes cuánto agradezco tu apoyo, sé que este logro también te hace feliz espero no defraudarte te quiero mucho.*

***A mi cuñada:*** *Abigail Hernández gracias por tu apoyo, y por hacer feliz a mi hermano, cuando me voy me siento tranquila porque sé que no dejo sola a mi mamá y no sabes cuánto significa eso para mí en verdad muchas gracias y toma en cuenta que cuentas conmigo para todo te quiero mucho.*

***A mi novio:*** *Gabriel Eduardo Cervantes Ángel, mi amor tú eres parte muy importante de este logro, gracias por tu apoyo, consejos, regaños, aliento y sobre todo por levantarme en los momentos más difíciles que he pasado, te debo mucho de lo que hoy soy, me has enseñado a ser fuerte y a disfrutar la vida, por varios años has sido mi apoyo, mi única familia es saltillo, espero siempre seguir siendo motivo de orgullo para ti amor, gracias por creer en mí, te amo.*

***A mis amigos:*** *Oliva Aguilar Gonzales, sabes que has sido como una hermana para mí, que tu apoyo y consejos me ayudaron a lograr esto te quiero mucho gracias por todo, Erika Alva Martínez, Nidia Neidy Pérez Vázquez, Rubisel Marroquin Pérez, Jonathan Juárez López, José Ángel Peña Reséndiz, Jorge Luis Morales Díaz, Berenice Bonilla Morales, Maricela Cervantes Ángel, Beatriz Constantino Díaz, Víctor Manuel Torres Vera, Salvador Pérez Carrillo, Monserrat Ballinas Tejeda y los demás compañeros de la carrera muchas gracias por todo su apoyo, consejos y por los buenos momentos que hemos pasado juntos, sobre todo a mis amigas las quiero muchísimo y cada una de ustedes tiene un lugar muy especial en mi vida gracias por todo.*

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por darme la oportunidad de terminar mi carrera profesional, por atender siempre mis oraciones y permitir que cada vez que llegue a mi casa encuentre con bien a toda mi familia, gracias por el sin fin de bendiciones que nos ha dado y por guiar mi camino.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por darme la dicha de ser parte de ella, por forjarme como persona y como profesionista.

Al **Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente** por su amistad y apoyo incondicional en la elaboración de este proyecto, por sus conocimientos brindados como asesor y como catedrático, gracias.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza** por su colaboración en la revisión y redacción de este trabajo, gracias.

A la **Dra. Rocío Maricela Peralta Manjarrez** por su colaboración en la revisión y redacción de este trabajo, gracias.

Al **Dr. Leobardo Bañuelos Herrera** por dar fe de la legalidad del proyecto y por los conocimientos brindados.

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la investigación tuvo como objetivo evaluar la respuesta de diferentes dosis de sulfato de plata, adicionadas con ácido salicílico de manera foliar en el cultivo de liliun asiática.

Se utilizaron 66 bulbos de la variedad Navona asiática y 66 macetas con sustrato (peat moss y vermiculita) en relación 3:1, en las que se colocó un bulbo por cada maceta. La plantación se realizó el día 24 de noviembre del 2013, y 36 días después se comenzó con las evaluaciones correspondientes. La distribución del experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con 6 tratamientos y 11 repeticiones. Los tratamientos fueron T<sub>1</sub>) testigo, aspersion de agua, T<sub>2</sub>) 20 mg·L de sulfato de plata, T<sub>3</sub>) 40 mg·L de sulfato de plata, T<sub>4</sub>) 60 mg·L de sulfato de plata, T<sub>5</sub>) 80 mg·L de sulfato de plata, T<sub>6</sub>) 100 mg·L de sulfato de plata, excepto el testigo todos los tratamientos fueron adicionados con ácido salicílico a concentración 10<sup>-6</sup> molar.

Las variables evaluadas fueron altura de la planta, diámetro del tallo, número de botones, peso fresco de la parte aérea y subterránea, peso seco de la parte aérea y subterránea, días a floración, duración de flores en maceta (*in situ*), duración en florero (*ex situ*).

De acuerdo con los datos obtenidos, en las variables altura, diámetro del tallo y peso seco de la parte subterránea no hubo una respuesta estadística significativa. La variable número de botones se ve afectada negativamente con cualquier dosis de sulfato de plata, siendo el testigo el que presentó el dato más alto con 4.82 botones, el tratamiento menos afectado por el sulfato de plata fue a una concentración de 40 mg·L que redujo el 11.41 % de botones con respecto al testigo; en el peso fresco de la parte aérea y del bulbo, así como en el peso seco de la parte aérea si presenta efecto positivo con la aplicación de sulfato de plata, mostrándose el tratamiento a una concentración de 60 mg·L mayor en un 36.19 %, 17.51 % y 31.03 % respectivamente, en comparación con el testigo; en días a floración se reduce el periodo de plantación a cosecha por 4.8 días, en comparación con el testigo que

reporto 72 días aplicando el tratamiento a una concentración de 20 mg·L, sin embargo, los resultados mostraron una tendencia negativa al aumentar la dosis de sulfato de plata, porque el ciclo tiende a prolongarse incluso más que el testigo. En las variables duración de flores en maceta (*in situ*) y en florero (*ex situ*), el mejor tratamiento fue a una concentración de 40 mg·L superando al testigo por 52.63 % y 36.66 % respectivamente, con una duración de 29 días en maceta y 20.8 días en florero.

Los datos permiten concluir que el sulfato de plata si afecta en algunas variables de manera positiva, obteniendo excelentes resultados en el aumento de la vida de anaquel de liliun y su duración en maceta, y solo influye de manera negativa en el número de botones.

**Palabras clave:** Liliun sp, Sulfato de Plata, Foliar.

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1.</b> Principales especies ornamentales cultivadas en México en el año 2005.	5
<b>Cuadro 2.</b> Descripción de los tratamientos empleados en el experimento	23
<b>Cuadro 3.</b> Aplicación de riego a plantas de lilis por etapa fenológica	24
<b>Cuadro 4.</b> Concentración de la solución Steiner por etapa fenológica.	25
<b>Cuadro 5.</b> Número de aplicaciones de $\text{Ag SO}_4$ de acuerdo a la etapa fenológica de la planta.	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Altura de la planta de plantas de lilis tratadas con $\text{AgSO}_4$ .	28
<b>Figura 2.</b> Diámetro del tallo de plantas de lilis tratadas con $\text{AgSO}_4$ .	29
<b>Figura 3.</b> Número de botones de plantas de lilis tratadas con $\text{AgSO}_4$ .	30
<b>Figura 4.</b> Peso fresco de la parte aérea de plantas de lilis tratadas con $\text{AgSO}_4$ .	31
<b>Figura 5.</b> Peso fresco de la parte subterránea de plantas de lilis tratadas con $\text{AgSO}_4$ .	32
<b>Figura 6.</b> Peso seco de la parte aérea de plantas de lilis tratadas con $\text{AgSO}_4$ .	33
<b>Figura 7.</b> Peso seco de la parte subterránea de plantas de lilis tratadas con $\text{AgSO}_4$ .	34
<b>Figura 8.</b> Días a floración de plantas de lilis tratadas con $\text{AgSO}_4$ .	35
<b>Figura 9.</b> Duración en maceta (in situ) de plantas de lilis tratadas con $\text{AgSO}_4$ .	36
<b>Figura 10.</b> Duración en florero (ex situ) de flores de lilis tratadas con $\text{AgSO}_4$ .	37

## APÉNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1A.</b> Análisis de varianza de altura de la planta en lilis tratadas con Ag SO <sub>4</sub> . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	46
<b>Cuadro 2A.</b> Análisis de varianza de diámetro del tallo en lilis tratadas con Ag SO <sub>4</sub> . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	46
<b>Cuadro 3A.</b> Análisis de varianza de número de botones en lilis tratadas con Ag SO <sub>4</sub> . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	46
<b>Cuadro 4A.</b> Análisis de varianza de peso fresco de la parte aérea en lilis tratadas con Ag SO <sub>4</sub> . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	47
<b>Cuadro 5A.</b> Análisis de varianza de peso fresco de la parte subterránea en lilis tratadas con Ag SO <sub>4</sub> . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	47
<b>Cuadro 6A.</b> Análisis de varianza de peso seco de la parte aérea en lilis tratadas con Ag SO <sub>4</sub> . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	47
<b>Cuadro 7A.</b> Análisis de varianza de peso seco de la parte subterránea en lilis tratadas con Ag SO <sub>4</sub> . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	48
<b>Cuadro 8A.</b> Análisis de varianza de días a floración en lilis tratadas con Ag SO <sub>4</sub> . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	48

<b>Cuadro 9A.</b> Análisis de varianza de la duración en maceta (in situ) de vida de flores en lilis con la aplicación de diferentes concentraciones de $\text{AgSO}_4$ mediante el método de aplicación foliar.	48
<b>Cuadro 10A.</b> Análisis de varianza de la duración en florero (ex situ) de vida de anaquel en lilis con la aplicación de diferentes concentraciones de $\text{AgSO}_4$ mediante el método de aplicación foliar.	49
<b>Cuadro 11A.</b> Comparación de medias de altura de la planta en lilis tratadas con $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	49
<b>Cuadro 12A.</b> Comparación de medias de diámetro del tallo en lilis tratadas con $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	49
<b>Cuadro 13A.</b> Comparación de medias de número de botones en lilis tratadas con $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	50
<b>Cuadro 14A.</b> Comparación de medias de peso fresco de la parte aérea en lilis tratadas con $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	50
<b>Cuadro 15A.</b> Comparación de medias de peso fresco de la parte subterránea en lilis tratadas con $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	50
<b>Cuadro 16A.</b> Comparación de medias de peso seco de la parte aérea en lilis tratadas con $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	51

<b>Cuadro 17A.</b> Comparación de medias de peso seco de la parte subterránea en lilis tratadas con $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	51
<b>Cuadro 18A.</b> Comparación de medias de días a floración en lilis tratadas con $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	51
<b>Cuadro 19A.</b> Comparación de medias de duración en maceta (in situ) en lilis tratadas con $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	52
<b>Cuadro 20A.</b> Comparación de medias de duración en florero (ex situ) en lilis tratadas con $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.	52
<b>Cuadro 21A.</b> Evaluación de la concentración de minerales en la parte aérea de la planta, del T 1 (sin aplicación de $\text{AgSO}_4$ ) y T 3 (con aplicación de 40mg.L de $\text{AgSO}_4$ ). Realizando dos extracciones de jugos celulares la primera en etapa de inducción floral y la segunda en plena floración, utilizando una repetición por tratamiento.	53
<b>Cuadro 22A.</b> Solución nutritiva Steiner a diferentes concentraciones.	53

## ÍNDICE DEL TEXTO

<b>DEDICATORIAS</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>APÉNDICE</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DEL TEXTO</b> .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivos específicos .....	3
1.3 Hipótesis .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 Antecedentes del Cultivo .....	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Clasificación Taxonómica .....	4
2.1.3 Producción Mundial .....	4
2.1.4 Producción Nacional.....	4
2.1.5 Importancia Económica .....	5
2.1.6 Híbridos Asiáticos .....	6
2.2 Características Botánicas .....	6
2.2.1 Bulbo .....	6
2.2.2 Raíz .....	6
2.2.3 Tallo floral .....	7

2.2.4 Hojas .....	7
2.2.5 Flores.....	7
2.3 Factores Ambientales .....	8
2.3.1 Luz.....	8
2.3.2 Temperatura .....	8
2.3.3 Humedad .....	8
2.3.4 Sustrato .....	8
2.4 Post Cosecha.....	9
2.4.1 Síntomas de la Senescencia .....	9
2.4.2 Indicadores de Cosecha en Lilis .....	9
2.4.3 Características de los Preservadores .....	10
2.4.4 Efectos del Etileno .....	10
2.5 Efecto del Azufre en la Agricultura.....	12
2.5.1 Funciones del Azufre en las Plantas.....	12
2.5.2 Deficiencias de Azufre .....	12
2.5.3 Excesos de Azufre.....	13
2.5.4 Antagonismos del Azufre.....	13
2.5.5 Formas de Absorción del Azufre .....	13
2.6 Aspectos Generales de la Plata.....	14
2.6.1 Propiedades Físicas y Químicas de la Plata .....	15
2.6.2 Principales Aplicaciones de la Plata .....	15
2.7 Efecto de la Plata en la Agricultura .....	17
2.7.1 Influencia de la Plata en los Cultivos .....	17
2.7.2 Formas de Absorción de la Plata.....	18
2.7.3 Residualidad de la Plata .....	19

2.7.4	Preservadores a base de Plata .....	20
2.8	Efecto del Ácido Salicílico en la Agricultura .....	21
2.8.1	Funciones del Ácido Salicílico en las Plantas .....	21
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>23</b>
3.1	Localización del experimento.....	23
3.2	Material vegetativo.....	23
3.3	Descripción de los tratamientos .....	23
3.4	Diseño experimental .....	23
3.5	Establecimiento del experimento .....	24
3.6	Manejo de la planta.....	24
3.6.1	Riego .....	24
3.6.2	Programa de nutrición .....	24
3.6.3	Aplicación de $\text{AgSO}_4$ .....	25
3.6.4	Control de plagas y enfermedades.....	25
3.7	Variables evaluadas.....	26
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>28</b>
4.1	Altura de la planta.....	28
4.2	Diámetro de tallo.....	29
4.3	Número de botones .....	30
4.4	Peso fresco de la parte aérea.....	31
4.5	Peso fresco de la parte subterránea .....	32
4.6.	Peso seco de la parte aérea .....	33
4.7	Peso seco de la parte subterránea .....	34
4.8	Días a floración .....	35
4.9	Duración en maceta ( <i>in situ</i> ) .....	36

4.10 Duración en florero ( <i>ex situ</i> ).....	37
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	38
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	39
<b>VII. APÉNDICE</b> .....	46

## I. INTRODUCCIÓN

Las flores de corte y los productos derivados de su cultivo son bienes suntuarios, cuyo consumo está relacionado con el nivel de ingresos, tendencias de la moda, hábitos, gustos y preferencias de las personas; haciendo que su demanda sea inestable y variable en el tiempo, destacándose como uno de los detonadores económicos más importantes del sector agrícola (Chedid *et al.*, 2008).

Debido a que *Lilium* es una de las especies dominantes de las exportaciones nacionales, es importante investigar técnicas de poscosecha que permitan llegar al destino con la mejor calidad de producto, y alcanzar nuevos mercados que actualmente no se pueden abordar debido a la imposibilidad de mantener las flores en óptima condición por mayor tiempo. (Larson, A. Roy, 2004). La longevidad de las flores cortadas de *Lilium* (*Lilium* sp) es una característica de calidad muy importante. En general, la vida de florero varía entre cinco y catorce días dependiendo del cultivar y del manejo de poscosecha, y ésta generalmente termina con la marchitez y posterior abscisión de los pétalos (Marentes, 2013).

El tratamiento y manejo de las flores cortadas se basa principalmente en los cambios ocurridos con el azúcar, estado hídrico, niveles de etileno y la respiración durante el proceso de envejecimiento de los pétalos (Paulín, 1997). Para bloquear la síntesis de etileno, responsable de la senescencia de las flores climatéricas, se han utilizado diversos compuestos que actúan sobre las enzimas implicadas en la bio-síntesis de esta hormona vegetal o sobre el receptor hormonal responsable de su acción fisiológica, tras la unión con el etileno, de forma que al impedir la unión de ambos compuestos se evita la acción fisiológica del etileno, y se retrasa sensiblemente el inicio de los procesos de senescencia de la flor cortada. Algunos compuestos como el 2,5 norbonadieno y el diazociclopentadieno que bloquean al receptor hormonal, no pueden utilizarse en la práctica por ser altamente cancerígenos (Rojo *et al.*, 2003)

En la actualidad para lograr esta acción y prolongar la vida comercial útil de la flor ornamental cortada se está utilizando el ion plata (Ag<sup>+</sup>), aplicado bajo la forma de

complejo con el ion tiosulfato de plata (STS). Las soluciones conservantes presentes en el mercado, para los tratamientos en continuo o en pulsaciones contienen este complejo químico. Sin embargo, también se está cuestionando el empleo del ion  $Ag^+$ , por su toxicidad para el consumidor y porque la eliminación de las soluciones utilizadas presenta un grave problema, al ser altamente contaminante y muy agresivo con el medio ambiente, debido a la permanencia del catión plata en el suelo y en las aguas subterráneas por períodos prolongados, pudiendo pasar a los sistemas de agua potable llegando finalmente a ser absorbidos por los seres humanos. Por ello su uso se ve limitado por las Normas de la Unión Europea que lo restringe por razones de contaminación ambiental (Nell, 1992).

El ácido salicílico funciona como un agente señalizador, ayuda al transporte de metales pesados al interior de la planta y se ha probado para el control de enfermedades de postcosecha. (Gaur y Chenulu, 1982). La mayor parte de la investigación utilizando ácido salicílico se dirige a la inducción de la resistencia sistémica adquirida (SAR), en huéspedes contra el ataque de los patógenos (Ryals *et al.*, 1996).

Se hace el planteamiento de nuevas alternativas que conlleven a mejorar la durabilidad de la vida de florero, entre estas la aplicación del ion plata en forma de sulfato de plata, que es un inhibidor competitivo, lo que reduce la unión de etileno a su receptor, la prevención de la hormona de actuar y, en consecuencia, el aumento de la longevidad de las flores cortadas.

### **1.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de la aplicación de sulfato de plata adicionado con ácido salicílico vía foliar en la producción, productividad y vida de flores de lilis asiática var. Navona asiática.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Determinar la concentración de sulfato de plata que incide de manera positiva en el crecimiento y desarrollo de plantas *de lilis*.
- Determinar la concentración de  $\text{AgSO}_4$  que afecte negativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas de liliium.
- Identificar la concentración de  $\text{AgSO}_4$  que impacta positivamente la vida en maceta (*in situ*) y florero (*ex situ*) en flores de lilis.

### **1.3 Hipótesis**

La aplicación de  $\text{AgSO}_4$  vía foliar impactará en la producción, productividad y vida de flores en lilis asiática var. Navona asiática.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes del Cultivo

#### 2.1.1 Origen

El género *Lilium* comprende alrededor de 100 especies, distribuidas en regiones templadas del hemisferio norte; una docena de ellas son originarias de Europa, dos de América del Norte y de 50 a 60 de Asia (Pelkonen, 2005).

#### 2.1.2 Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica de *lilium* según Pelkonen (2005) señala que esta flor pertenece al reino plantae, dividido en magnoliophyta, con clase liliopsida, en un orden que pertenece liliales, perteneciendo a la familia liliaceae, con un género liliácea.

#### 2.1.3 Producción Mundial

Las flores de lilis son altamente valoradas en el mercado de la floricultura, por su belleza indiscutible así como por su excelente calidad como flor cortada, siendo la quinta flor de corte más vendida en el mundo (Internet 1).

Holanda es el principal productor mundial de bulbos de diversos cultivares del genero *Lilium*. Los mayores productores de flor cortada dentro de la Unión Europea son; Holanda, Francia e Italia y en el continente americano destacan Colombia y Costa Rica (Internet 2).La actual demanda de flores de corte se concentra en Europa con el 70 % y Estados Unidos con el 21 % de la importación mundial con 147.959 t. (Odepa 2010).

#### 2.1.4 Producción Nacional

El SIAP (Sistema de Información Agropecuaria) en el año 2006, indicó que México tuvo una superficie cultivada de 10,429.62 has. de ornamentales en el año 2005 y un valor de producción de 2,201.8 millones de pesos.

**Cuadro 1.** Principales especies ornamentales cultivadas en México en el año 2005.

<b>Plantas ornamentales</b>	<b>Valor de la producción (\$)</b>	<b>Volumen de producción (Ton)</b>	<b>Superficie cultivada (Ha.)</b>
Crisantemo (gruesa)	974,672,300	8,724,750	2,359
Gladiola (gruesa)	473,127,490	3,211,552	2,990
Noche buena (planta)	214,906,000	11,492,000	175
Lilium (gruesa) de invernadero	127,387,800	212,688	64
Flores (planta)	90,794,980	11,920,000	73
Gladiola	47,673,500	3,590	528
Flores	36,573,168	3,721	534
Flores (gruesa)	34,106,675	290,063	171
Áster (manejo)	31,898,790	4,556,970	90
Zempoalxochitl	24,416,710	10,005	1,176

De acuerdo al Comité Nacional de Sistema Producto Ornamental en México, los lilis ocupan el cuarto lugar, de acuerdo a las preferencias de los consumidores, solo se encuentra por debajo de la rosa, gerbera y anturio lo que la hace una de las plantas ornamentales de mayor importancia para la producción en México (SAGARPA, 2012).

### **2.1.5 Importancia Económica**

La floricultura representa la cuarta parte de la derrama económica del campo mexiquense, ocupa 5,500 hectáreas (SAGARPA, 2007).

México posee una gran variedad de condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de la floricultura, se encuentran un amplio número de climas y suelos que permiten el cultivo de innumerables especies ornamentales, siendo comercializadas en mercados interno y externo. Para el año 2009, la producción nacional de flores de corte aportó a la economía nacional \$ 2 930 millones de pesos (SIAP, 2011). Dicho valor incluye divisas generadas por la exportación de 12% del volumen de la producción, de las cuales 96% se dirigen hacia Estados Unidos de América y alrededor de 4% a Canadá (Rijk, 2008). Esta actividad genera en México 225 000 empleos, tanto directos como indirectos (Orozco, 2007).

La comercialización por decena para los cultivares de lilis orientales y asiáticos se cotizan en \$90.00 y en \$70.00 respectivamente estos precios varían de acuerdo a la temporada, sin embargo en días festivos pueden alcanzar precios de hasta \$180.00 para los orientales y \$150.00 para asiáticos (Rojas, 2000).

### **2.1.6 Híbridos Asiáticos**

El precio está por debajo de los híbridos orientales. Tienen un ciclo de cultivo más corto de 11 a 15 semanas. Llegan a medir de 110 a 135 cm de altura, el calibre del bulbo es de 9/10, 10/12, 12/14 y 14/16 cm, dando de 3 a 10 flores, la cual es pequeña pero tiene más botones florales que los orientales con crecimiento vertical y no colgante, su tallo es dependiendo de la variedad, flojo, fuerte o vigoroso, los botones son de tamaño mediano al igual que sus hojas las cuales son de un verde oscuro. En cuanto al colorido de los pétalos existe una amplia gama predominando el blanco, rosa, rojo, amarillo y combinaciones de estos, excepto el color azul (Bañón *et al.*, 1993).

## **2.2 Características Botánicas**

### **2.2.1 Bulbo**

Está compuesto por escamas, una placa basal, un meristemo apical y raíces. Las escamas son hojas modificadas completamente visibles que funcionan como órganos de reserva. Todas las escamas están pegadas a la placa basal, que es un tallo modificado (Internet 3).

### **2.2.2 Raíz**

Las raíces emergen debajo de la placa basal (tallo verdadero) principal alrededor de su perímetro, hay dos tipos de raíces alimenticias y contráctiles Bird (1991), el sistema radical es abundante, presentan raíces adventicias caulinares y otras de tipo basal. Las raíces principales basales son carnosas con tonalidades marrones; tienen grosores de 2 a 3 mm de diámetro y longitudes que van de 15 a 20 cm. Las raíces adventicias aparecen en el tallo, sobre el bulbo. Estas tienen la función de absorber nutrientes y agua (Hertogh y Le Nard, 1993).

Estas raíces rápidamente sustituyen en un 90% a las raíces del bulbo en la tarea de administrar la humedad y los alimentos nutritivos a la planta. Por ello es importante comprobar que el bulbo que se plante, tenga raíces “vitalas” y que no estén enfermas, ni resacas.

### **2.2.3 Tallo floral**

El tallo floral o vástago sale sobre la placa basal dentro del bulbo, el punto de crecimiento es generalmente visible cuando el bulbo se saca. De la característica de la porción subterránea del tallo es la producción de raíces adventicias y la producción de bulbillos, en algunas especies en la parte aérea (Bird Richard, 1994).

### **2.2.4 Hojas**

Las hojas son lanceoladas u oval-lanceoladas, de dimensiones variables (10 a 15 cm de largo y ancho de 1 a 3 cm), sésiles o mínimamente pecioladas, las basales pubescentes o glabras, dependiendo igualmente del tipo. El color es generalmente verde intenso. Están dispuestas en intervalos regulares en forma de espiral en el tallo (Bañon *et al.* 1993).

### **2.2.5 Flores**

Las flores se sitúan en el extremo apical del tallo; sus sépalos son de varios colores, que van de un solo color hasta especies de colores mezclados con rayas o puntos (Bird, 1991); 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. Dichas flores poseen seis pétalos de los cuales a tres de ellos se les conoce como sépalos y estos generalmente son los que se encuentran visibles cuando el botón aun no abre (Bañon *et al.*, 1993).

## **2.3 Factores Ambientales**

### **2.3.1 Luz**

El lili es una planta de día largo, literalmente se les conoce como hijos del sol. Esta exigencia en luz es también un carácter varietal por lo que su corrección no será igual cuantitativamente para todos los cultivares (Bañon *et al.*, 1993).

Joanne (1997). Menciona que las plantas son muy sensibles a muchos aspectos de la luz en el ambiente, incluidos la duración, intensidad y dirección, la luz puede causar efectos drásticos y dramáticos en la morfogénesis, estimula la diferenciación e induce la expresión de genes, cloroplastos etc. En especial para la etapa de floración y en lilis del tipo asiáticos requieren una intensidad de luz alta (mayor de 2500 bp) bajo invernadero (Miller, 1998).

### **2.3.2 Temperatura**

Las temperaturas de desarrollo de cultivo en maceta, son las mismas que las requeridas para la producción de flor cortada en invernadero, es decir, mínimo de 10 a 12°C y máximo de 20 a 22°C (Verdugo, *et al.*, 2007).

### **2.3.3 Humedad**

El nivel correcto de humedad relativa es de 80 a 85%. Es importante evitar oscilaciones para evitar estrés y a causa de esto quemaduras de las hojas en cultivares sensibles principalmente en híbridos asiáticos (Rojas, 2000). La ventilación es fundamental para reducir la alta humedad relativa y para el control de la temperatura. Se debe evitar que la humedad relativa baje demasiado rápido para evitar daños en las hojas y ocasionar pérdidas de calidad. La humedad relativa alta favorece la presencia de enfermedades, como las ocasionadas por *Botrytis s.* (Bird Richard, 1994).

### **2.3.4 Sustrato**

El medio de cultivo para lilis en macetas, debe cumplir con los siguientes requisitos: debe ser muy liviano o suelto, dejar pasar el exceso de agua y a la vez debe ser buen retenedor de la humedad. Por ello, el mismo medio que se usa para el cultivo en cajas sirve perfectamente para plantar en macetas (corteza de pino compostada

mezclada con tierra, aserrín compostado con tierra, arena con perlita, etc.) (Verdugo, *et al.*, 2007). Se debe asegurar en el sustrato un pH de 6.0 a 6.8. Los Lilis son sensibles al exceso de sales. La conductividad eléctrica del sustrato (durante el cultivo) no debe superar los 2 mmhos/cm (Herrera, 2007).

## **2.4 Post Cosecha**

### **2.4.1 Síntomas de la Senescencia**

La senescencia foliar es un proceso activo programado genéticamente, el que también puede ser atacado por señales externas o internas. Los cambios metabólicos comunes durante la senescencia foliar, son la pérdida de clorofila y degradación de proteínas (Noodén *et al.*, 1997). Uno de los desórdenes fisiológicos más importantes en la postcosecha de *Lilium* sp., tipos asiático y oriental, es el desarrollo de clorosis foliar, la que generalmente comienza en las hojas basales del tallo y avanza progresivamente hacia las hojas superiores (Marentes, 2013).

Uno de los síntomas de senescencia de pétalos más notable a simple vista es el marchitamiento y arrugamiento de los mismos (pérdida de peso fresco), esto se presenta aun cuando la flor cortada se mantiene en agua, esto es debido posiblemente a un taponamiento que se da en el tallo de la flor a nivel del corte, impidiendo la absorción de agua, además de que la conducción de la misma dentro del tallo, es cada vez más lenta y menos abundante (Cadenas, 2004).

Por el proceso de transpiración se dice que se pierde aproximadamente el 95 % del agua absorbida por la planta y potencialmente puede causar daño por desecación (Wang, 1990).

### **2.4.2 Indicadores de Cosecha en Lilis**

El momento óptimo de cosecha es cuando los dos o tres primeros botones florales empiezan a colorear y antes de que se produzca la apertura o antesis. El tallo floral se corta por su base a unos 2 cm de su cuello. En Azucena, no es aconsejable hacer la cosecha por rompimiento del tallo con la mano, ya que ésta diferencia de los

híbridos es de producción continua y las heridas causadas al tallo pueden afectar a toda la planta (Marentes, 2013).

### **2.4.3 Características de los Preservadores**

Los tratamientos preservantes cumplen los siguientes propósitos: I) Mantener la libre circulación de los lípidos desde la base del tallo hasta la flor. II) Proporcionar sustratos energéticos y asegurar su transferencia a los pétalos. III) Otorgar una menor sensibilidad a los efectos nocivos del etileno exógeno. IV) Desacelerar el metabolismo mediante refrigeración. V) Proporcionar sustratos energéticos y asegurar su vida. VI) Desacelerar el metabolismo mediante refrigeración (Internet 4).

### **2.4.4 Efectos del Etileno**

El etileno es una hormona vegetal que se encuentra en las plantas y acorta su tiempo de vida. En concentraciones pequeñas ocasiona la caída de flores y capullos, además es importante en la maduración de frutos. Se ha demostrado que la producción de etileno en las flores cortadas aumenta cuando sufren por falta de agua, cuando se la almacena en posición horizontal y no vertical, cuando la intensidad de luz es baja o si están afectadas por algún daño mecánico o alguna enfermedad. La liberación profusa de etileno se presenta en el momento en que se inicia el proceso de senectud en las flores cortadas. El envejecimiento inducido por el etileno hace pensar que esta hormona tiene efecto sobre la turgencia de los tejidos (Internet 5).

Según algunos autores, los diferentes tipos de *Lilium* sp., son sensibles al etileno (Rhoads *et al.*, 1973).

La producción de etileno en las hojas aumenta con lentitud, hasta que las hojas senescen y se desprenden. Las flores también desprenden etileno, en especial antes de marchitarse, y en la mayoría de las especies, este gas ocasiona la senescencia y abscisión de los pétalos (Salisbury y Ross, 1994).

Las flores de corte presentan una curva de producción de etileno, en la cual se distinguen tres fases: 1. Una baja y constante tasa de producción, 2. Un acelerado aumento hasta llegar al máximo de producción, 3. Declinación de esta producción. Al finalizar la segunda etapa ocurren los síntomas de daño por etileno y por ende comienza la senescencia acelerada de la flor (Maxie *et al.*, 1973).

Dependiendo del cultivar con el que se trabaje, será la respuesta de este al etileno, en general pueden observarse dos efectos: 1.- Inhibición de la apertura floral y pérdida de turgencia en los pétalos; 2.- Apertura de botón acelerada y abscisión de pétalos y hojas (Rhoads *et al.*, 1973).

El envejecimiento inducido por el etileno, hace pensar que esta hormona tienen un efecto directo sobre la turgencia de los tejidos (Hanson y Kende, 1975) demostraron que la aplicación de etileno, acelera la pérdida de agua en los pétalos de clavel, de la misma forma que ocurre durante su senectud. El envejecimiento de los pétalos va acompañado generalmente de una pérdida de peso seco que aparentemente se debe, al menos en parte, a los azúcares, proteínas y ácidos nucleicos. Por otra parte, la longevidad de los pétalos, está determinada en parte por su contenido de carbohidratos (Coorts, 1973).

Según (Kaltaler y Stepankus, 1974), la diferencia esencial, entre la forma en que envejece una flor cortada y una sin cortar, radica en que la flor desprendida de la planta no recibe savia y por ende nutrientes disueltos, de manera que debe sobrevivir por sí sola a partir de reservas nutritivas limitadas, especialmente azúcares.

El marchitamiento y la senescencia de las flores cortadas se ven influidas por el etileno. El ion plata es un inhibidor competitivo, lo que reduce la unión de etileno a su receptor, la prevención de la hormona de actuar y, en consecuencia, el aumento de la longevidad de las flores cortadas. El principal uso de la plata en la flor de post cosecha es como tiosulfato de plata (TSP). (Smith y Carson, 1977).

## **2.5 Efecto del Azufre en la Agricultura**

### **2.5.1 Funciones del Azufre en las Plantas**

Numerosos compuestos de la planta (aminoácidos, proteínas, enzimas, etc.) poseen N y S, lo que ayuda a explicar la existencia de una relación N/S que está asociada con el crecimiento y la producción. Las proteínas son los compuestos que más incorporan N y S y están constituidas principalmente por los aminoácidos cistina, cisteína y metionina. La cisteína está relacionada con el estado nutricional de las plantas y también actúa en la síntesis de importantes compuestos de defensa (glucosinolatos, GHS, fitoalexinas y posiblemente S<sup>o</sup>). Además de los aminoácidos y proteínas, el S es parte de una variedad de compuestos como coenzimas (biotina, pirofosfato de tiamina, coenzima A, ácido lipóico), proteínas con hierro (Fe) y S (ferridoxinas), tioredoxinas, sulfolípidos, cisternas substituidas (Se-cisteínas), ésteres de sulfato (colina), flavonóides, lípidos, glucosinolatos, polisacáridos, sulfónicos y compuestos reducidos (Malavolta, 2006).

El S, como el N, está presente en todas las funciones y procesos que son parte de la vida de la planta, desde la absorción iónica hasta su participación en el RNA y DNA, pasando por el control del crecimiento y diferenciación de los tejidos de la planta.

### **2.5.2 Deficiencias de Azufre**

Las etapas críticas de deficiencia de este nutriente se encuentran entre la elongación del tallo y la aparición de los órganos florales, las plantas que sufren deficiencia severa de azufre, tienen un periodo de crecimiento menor, muestran manchas características en las hojas, comenzando con una clorosis en los bordes, que podría ir acompañada por un color púrpura. Otro síntoma claro de la deficiencia de azufre es que la clorosis en la hoja, no manifiesta síntomas de marchitamiento. Durante la floración se relaciona con el cambio de color del pétalo de amarillo brillante a amarillo pálido o blanco, acompañado de un cambio en forma y tamaño. En el estado de maduración del fruto a senescencia, las hojas, ramas y vainas son rojizas o púrpura. El componente de la producción afectado por la deficiencia de

azufre es el número de semillas por vaina, que disminuye visiblemente. La deficiencia de azufre dará lugar a la pérdida de producción, de aptitud y resistencia de la planta frente a parásitos, además de disminuir la calidad de los productos cosechados (Internet 6).

### **2.5.3 Excesos de Azufre**

Los síntomas de exceso de S pueden aparecer como clorosis intervenal en algunas especies, puede provocar fitotoxicidad en hojas, sobre las que aparecen unas manchas amarillas que posteriormente se necrosan. La planta evidencia una falta de crecimiento y hojas nuevas de tamaño pequeño. Para solucionar el exceso de azufre se debe controlar la CE, con una CE baja la absorción de azufre disponible no se dispara o lixiviar el sustrato de la planta. (Internet 7).

### **2.5.4 Antagonismos del Azufre**

El N y S pueden interactuar entre ellos y con otros elementos. Su presencia o ausencia puede provocar aumento (sinergismo) o reducción (inhibición, antagonismo) del contenido de otros elementos. Los casos más comunes de sinergismo son: N x S, N x Ca, N x Mg, N x Zn, N x Cu, y N x Mn. Los antagonismos más comunes son: N x B, S x Se, S x Cu x Mo (Malavolta, 2006).

### **2.5.5 Formas de Absorción del Azufre**

Si no se toma en cuenta la absorción de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) de la atmósfera, actividad que puede representar un aporte importante de azufre para muchas plantas (Wainwright, 1984), la mayor parte del azufre tomado por las plantas del suelo es absorbido en forma de  $\text{SO}_4^{-2}$  e incorporado al aminoácido cisteína en los tejidos fotosintéticos. La reducción asimilativa del azufre del sulfato es un proceso dependiente de la luz llevado a cabo en los cloroplastos (Anderson, 1981). Las hojas y raíces son capaces de absorber S en diversas formas:  $\text{SO}_2$ , Cisteína y S elemental ( $\text{S}^0$ ), sin embargo, los cultivos absorben S principalmente en forma de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) (Rendig *et al.*, 1976).

En las plantas se ha encontrado una estrecha relación entre el estado nutricional del nitrógeno y el del azufre (Rendig *et al.*, 1976), y esto no es sorprendente si se

considera que aproximadamente el 80% del nitrógeno y azufre incorporados en compuestos orgánicos de las plantas lo hacen en las proteínas cuando ambos elementos se encuentran en proporciones adecuadas. A este respecto Rennerberg (1984) menciona: "Por lo tanto, la composición de la proteína determina en gran extensión la proporción entre el azufre y el nitrógeno orgánicos de las plantas. Este cociente  $S_{orgánico}/N_{orgánico}$  se encuentra en el rango de 0.025 (leguminosas) a 0.032 (gramíneas), y es relativamente constante de una especie a otra. Esta constancia aparentemente es conseguida a través de un control acoplado de la reducción de nitrógeno y azufre. Como consecuencia de esto, la cantidad real de azufre requerido por una planta es fuertemente dependiente del aporte nitrogenado de la misma".

La absorción de sulfato por las raíces es, en su mayor parte, un proceso metabólico mediado por proteínas acarreadoras las cuales son sujetas a un control negativo de su actividad por medio del monitoreo de la concentración intracelular de sulfato y de los productos del metabolismo del azufre. Sin embargo, tal parece que dichos mecanismos regulatorios son incapaces de evitar la presencia de  $SO_4^{2-}$  intracelular en exceso. Como resultado de esto las plantas presentan mecanismos alternos de regulación como el descrito en el modelo de Rennerberg et al. (1984) en forma de un ciclo intracelular del azufre el cual, según los autores, tendría como función la regulación de la cantidad de cisteína libre en las células.

## **2.6 Aspectos Generales de la Plata**

Los metales pesados son un conjunto de diversos elementos químicos, a los que se atribuyen diferentes efectos de contaminación, toxicidad y/o ecotoxicidad. Los metales pesados que se citan a continuación: bario, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, aluminio, hierro, manganeso, plata y zinc contaminan el ambiente. La plata es un metal poco común, presente en la naturaleza, con frecuencia depositado como mineral en asociación con otros elementos. Las emisiones derivadas de las operaciones de fusión, la manufactura y eliminación de ciertos suministros fotográficos y eléctricos, la combustión del carbón y la lluvia

artificial son algunas de las fuentes antropogénicas de la plata en la biosfera (Adams y Kramer, 1999).

### **2.6.1 Propiedades Físicas y Químicas de la Plata**

La plata es un metal blanco y dúctil que ocurre naturalmente en forma pura como en minerales (EPA, 1980). La plata tiene la más alta conductividad eléctrica y térmica de todos los metales. Algunos compuestos de plata son extremadamente fotosensible y son estables en aire y agua, excepto para manchar fácilmente cuando se exponen a los compuestos de azufre (Heyl *et al.* 1973). La plata metálica es insoluble en agua, pero muchas sales de plata, tal como nitrato de plata, son solubles en agua a 1.220 g / l. En ambientes naturales, plata se produce principalmente en la forma de sulfuro o está íntimamente asociado con otros sulfuros metálicos, especialmente los de plomo, cobre, hierro, y el oro, que son todos esencialmente insoluble (EPA, 1980). Plata forma fácilmente compuestos con antimonio, arsénico, selenio, y telurio. La plata tiene dos isótopos estables ( $^{107}\text{Ag}$  y  $^{109}\text{Ag}$ ) y 20 radioisótopos; ninguno de los radioisótopos de plata se produce de forma natural, y el radioisótopo con la vida media física más larga (253 días) es  $^{110m}\text{Ag}$ . Varios compuestos de plata son posibles peligros de explosión: oxalato de plata se descompone explosivamente cuando se calientan; acetiluro de plata ( $\text{Ag}_2\text{C}_2$ ) es sensible a la detonación en el contacto, y azida de plata ( $\text{AgN}_3$ ) detona espontáneamente bajo ciertas condiciones (Smith y Carson, 1977).

### **2.6.2 Principales Aplicaciones de la Plata**

- **Fotografía y Radiografía**

La plata es única en su habilidad para reaccionar con la luz y producir imágenes en aplicaciones tales como la fotografía y radiografía (rayos X) y ningún otro elemento metálico posee estas propiedades. Por esta razón la industria fotográfica es la mayor usuaria de plata en el mundo. Los cristales de haluros de plata son parte importante del proceso fotográfico (revelado e impresión de la fotografía) y la descarga de las mismas a los desagües públicos está prohibida. Los generadores potenciales de desechos fotográficos y de imagen son los hospitales, clínicas dentales, laboratorios

fotográficos, plantas de impresión, instalaciones de microfilm, entre otros. Además la plata está presente como complejos de sulfitos solubles y sulfuro de plata (EPA, 1980).

- **Antiséptico**

La plata presente en las sales solubles es usada como desinfectante; sin embargo, la ingestión en pequeñas cantidades del ion Ag puede causar argiria por lo que se estableció un nivel permisible máximo de 0.1 mg/L para el uso antiséptico (Grier 1983). La actividad antibacteriana de la plata ha sido conocida por siglos. La plata y sus sales se han utilizado médicamente y en el control de bacterias y otros organismos en el agua (Pyke *et al.* 1992). El mecanismo de la acción antibacteriana de los iones de plata está estrechamente relacionada con su interacción con grupos tiol (sulfhidrilo, - SH).

- **Industria florícola**

En el Ecuador para prolongar la existencia de las flores cortadas sensibles al etileno, se utiliza el tiosulfato de plata (STS), el cual retarda el deterioro de las mismas. Además, por ser una sustancia química preservante, conserva la flor y se garantiza su calidad al consumidor; pero es un potente generador de residuos metálicos (plata) en solución, que son tóxicos para el medio ambiente. Previamente a su vertimiento en el suelo y agua, estos residuos deben ser minimizados y tratados adecuadamente garantizando las concentraciones máximas de plata exigidas por la legislación nacional (Reid & Dodge, 2002).

La plata es un constituyente traza normal de muchos organismos (Smith & Carson, 1977). En las plantas terrestres, las concentraciones de plata son por lo general un peso inferior a 1,0 mg / kg de cenizas (equivalente a menos de 0,1 mg / kg de peso seco) y son más altos en los árboles, arbustos y otras plantas cerca de las regiones de la minería de plata, semillas, frutos secos, y frutas suelen contener concentraciones de plata más elevados que otras partes de la planta (EPA, 1980).

## 2.7 Efecto de la Plata en la Agricultura

### 2.7.1 Influencia de la Plata en los Cultivos

En general, la acumulación de plata por las plantas terrestres de los suelos es baja, incluso si el suelo se modifica con que contiene plata lodos de depuradora o las plantas se cultivan en los relaves de las minas de plata, donde la plata se acumula principalmente en los sistemas de raíces. La germinación fue la etapa más sensible para las plantas cultivadas en soluciones que contienen varias concentraciones de nitrato de plata. Se espera que los efectos adversos sobre la germinación a concentraciones superiores a 0,75 mg plata / litro (como nitrato de plata) para la lechuga y 7,5 mg / l para el raigrás (*Lolium perenne*) y otras plantas examinadas (Ratte, 1999). Smith & Carson (1977) informaron de que los aerosoles que contienen 9,8 mg disueltos maíz plata / litro kill (*Zea mays*), y los aerosoles que contienen 100-1000 mg disuelto tomate plata / litro kill (*Lycopersicon esculentum*) y frijol (*Phaseolus* spp.) plantas. Semillas de maíz, lechuga (*Lactuca sativa*), avena (*Avena sativa*), nabo (*Brassica rapa*), soja (*Glycine max*), espinaca (*Spinacia oleracea*), y la col china (*Brassica campestris*) fueron plantadas en suelos enmendados con sulfuro de plata y lodos de depuradora para contener plata / kg de peso seco del suelo tanto como 106 mg (Hirsch et al, 1993;. Hirsch, 1998a). Todas las plantas germinadas, y más crecieron normalmente en la concentración en el suelo más alto de plata probado. Los rendimientos de lechuga, avena, nabo, y la soja fueron más altos en los suelos enmendados con lodos activados de plata cargada de residuos que en los suelos de control, pero el crecimiento de la col y lechuga china se vio afectada de manera adversa a los 14 mg plata / kg de peso seco del suelo y más alto. Las concentraciones de plata en las partes comestibles de todas las plantas de todos los niveles del suelo de plata probadas, excepto lechuga, eran de menos de 80 mg / kg de peso seco, lo que sugiere que la disponibilidad de sulfuro de plata lodos transmitidas a la mayoría de los cultivos agrícolas es insignificante. Lechugas cultivadas en suelos que contienen 5 y 120 mg de plata / kg de peso seco tenía aproximadamente 0,5 y hasta 2,7 mg de plata / kg de peso seco

se va, respectivamente, en comparación con 0,03 mg / kg de peso seco en los controles (Hirsch, 1998).

Beglinger y Ruffing (1997) no encontraron ningún efecto de 1.600 mg de plata / kg de peso seco del suelo (se aplica como el sulfuro de plata) en la mortalidad, el tiempo, el aspecto o el peso de las lombrices de tierra (madriguera *Lumbricus terrestris*) expuestas durante un máximo de 14 días.

### **2.7.2 Formas de Absorción de la Plata**

- **Absorción por raíz**

De acuerdo a Maqueda (2003), el proceso de acumulación de metales tiene en general los siguientes mecanismos:

**A.** Los iones alcanzan la zona de absorción de la raíz por difusión a través de la solución del suelo, son arrastrados por el movimiento del agua hacia la raíz o entran en contacto con la zona de absorción a medida que la raíz crece. (Fernández, 2003). Los iones metálicos son movilizados por la secreción de agentes quelantes, proteínas que promueven la solubilidad del elemento o por la acidificación de la rizosfera.

**B.** Las raíces capturan a los metales hidratados o a los complejos metal-quelante y los internan al medio celular por medio de sistemas de transporte constituidos por canales iónicos y transportadores. Dichos sistemas de transporte son energizados por bombas de protones secundarias. Dentro de las células los metales son quelatados principalmente por ácido orgánicos, ionóforos o fitoquelatinas; la vacuola o proteínas especializadas como la ferritina o las metalotioneínas constituyen siempre un almacén importante de metales.

**C.** Los metales se transportan a la parte aérea vía el xilema ya sea como iones hidratados o principalmente como complejos con histidina o ácido cítrico, entre otros.

**D.** Después de penetrar el apoplasto foliar, los metales se distribuyen dentro de las células, manteniendo en cada organelo las concentraciones dentro de rangos

fisiológicos específicos. El exceso de metales esenciales y no esenciales se almacenan en la vacuola.

- **Absorción foliar**

Otro mecanismo de ingreso de sustancias potencialmente tóxicas a las plantas, como los metales pesados, es mediante la absorción foliar. La disponibilidad a través de las hojas de algunos elementos traza provenientes de fuentes aéreas puede tener un impacto significativo en la contaminación de las plantas y también es de particular importancia en la aplicación de fertilizantes foliares. La absorción foliar es mediada por una fase de penetración cuticular y un mecanismo de carácter metabólico que considera la acumulación de los elementos contra un gradiente de concentración. (Kabata – Pendias, 2000).

### **2.7.3 Residualidad de la Plata**

La capacidad para acumular plata disuelta varía ampliamente de una especie a otra. Se han detectado concentraciones elevadas de plata en la biota, colectores de aguas residuales, instalaciones de galvanoplastia, vertederos de residuos mineros y zonas en las que se ha aplicado yoduro de plata (Ratte, 1999).

Los compuestos de plata y su consiguiente biodisponibilidad son fundamentales para comprender el riesgo potencial que conlleva el descarte de residuos metálicos en solución. La medición de la plata iónica libre es el único método directo para evaluar los efectos probables del metal en los organismos. A diferencia de algunos otros metales, las concentraciones de plata en el agua dulce de zonas prístinas y de la mayor parte de las urbanas son muy inferiores a las que producen secuelas venenosas, pero en las zonas más industrializadas los niveles se aproximan a concentraciones con efectos tóxicos, si las condiciones favorecen la biodisponibilidad (McGeer JC *et al.*, 2000)

Las concentraciones de plata en ríos, lagos y estuarios se encuentran alrededor de 0.01 µg/l en zonas prístinas no contaminadas y de 0.01-0.1 µg/l en zonas urbanas e industrializadas (Ratte, 1999).

En el Ecuador para regular estos procesos se cuenta con el apoyo legislativo del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) 2003. Este se sustenta bajo las regulaciones ambientales que aseveran que la concentración de plata puede variar entre 0.005 mg/L hasta 0.05 mg/L como límite máximo permisible y 0.1 mg/L como límite de descarga en agua, medidas que en gran parte si se cumplen evitarán contaminación al medio ambiente.

Martínez (2003), recomienda que la concentración de plata en el agua para beber no exceda 0.10 miligramos por litro de agua (0.10 mg·L) debido a que puede causar la decoloración de la piel.

#### **2.7.4 Preservadores a base de Plata**

##### **Tiosulfato de Plata (STS)**

El tiosulfato de plata, tiene la función de inhibir la acción del etileno. La plata invade fácilmente los tallos de las flores cortadas. Sin lugar a dudas, el inhibidor de la síntesis de etileno que se ha utilizado en estos últimos años, tanto a nivel experimental como comercial, es el tiosulfato de plata (STS), habiéndose convertido en un compuesto esencial para el sector comercializador de flor ornamental cortada. Sin embargo este potente bloqueador del receptor hormonal del etileno, está siendo cuestionado en algunos países de la Unión Europea, e incluso en algunos se ha prohibido su uso, por sus efectos tóxicos sobre el consumidor y el medio ambiente (Fernández, 2003).

##### **Nitrato de plata Ag NO<sub>3</sub>**

Su principal mecanismo de acción es la inactivación enzimática y la desnaturalización proteica por unión a los grupos –SH de las proteínas, inhiben la

producción de etileno y promueven la regeneración y el crecimiento de brotes en plantas. También puede unirse a grupos fosfato, carboxilo. Es muy efectivo frente a bacterias Gram negativas (principalmente *Proteus*, *Pseudomonas* y *Neisseria gonorrhoeae*). Menos activo sobre Gram positivos, posee buena actividad frente a hongos y moderada frente a virus. No posee actividad frente a micro bacterias ni endosporas bacterianas. Según las concentraciones utilizadas actúa como bacteriostático o bactericida (Internet 8).

## **2.8 Efecto del Ácido Salicílico en la Agricultura**

El ácido salicílico (SA) es un compuesto fenólico natural presente en muchas especies de plantas a distintos niveles. Mientras que en la terapéutica los beneficios de SA y su derivado acetilado, aspirina, han sido ampliamente conocidos por un largo tiempo, nuestros conocimientos sobre el papel del SA en las plantas han emergido durante la última década. El gran cuerpo de evidencia ha demostrado que la SA es un endógeno clave de señales implicado en las respuestas de defensa de las plantas, así como la floración y la termogénesis. Después de la infección por patógenos, los niveles endógenos de SA y sus conjugados aumentan significativamente en el tabaco, pepino y *arabidopsis* inmediatamente anterior a la inducción de (RP) genes relacionados con la patogénesis y la aparición de resistencia a las enfermedades. Aplicación exógena de SA o aspirina induce genes PR y activa local y sistémica resistencia adquirida en una amplia variedad de especies de plantas (Ryals et al., 1996).

### **2.8.1 Funciones del Ácido Salicílico en las Plantas**

- **Mecanismo de defensa**

Las plantas han desarrollado mecanismos complejos para defenderse contra los patógenos, por lo que una gran parte de la atención se ha dirigido hacia la aclaración de la naturaleza molecular de la resistencia. El ácido salicílico se ha demostrado ser una molécula de señalización implicada en ambas reacciones de defensa locales en los sitios de infección y la inducción de resistencia sistémica. Aunque todavía no está

claro si este compuesto puede servir como un mensajero de larga distancia señalar la presencia de un patógeno, su síntesis y acumulación son requisitos importantes para las respuestas de defensa. Los avances recientes han establecido además el papel fundamental de las vías de transducción de señales dependientes de ácido salicílico. (Durner, J 1997).

- **Ácido salicílico como vehículo de metales pesados.**

El ácido salicílico funciona como un agente señalizador, ayuda al transporte de metales pesados al interior de la planta y se ha probado para el control de enfermedades de postcosecha. Gaur y Chenulu (1982) La mayor parte de la investigación utilizando ácido salicílico se dirige a la inducción de la resistencia sistémica adquirida (SAR) en huéspedes contra el ataque de los patógenos (Ryals *et al*, 1996).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del experimento

La presente investigación se realizó en el invernadero dos de Fitomejoramiento ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con coordenadas geográficas de 25° 21' de latitud Norte y 101° 02' de longitud oeste, con una altitud de 1762 msnm (Google Earth, 2010).

#### 3.2 Material vegetativo

Se emplearon bulbos de *Lilium asiática* variedad Navona asiática, es un híbrido color blanco puro, con estambres muy oscuros; contrasta perfectamente con el color verde de su follaje, tiene un ciclo de 90 -100 días, la altura de la planta varía entre 90-100 cm, normalmente se utiliza para flor de corte. (Flowering Bulbs Catalogue, 2008).

#### 3.3 Descripción de los tratamientos

En cada tratamiento se aplicaron diferentes dosis de sulfato de plata y Ac. Salicílico a concentración  $10^{-6}$  molar.

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos empleados en el experimento.

TRATAMIENTO	Ag SO <sub>4</sub> (mg.L)
1 (Testigo)	0
2	20
3	40
4	60
5	80
6	100

#### 3.4 Diseño experimental

La distribución del experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con 6 tratamientos y 11 repeticiones.

Para el análisis de la información se utilizó el programa SAS 9.0, para detectar la diferencia estadística entre el grupo de tratamientos empleado se utilizó la metodología de Duncan ( $\alpha=0.05$ ).

### 3.5 Establecimiento del experimento

La plantación de los bulbos se realizó el día 24 de octubre del 2012, utilizando como sustrato peat moss y vermiculita (3:1) depositando la mezcla en bolsas de polietileno negro con capacidad de 8 litros, colocando un bulbo por maceta.

Se establecieron 11 plantas por tratamiento, las cuales fueron consideradas como repeticiones de los tratamientos, para el caso de producción (para el caso de días a floración se consideraron 5 repeticiones por tratamiento) y se consideraron un total de 4 repeticiones para el caso de evaluación de parámetros de productividad, en tanto que para las variables de vida de anaquel (*in situ* y *ex situ*) se utilizaron un total de 5 repeticiones por tratamiento.

### 3.6 Manejo de la planta

#### 3.6.1 Riego

La cantidad de agua fue definida de acuerdo a la fenología de la planta, la frecuencia fue cada ocho días en fertirriego y aplicaciones adicionales conforme la planta lo demandaba.

**Cuadro 3.** Aplicación de riego a plantas de lilis por etapa fenológica.

<b>Etapa fenológica</b>	<b>Cantidad de agua (ml)</b>
Inicio de Crecimiento	250
Crecimiento Vegetativo Pleno	350
Diferenciación Floral	600
Emisión de Botones	750
Plena Floración	750

#### 3.6.2 Programa de nutrición

Se utilizó la solución nutritiva de Steiner (Cuadro 1A) a diferentes concentraciones dependiendo la fenología de la planta, con aplicaciones semanales.

**Cuadro 4.** Concentración de la solución Steiner por etapa fenológica.

<b>Etapa fenológica</b>	<b>Duración (Días)</b>	<b>Concentración de la solución (%)</b>
Inicio de Crecimiento	8	25
Crecimiento Vegetativo Pleno	19	50
Diferenciación Floral	7	50
Emisión de Botones	33	75
Plena Floración	9	100

### 3.6.3 Aplicación de $\text{AgSO}_4$

Las aplicaciones de sulfato de plata se realizaron de manera foliar con intervalos de 8 días entre aplicación, asperjando hasta cubrir por completo la planta sin formar películas de agua con la ayuda de un aspersor. En total se realizaron 7 aplicaciones realizando la primera aplicación en la etapa de diferenciación floral.

**Cuadro 5.** Número de aplicaciones de  $\text{Ag SO}_4$  de acuerdo a la etapa fenológica de la planta.

<b>ETAPA FENOLOGICA</b>	<b>NÚMERO DE APLICACIONES</b>
Inicio de Crecimiento	0
Crecimiento Vegetativo Pleno	0
Diferenciación Floral	1
Emisión de Botones	5
Plena Floración	1

### 3.6.4 Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas se realizaron aplicaciones foliares de insecticida Confidor con una dosis de 0.8ml/l cada ocho días, para controlar las enfermedades se utilizó el fungicida Tecto 60 aplicando 1g/l cada ocho días al sustrato.

### 3.7 Variables evaluadas

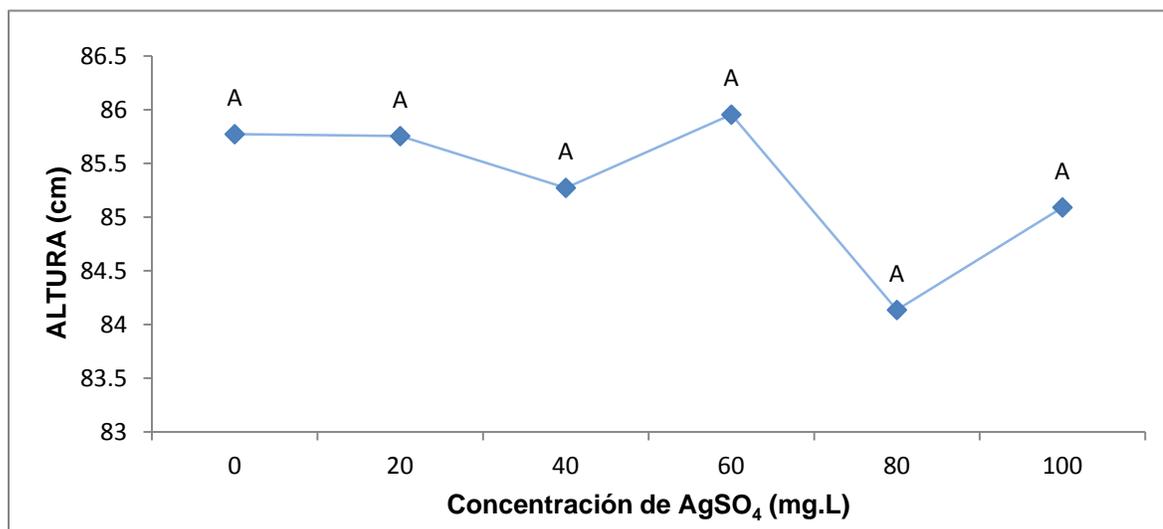
- **Altura:** La evaluación de altura de planta se realizó de manera manual con un flexómetro tomando desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, la primera evaluación se realizó el día 29 de noviembre con intervalos de ocho días realizando un total de cinco evaluaciones.
- **Diámetro del tallo:** Para la variable diámetro de tallo se utilizó un vernier tomando la medida de la parte basal, la primera evaluación se realizó el día 29 de noviembre con intervalos de ocho días realizando un total de cinco evaluaciones.
- **Número de botones:** Se realizó el conteo de botones florales por planta haciendo la primera evaluación el día 29 de noviembre, con intervalos de ocho días realizando un total de cinco evaluaciones.
- **Peso fresco y seco total de la planta:** Estas variables se tomaron al término del experimento utilizando cuatro repeticiones de cada tratamiento, se lavaron perfectamente las raíces con agua para dejarlas libres de sustrato y se prosiguió a dividir la planta en dos secciones, parte aérea (tallo y hojas) y parte subterránea (bulbo), de cada sección fue tomado y registrado el peso fresco, posteriormente fueron dejadas a temperatura ambiente, la parte aérea por cuatro días y el bulbo por ocho días, posterior a esto fueron introducidas a una estufa de secado marca ICB-Oven por 48 hrs. a una temperatura de 60°C, después de retirar las secciones de la estufa se tomó el peso seco con la ayuda de una balanza analítica de la marca SARTORIUS igual que para el peso fresco.

- **Días a floración:** Se evaluaron cinco plantas en maceta por tratamiento tomando en cuenta el tiempo que tardaron desde la plantación, hasta el comienzo de apertura floral.
- **Duración en maceta (*In situ*):** Se evaluaron cinco plantas en maceta por tratamiento, tomando en cuenta desde el comienzo de la apertura floral hasta el comienzo de la marchitez de los pétalos, y se registraron los días que permaneció la flor en la planta con las características comerciales establecidas anteriormente por Marentes (2013).
- **Duración en florero (*Ex situ*):** Se realizó la cosecha de cinco plantas por tratamiento de acuerdo a las características mencionadas por Marentes (2013), haciendo un corte transversal con una navaja a una altura de 40cm por vara, se colocaron las cinco varas en un florero, utilizando un florero por tratamiento y a cada uno se le agregaron 500 ml de agua purificada, y fueron dejados en el invernadero para evaluar los días en los que cada flor permaneció con características comerciales.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de la planta

Los resultados para la variable altura de la planta muestran que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, mostrando la siguiente tendencia.

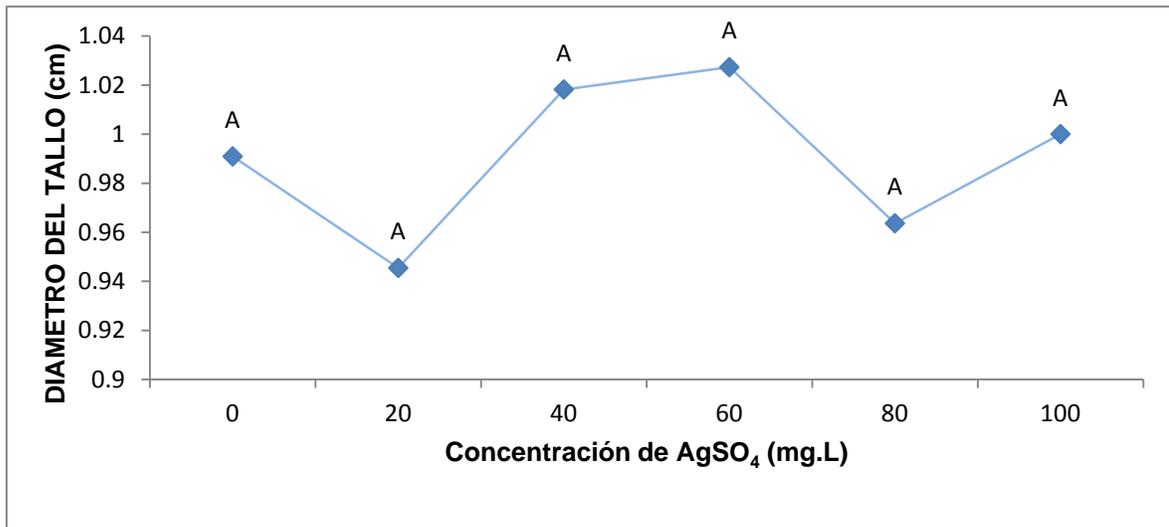


**Figura 1.** Altura de plantas de lilis tratadas con Ag SO<sub>4</sub>

La calidad de una flor de corte se basa en la longitud del tallo, tanto que existen en el mercado nacional e internacional varias clasificaciones para su comercialización. Un tallo floral con una longitud suficiente (80 cm), y fuerte es más preferido por los consumidores de lilis cuyo destino es un arreglo floral (CIBF, 1994). Los valores obtenidos en el presente experimento fueron muy similares, el tratamiento número cuatro con una concentración de 60 mg·L mostró la mayor altura con 85.96 cm, siendo el único que supero al testigo con un valor de 0.23 %, mientras que el tratamiento cinco (80 mg·L); y seis (100 mg·L) con las concentraciones más altas reportaron las alturas más bajas con 84.17 cm; y 85.09 cm respectivamente, lo que indica que no necesariamente al aumentar la dosis de sulfato de plata aumenta la longitud de la vara en lilis, dichos resultados coinciden con Yonghua *et al.*, (2005) quienes reportan que no hay efecto significativo del AgNO<sub>3</sub> a  $\leq 1,0$  mg·L en el crecimiento y altura de brotes de fresa en comparación con el control.

## 4.2 Diámetro de tallo

Los resultados para la variable diámetro del tallo muestran que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, mostrando la siguiente tendencia.

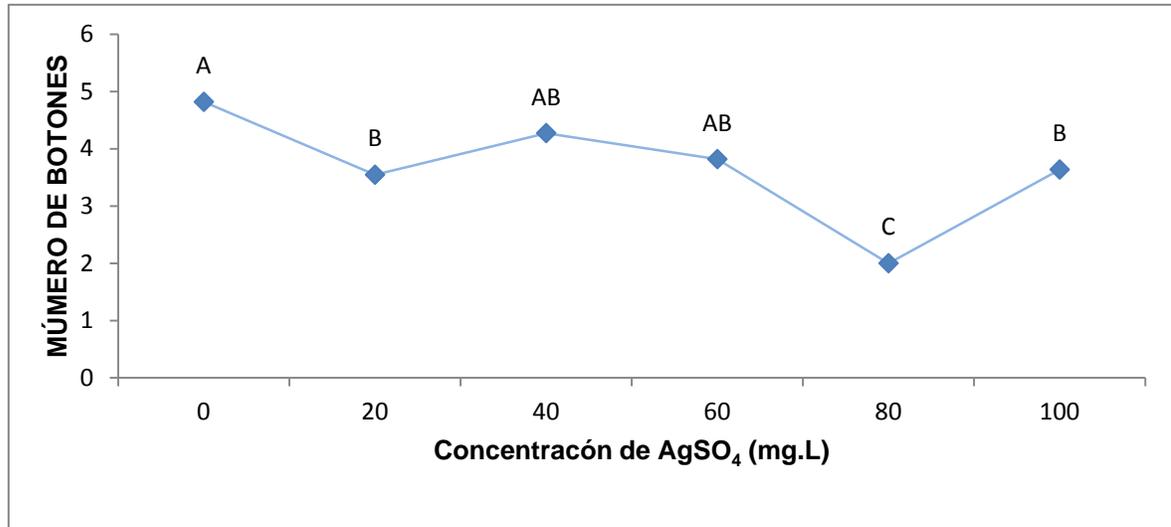


**Figura 2.** Diámetro de tallo de plantas de lilis tratadas con  $\text{AgSO}_4$ .

Un tallo con una mayor longitud no es sinónimo de grosor en el mismo, esta variable es importante debido a que refleja el vigor del tallo, este debe permitir el sostenimiento adecuado de las flores. Además tallos con diámetros mayores presentan mayores reservas, y permiten una mejor calidad de las flores que los tallos delgados (CIBF, 1994). El uso de sulfato de plata no afecta esta característica, ya que se ubica el valor más alto para el tratamiento cuatro con una concentración de 60 mg·L reportando 1.03 cm de diámetro, seguido por el tratamiento tres con una concentración de 40 mg·L con un valor de 1.02 cm, los datos más bajos fueron obtenidos por el tratamiento dos (20 mg·L) y el testigo, con 0.95 cm y 0.99 cm respectivamente. Hassan y Schmidt (2005) afirman que soluciones de prueba que contienen STS, no presentan ningún efecto en el diámetro de tallos de los crisantemos respecto al tratamiento control.

### 4.3 Número de botones

Los resultados para la variable número de botones muestran que si existe diferencia significativa entre los tratamientos, mostrando la siguiente tendencia.

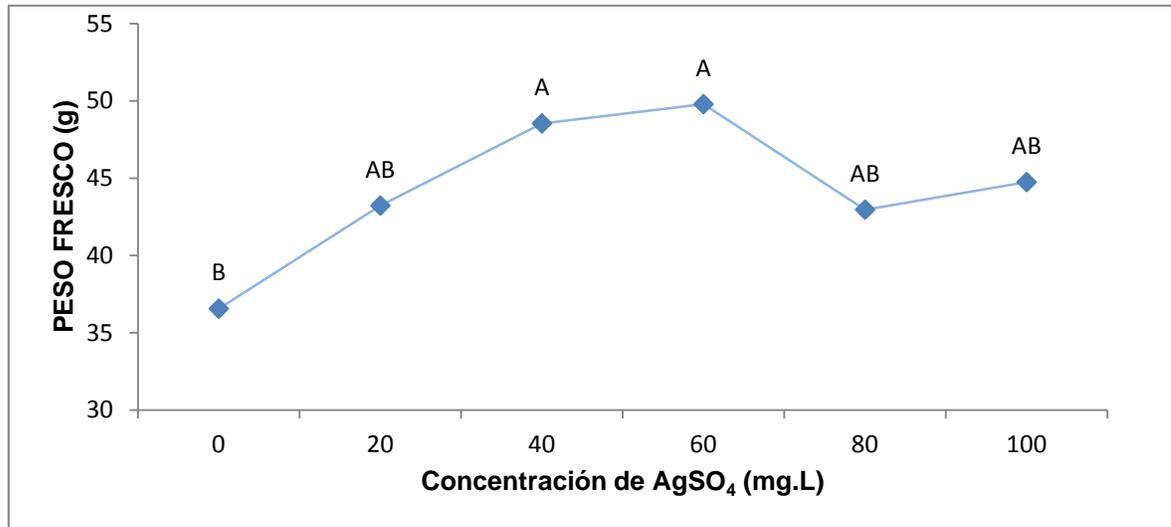


**Figura 3.** Número de botones de plantas de lilis tratadas con AgSO<sub>4</sub>.

El número de botones florales por vara es de gran importancia en la calidad de una flor, un bajo número de botones reduce el periodo de floración de una vara de *Lilium*. Para esta variable el mejor tratamiento fue el testigo con 4.82 botones, mostrando una amplia significancia en comparación con el más bajo que fue el tratamiento cinco a una concentración de 80 mg·L, con 2 botones florales al reducir 58.5% de flores. Aunque todos los tratamientos tratados con sulfato de plata mostraron una reducción en el número de botones, el menos afectado fue el tratamiento tres con una concentración de 40 mg·L reportando 4.27 botones, el cual disminuyó 11.41 % respecto al testigo. Esta variable indica que con la aplicación de sulfato de plata se muestra un efecto negativo en el número de botones florales, discrepando con lo reportado por Anjum *et al.*, (2001), quien mencionó que el AgNO<sub>3</sub> no inhibe la apertura de yemas en el cultivo de nardo, es de importancia mencionar que en inicio de floración el cultivo fue expuesto a un alto volumen de solución que pudo haber alterado la emisión de botones florales. Según Fusconi *et al.*, (2006) existen efectos producto de la toxicidad por metales pesados, que están asociados al estrés oxidativo que inhibe de la división celular y produce muerte celular.

#### 4.4 Peso fresco de la parte aérea

Los resultados para la variable peso fresco de la parte aérea muestran que si existe diferencia significativa entre los tratamientos, mostrando la siguiente tendencia.

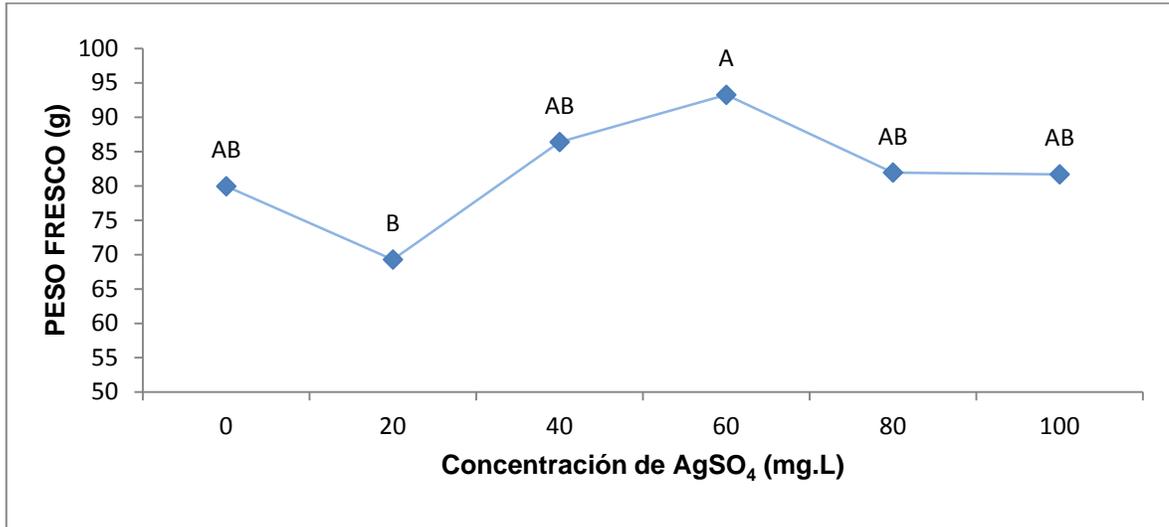


**Figura 4.** Peso fresco de la parte aérea de plantas de lilis tratadas con  $\text{AgSO}_4$ .

El agua constituye el 80-90 % del peso fresco de muchas plantas herbáceas debido a sus importantes funciones de intercambio gaseoso, fotosíntesis y transporte de nutrimentos. Producir un gramo de biomasa supone gastar entre 100 y 1000 g. de agua (Betancourt *et al.*, 2005). Para esta variable el mejor tratamiento fue el cuatro con una concentración de 60 mg·L mostrando un peso de 49.79 g, seguido del tratamiento tres con una concentración de 40 mg·L reportando 48.54 g superando al testigo por 36.19 % y 32.77 % respectivamente, el cual tuvo el peso más bajo con 36.56 g. Los tratamientos tres y cuatro fueron superiores al peso presentado por Treder (2001), quien encontró en promedio un peso fresco total de la planta de 45 g. Con este resultado se demuestra que el sulfato de plata ayuda al aumento de peso fresco de la parte aérea coincidiendo con Tarciso (2005), quien reporto que Tallos previamente tratado con STS ayuda en la preservación de la hidratación del tallo. Hassan y Schmidt (2005) afirman que soluciones de prueba que contienen STS más sacarosa, tiene un mejor mantenimiento del peso fresco de los tallos de los crisantemos, con una diferencia de 14.45 % con respecto al tratamiento control.

#### 4.5 Peso fresco de la parte subterránea

Los resultados de la variable peso fresco de la parte subterránea muestran que si existe diferencia significativa entre los tratamientos, mostrando la siguiente tendencia.

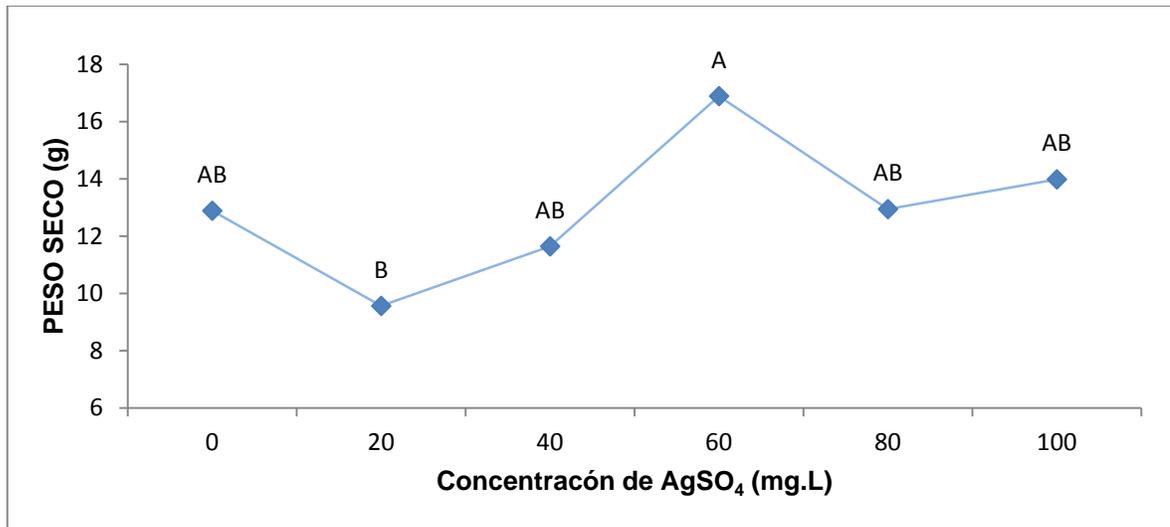


**Figura 5.** Peso fresco de la parte subterránea de plantas de lilis tratadas con AgSO<sub>4</sub>.

El peso fresco del bulbo aumenta 17.51 % con la aplicación del tratamiento cuatro con una concentración de 60 mg·L, que reporto 93.25 g en comparación del testigo (T1) que mostro un peso de 79.95 g. El peso más bajo fue reportado por el tratamiento dos, a una concentración de 20 mg·L siendo este de 69.28 g. representando un 13.35 % por abajo del testigo. Según lo reportado por Mutasim y Kazumi (2000), en contraste con el control, no se observó ningún efecto significativo de AgNO<sub>3</sub> en el número de raíces primarias, contenido de agua de la raíz y porcentaje de enraizamiento por debajo de 1.0 mg·L de AgNO<sub>3</sub> en plantas de frijol, así deducimos que al aumentar la concentración existe, efecto positivo en el aumento del peso fresco de la parte subterránea. Algunos metales pesados promueven la actividad de las acuaporinas, proteínas que forman los canales transportadores de agua, y de esta manera afecta la conductividad a nivel celular (Cardenas *et al.*, 2009).

#### 4.6. Peso seco de la parte aérea

Los resultados para la variable peso seco de la parte aérea muestran que si existe diferencia estadística entre los tratamientos, mostrando la siguiente tendencia.

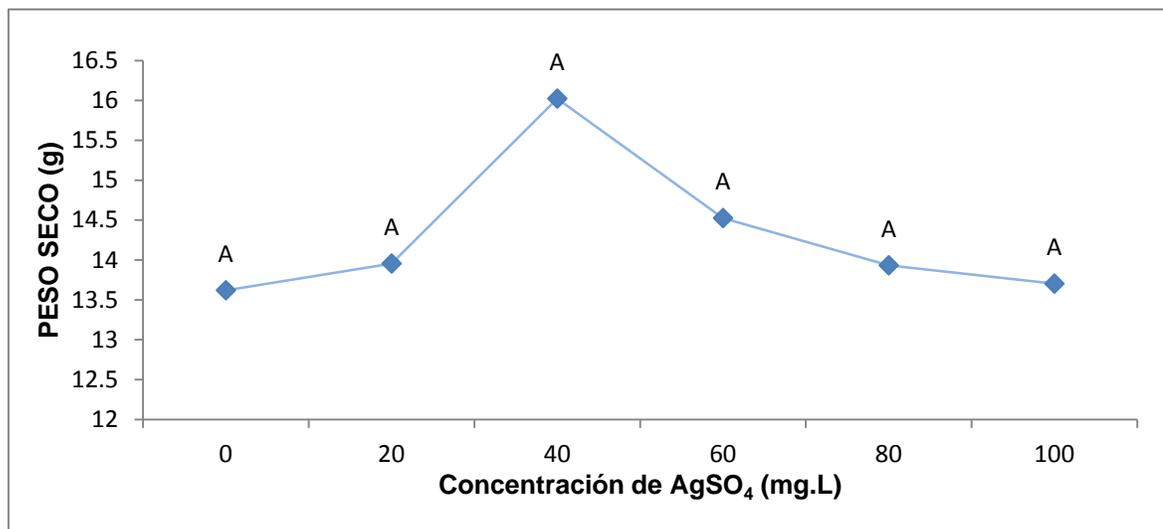


**Figura 6.** Peso seco de la parte aérea de plantas de lilis tratadas con AgSO<sub>4</sub>.

La materia seca o extracto seco es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible. Conforme la planta crece, el tallo representa una mayor proporción del peso seco y la planta se vuelve más fibrosa ya que aparecen los materiales estructurales como las ligninas y las hemicelulosas con un contenido de humedad más bajo (Betancourt *et al.*, 2005). Los resultados mostraron que el mejor tratamiento fue el cuatro, con una concentración de 60 mg·L y un peso de 16.89 g superando por 31.03 % al testigo que reporto 12.89 g, los tratamientos más bajos fueron el dos (20 mg·L) y tres (40 mg·L) con 9.57 g y 11.65 g quedando debajo del testigo. Asumiendo que la aplicación de sulfato de plata si tiene efecto positivo en el peso seco de la parte aérea. Coincidiendo con Yonghua *et al.*, (2005) quien reporta que los pesos secos de la parte aérea en fresa aumentan gradualmente en presencia de AgNO<sub>3</sub>.

#### 4.7 Peso seco de la parte subterránea

Los resultados para la variable peso seco de la parte subterránea muestran que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, mostrando la siguiente tendencia.

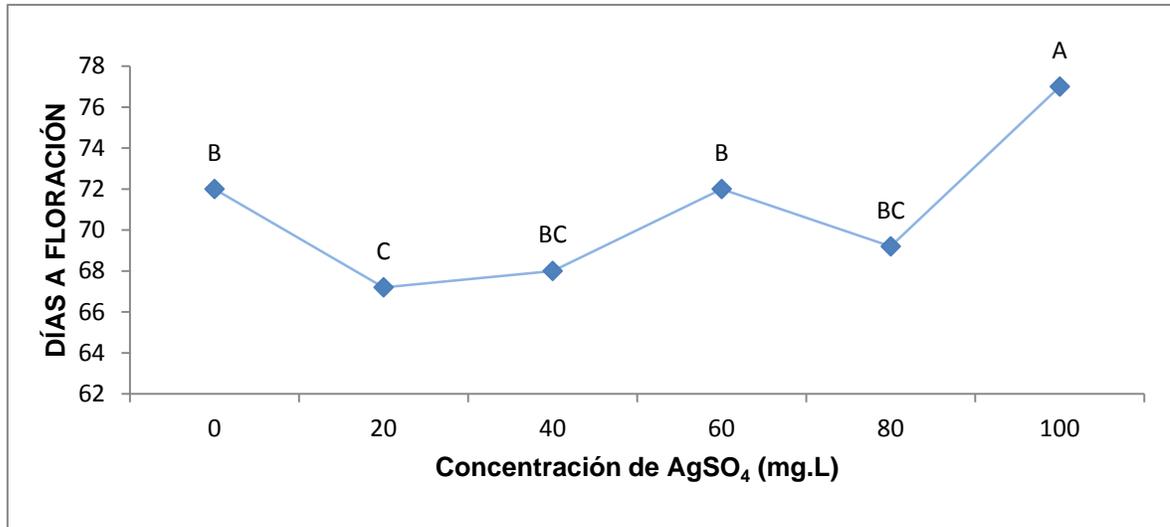


**Figura 7.** Peso seco de la parte subterránea de plantas de lilis tratadas con AgSO<sub>4</sub>.

El bulbo de liliium es un órgano de reserva cuya función es de completar su ciclo de vida, bajo condiciones naturales, sin la necesidad de aportes nutritivos lo cual se debe al alto contenido de nutrimentos que acumula como órgano de reserva. (Betancourt *et al.*, 2005). En los resultados se encontró que el tratamiento tres con una concentración de 40 mg·L presentó el peso más alto con 16.02 g, seguido del tratamiento cuatro (60 mg·L) y dos (40 mg·L) que reportaron 14.52 g y 13.96 g respectivamente, quien presentó el valor más bajo fue el testigo con 13.62 g. Aunque la aplicación de sulfato de plata no tiene ningún efecto estadísticamente significativo en el peso seco del bulbo, según Jiang y Zhu (1999) la aplicación de AgNO<sub>3</sub> en dosis bajas podría promover el desarrollo de lignificación de la raíz.

#### 4.8 Días a floración

Los resultados para la variable días a floración muestran que si existe diferencia significativa entre los tratamientos, mostrando la siguiente tendencia.

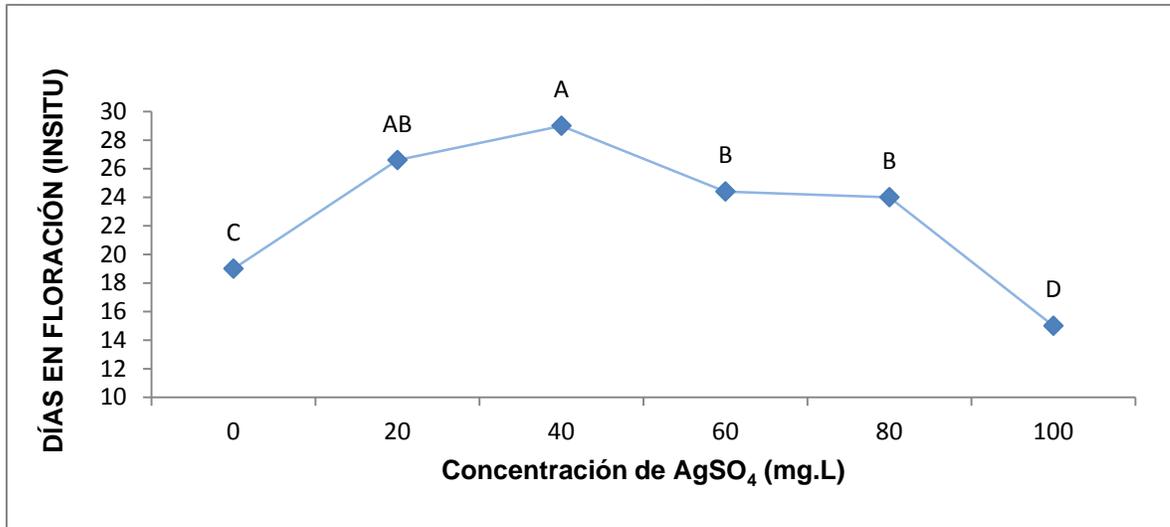


**Figura 8.** Días a floración de plantas de lilis tratadas con AgSO<sub>4</sub>.

La precocidad de producción es una característica muy importante en el manejo de flores tanto de corte como de maceta, de ello depende la oferta y/o demanda del mismo (Vidale, 1992). Para esta variable el mejor tratamiento fue el dos a una concentración de 20 mg·L mostrando una precocidad de 67.2 días, reduciendo el ciclo 4.8 días en comparación con el testigo, que presento un ciclo de 72 días al igual que el tratamiento cuatro con concentración de 60 mg·L, seguido por el tratamiento tres (40 mg·L) mostrando una reducción de cuatro días comparado con el testigo. El tratamiento de ciclo más largo fue el seis con la concentración más alta (100 mg·L) con duración de 77 días superando al testigo con cinco días. Esto demuestra que la aplicación de sulfato de plata si influye en la fenología del cultivo de manera positiva, coincidiendo con Bahget *et al.*, (1999) quien al utilizar una solución de STS a 5 mM, condujo a un mayor porcentaje de brotación y tiempo más corto para la brotación en tres especies de plantas leñosas, *Canescens spiraea*, *Lonicera maakii* y *Cornus alba*. Según Tamás *et al.*, (2008) los metales pesados en altas concentraciones, retrasan el crecimiento de las plantas, debido a que afectan varios procesos del metabolismo de la planta, causando alteración del funcionamiento de las membranas e inhibición de la actividad enzimática.

#### 4.9 Duración en maceta (*in situ*)

Los resultados para la variable duración *in situ* muestran que si existe diferencia significativa entre los tratamientos, mostrando la siguiente tendencia.

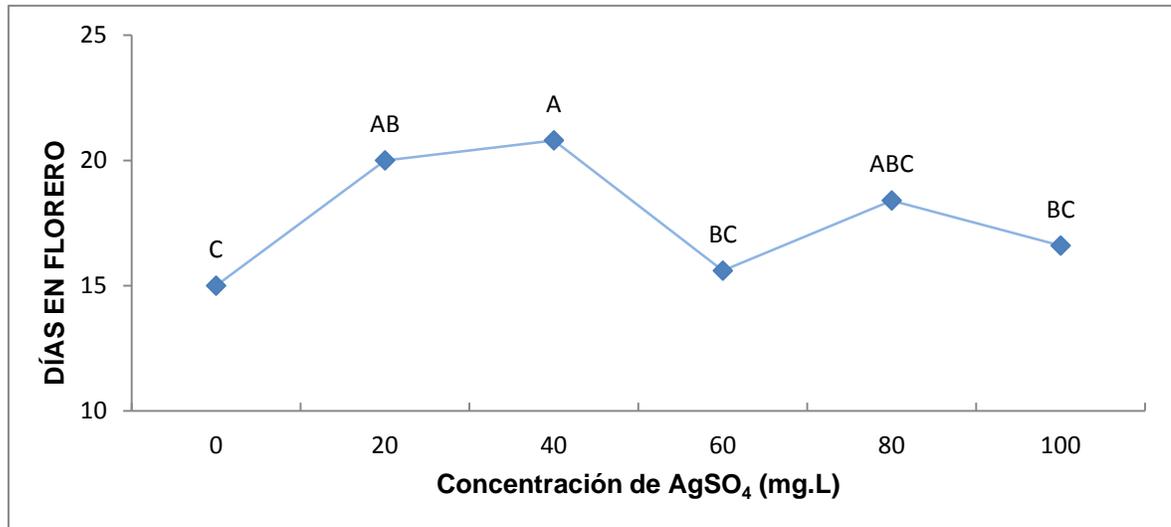


**Figura 9.** Duración en maceta (*in situ*) de plantas de lilis tratadas con AgSO<sub>4</sub>.

El uso de sulfato de plata prolonga 52.63 % la vida en maceta de plantas de lilis con el tratamiento tres a una concentración de 40 mg•L, con una duración de 29 días superando al testigo por diez días. El tratamiento dos a 20 mg•L de concentración supero al testigo por 7.6 días mostrando una duración de 26.6 días, seguido por el tratamiento cuatro (60 mg•L) y cinco (80 mg•L) superando al testigo por 5.4 y cinco días respectivamente. Esto concuerda con lo reportado por Miranda (1991), quien trabajo con la abscisión de pétalos o caída de flores de geranio (*Pelargonium x hortorum*) cv. Sprinter scarlet, esta se redujo con la aspersion de inhibidores de etileno como el nitrato de plata a 50 y 100 ppm y tiosulfato de plata a 25 y 50 ppm, la producción de etileno para la abscisión de flores se redujo con la aplicación de STS, pero no tuvo efecto con la aplicación de nitrato de plata. Aunque la influencia del sulfato de plata fue positiva a concentraciones bajas se muestra un descenso al seguir aumentando la dosis, ya que el tratamiento que reporto la menor duración con 15 días fue el seis con la concentración más alta (100 mg•L), reduciendo cuatro días la duración de flores en comparación con el testigo. El exceso de plata en un medio induce la producción de etileno, lo que puede ser fitotoxico, ya que la acumulación de etileno es una respuesta común de las plantas al estrés (Yonghua *et al.*, 2005).

#### 4.10 Duración en florero (*ex situ*)

Los resultados para la variable duración *ex situ* muestran que si existe diferencia significativa entre los tratamientos, mostrando la siguiente tendencia.



**Figura 10.** Duración en florero (*ex situ*) de flores de lilis tratadas con AgSO<sub>4</sub>.

Uno de los principales factores de calidad en las flores de corte es una adecuada vida de florero, la cual varía entre 5 y 14 días dependiendo del cultivar y del manejo de postcosecha, ésta generalmente termina con la marchitez y posterior abscisión de los pétalos (Verdugo *et al.*, 2003). El uso de sulfato de plata prolonga 36.66 % la vida en florero de plantas de lilis con el tratamiento tres ocupando una concentración de 40 mg·L, con una duración de 20.8 días superando al testigo por 5.5 días, reportando este una duración de 15 días. Coincidiendo con lo reportado por Reid & Dodge (2002), quienes afirman que el tiosulfato de plata duplica la duración de los claveles, inhibiendo casi por completo la síntesis auto catalítica del etileno. El tratamiento dos con concentración de 20 mg·L supero al testigo por cinco días, seguido por el tratamiento cinco con concentración de 80 mg·L superándolo por 3.4 días. Los tratamientos con menor duración fueron el cuatro (60 mg·L) y seis (100 mg·L) mostrando los dos 15.6 días de duración en florero, mostrando con esto que la aplicación de dosis altas afecta negativamente la vida de anaquel de liliium. El exceso de plata en un medio induce la producción de etileno, lo que puede ser fitotóxico, ya que la acumulación de etileno es una respuesta común de las plantas al estrés (Yonghua *et al.*, 2005).

## V. CONCLUSIONES

El uso de sulfato de plata tuvo un efecto positivo sobre las variables peso fresco de la parte aérea, peso fresco de la parte subterránea y peso seco de la parte aérea, a concentración de 60 mg·L, en días a floración a 20 mg·L, en duración en maceta y duración en florero los mejores resultados se obtuvieron a 40 mg·L de concentración.

El uso de sulfato de plata aplicado a concentraciones altas ( $\geq 60$  mg·L) afecta negativamente los días a floración, la duración en maceta y duración en florero, y con cualquier concentración se perjudica el número de botones por planta.

Se recomienda el uso de sulfato de plata de manera foliar en la producción de lilis asiática, para mejorar la calidad de éstas en parámetros de duración de vida de las flores a una concentración de 40 mg·L.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Adams N, J Kramer (1999).** Determinación de la especiación de plata en las aguas residuales y de las aguas receptoras por equilibrado ligando competitivo / extracción por solventes. *Toxicología y Química Ambiental*, 18 (12):2674-2680.
- Anderson, J.W. 1981.** Light-energy-dependent processes other than CO<sub>2</sub> assimilation. In: *The Biochemistry of Plants vol. 8. Photosynthesis*. Academic Press, Inc. New York. Pp. 473-500.
- Anjum, M. A., Naveed, F., Shakeel, F. and Amin, S. 2001.** Effect of some chemicals on keeping quality and vase life of tuberose 'Polianthus Tuberosa L.' cut flowers. *J. Res. Sci.*, 12:1-7.
- Bañón, A. S., González, G. A., Fernández, H. J. Y Cifuentes, R. D. 1993.** Gerbera, *Lilium*, tulipán y rosa. Edit. Mundi prensa. Madrid, España. 250 pp.
- Beglinger JM, Ruffing CJ (1997).** Efectos de sulfuro de plata en la lombriz terrestre. En: Andren A, Bober T, eds. Transporte, el destino y los efectos de la plata en el medio ambiente. . Actas de la conferencia internacional quinta septiembre 28 a octubre 1 1997, Hamilton, Ontario. Madison, WI, Universidad de Wisconsin Sea Instituto Grant, pp 313-314.
- Beltrán, M. A. 2008.** El futuro de la industria florícola de México. Reporte de actividades del Consejo Mexicano de la Flor. Villa Guerrero, México. 10 p.
- Betancourt M., Rodríguez M., Sandoval M., Gaytán E. 2005.** Fertilización foliar una herramienta en el desarrollo del cultivo de *Lilium* cv. Stargazer. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. Vol. 11 (002):371-378.
- Bird, R. 1991.** Lilies. An Illustrated identifier and guide and Cultivation. Chartwell, Books, INC. printed in Hong Kong. New Jersey. USA.
- Bird Richard. (1994)** El cultivo del *Lilium*. Centro Internacional de Bulbos de flor. Hillegom - Holanda.
- Brent and Becky's Bulbs (2008).** *Bulb growers since 1900*. Summer- Flowering bulbs catalogue, 2008.
- Cadenas, V. A. 2004.** Aplicación de Polímetros y Amoniethoxyvinyl Glycine (AVG) en Poscosecha de Flores de *Lilium* cv. Dreamland. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 47 p.

- Cárdenas F, Moreno L, Stanislav V. 2009.** Efecto del cobre sobre el transporte celular del agua en plantas. Una revisión. Programa de Maestría en Ciencias Agrarias, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).
- Chedid, M. B. A. 2008.** Protección a la propiedad intelectual de las variedades vegetales ornamentales en México: propuestas y soluciones. Investigación agropecuaria. 1(5):17-26.
- CIBF, 1994.** El cultivo de liliun. Flor cortada y cultivo en maceta. Hillegon – Holanda.
- Coorts, G. D. 1973.** Internal metabolic changes in cut flowers. Hort, Sci. 8: 195- 198.
- Durner, J 1997.** DF Salicylic acid and disease resistance in plants Trends in Plant Science [TRENDS PLANT SCI.]. Vol. 2, no. 7, pp. 266-274.
- EPA 1998.** Food and Drugs Administration. Pub. N° 98-18287 21 CFR Part 101. U.S. Health and Human Services. Springfield, VA.
- Fernández, M. P., Ben Amor, L. Amouriq, F. Romojaro. 2003.** Aplicación de una solución conservante a la espuma floral para prolongar la longevidad del clavel Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CSIC). Campus de Espinardo. Ediciones de Horticultura, S.L.
- Fusconi, A.; O. Repetto; E. Bona; N. Massa; C. Gallo; E. Dumas-Gaudot y G. Berta.2006.** Effects of cadmium on meristem activity and nucleus ploidy in roots of *Pisum sativum* L. cv. Frisson seedlings. Environ. Exp. Bot. 58, 253-260.
- Gaur, A. & Chenulu, VV.** El control químico de la enfermedad de postcosecha de *Citrus reticulata* y *Solanum tuberosum*. Indian Fitopatología 35:623-632. 1982.
- Grier, N. (1983).** Silver and its compounds. In *Disinfection, Sterilization and Preservation* ed. Block, S.S. 3rd edn, pp. 375–389. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Hanson, A. D. y Kende, H. 1975.** Ethylene-enhanced ion and sucrose efflux in morning-glory flower tissue. Plant Physiol. 55: 663-669.
- Hertogh, A. y Le Nard, M., 1993.** The Physiology of flowers bulbs. Elsevier publishers B. V. Ámsterdam. 811pp.
- Herrera, J.O. 2007.** Guía de cultivo de liliun en maceta.

- Heyl, A. V., W. E. Hall, A. E. Weissenborn, H. K. Stager, W. P. Puffett, and B. L. Reed. 1973.** Silver. Pages 581-603 in D. A. Brobst and W. P. Pratt, editors. United States mineral resources. U.S. Geological Survey Professional Paper 820.
- Hirsch M (1998).** Disponibilidad de plata lodos transmitidas a los cultivos agrícolas. *Toxicología Ambiental y Química*, 17 (4):610-616.
- Internet 1.** <http://plantasyjardin.com>. (Consultado 10/11/13, 08:31 p.m.).
- Internet 2.** <http://plantasyjardin.com>. (Consultado 16/11/13, 11:26 a.m.).
- Internet 3.** <http://www.liliumbreeding.nl> (Consultado 16/11/13, 10:14 a.m.).
- Internet 4.** <http://www.mincetur.gob>. (Consultado 17/11/13, 09:20 a.m.).
- Internet 5.** <http://www.repositorio.utn.edu.ec> (Consultado 18/05/13, 02:45 a.m.).
- Internet 6.** <http://www.molinogorbea./fertilizacion/AZUFRE.pdf> (Consultado 19/08/13, 01:45 pm.).
- Internet 7.** [http://www.abenmen.com/a/azufre\\_en\\_plantas.pdf](http://www.abenmen.com/a/azufre_en_plantas.pdf) (Consultado 28/05/13, 04:46 p.m.).
- Internet 8.** [www.sfarmclin.org/docs/higiene/part\\_2/2382.pdf](http://www.sfarmclin.org/docs/higiene/part_2/2382.pdf) (Consultado 18/05/13, 01:20 a.m.).
- Jiang and Zhu. 1999.** Plant physiological experimental guide, p. 92–93. Chengdu University of Science and Technology Press.
- Joanne Chory, 1997.** Light Modulation of Vgetative Devenlopment. Plant Biology Laboratory. Salk Institute for Biological Studies. The Plant Cell. Vol 9.1225-1234; July, 1997. American Society of Plant Physiologists.
- Kabata-Pendias, A. 2000.** Trace elements in soils and plants. Third Edition. CRC Press, Boca Raton, USA. 413 p.
- Kaltaler, R.E. y Steponkus, P. 1974.** Uptake and metabolism of sucrose in cut roses. J. AMER. Soc. Hort. Sci. 99: 409-493.
- Larson, A. Roy.** Introducción a la floricultura. AGT Editor, S.A de C.V. Tercera edición. Agosto, 2004. México. 550 p.
- Malavolta, E. 2006.** Manual de nutrición mineral de plantas. San Paulo: Editora Agronômica Ceres. 631 p.

- Maqueda, A. P. 2003.** Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados. Tesis de Opción a Maestría en Biotecnología. Departamento de Química y Biología, Universidad de las Américas, Cholula, Puebla. México.
- Marentes B. D. L. 2013.** Floricultura. Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente. Bogotá. 368p.
- Martínez C. M. A. 2003.** Comparación de la eficiencia y seguridad del uso del nitrato de plata en las perforaciones de la membrana timpánica con estudios publicados. Centro Médico Nacional "Manuel A. Camacho. Puebla, Pue. México. Pp. 11-14.
- Maxie, E., C. Farnham, D. S. Mitchell, F. G. Sommer, N. F. Parson, A. Snyder and Rae. H. 1973.** Temperature and ethylene effects of cut flowers of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) J. Amer. Soc Hort. Sci. 98: 568- 572.
- McGeer JC, Playle RC, Madera CM, Gálvez F (2000).** Un modelo de ligando biótico de base fisiológica para la predicción de la toxicidad aguda de la plata a base de agua para la trucha arco iris en las aguas dulces. *Ciencia y Tecnología Ambiental*, 34:4199-4207.
- Miller, W.B., R. Miller, and R.O. Miller. 1998.** Liliium (Asiaticos y Orientales)
- Miranda, R. M.; Carlson, W. H. 1991.** Characterization of the role of ethylene in petal abscission of hybrid geranium using floret explants. *Revista Brasileira de Fisiología Vegetal* 3(1) 7-16 (En, pt, 38 ref.).
- Mutasim, M.K. and H. Kazumi. 2000.** Mejorar los inhibidores de etileno en la formación de raíces in vitro en cultivo de habas brotes regenerados en un medio conteniendo thidiazuron. *Regular crecimiento de las plantas.* 32:59-63.
- Nell, T.1992.** Taking silver safely out of the longevity picture. *Groven Talks Magazine.* June 92. P.23-26.
- Noodén, L., J. Guiamét and I. John. 1997.** Mecanismos de senescencia. *Physiologia Plantarum* 101: 746-753.
- ODEPA 2010.** (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). Ministerio de Agricultura. Estudio de Evaluación del Potencial Interno de las Flores. <http://www.odepa.gob>.

- Orozco, H. M. E. 2007.** Between local and global competitiveness: commercial floriculture in the State of Mexico. *Convergencia*. 45:100-160.
- Paulín, A. 1997.** La poscosecha de las flores cortadas. Bases fisiológicas. 2º ed. Centro de Investigaciones Agrícolas. Francia 142 p.
- Pelkonen, V. 2005.** Biotechnological approaches in lilies (*Lilium*) production. University of Oulu, Department of Biology. p 63.
- Persico, M., C. Krarup and E. Olate. 2005.** Response of *Lilium* sp. "Stargazer" to exogenous ethylene during postharvest. *Acta Horticulturae*. 682: 343-348.
- Pyke, B.H., Broadaway, S.C. and McFeters, G.A. (1992).** Efficacy of copper and silver ions with iodine in the inactivation of *Pseudomonas cepacia*. *Journal of Applied Bacteriology* **72**, 71–79.
- Ratte H (1999).** La bioacumulación y toxicidad de los compuestos de plata: Una revisión de *Toxicología y Química Ambiental*, 18 (1):89-108.
- Reid, M. S., Evans, R. Y., Dodge, L. I. Y MOR, Y. 2002.** "Ethylene and silver thiosulfate influence opening of cut roses flowers". *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114 (3).
- Rendig, V.V., C. Oputa and E.A. McComb. 1976.** Effects of sulfur deficiency on non-protein nitrogen, soluble sugars, and N/S ratios in young corn (*Zea mays* L.) plants. *Plant Soil* 44:423-437.
- Rennenberg, H. 1984.** The fate of excess sulfur in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 35:121-153.
- Rhoads, A., J. Troyano and E. Brennan. 1973.** Ethylene gas as cause of injury to Easter Lilies. *Plant Disease Reporter* 57(12):1023-1024.
- Rijk, P. A. L. 2008.** The ornamental sector in México. Office of the Agricultural Counsellor Royal Netherlands Embassy. Página consultada: <http://edepot.wur.nl/118595>. Fecha de consulta 27 de junio de 2013. 138 p.
- Rojas, D. A.** Identificación de algunas causas de aborción de flor y posible solución en el cultivo de lilies (*Lilium* spp.). Tesis. Maestro en Ciencias. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 2000. 113 p.

- Rojo E, R Solano & JJ Sánchez-Serrano. 2003.** Interactions between signaling compounds involved in plant defense. *Journal of Plant Growth Regulation* 22: 82-98.
- Ryals, JA, Neuenschwander, UH, Willits, MG, Molina, A., Stainer, HY y Hunt, MD** Resistencia sistémica adquirida. *Plant Cell* 8:1808-1819. 1996.
- SAGARPA 2007.** (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) Consultado el 11 de enero del 2013: Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/sembrando/2007/07-2007>.
- SAGARPA 2012.** (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Boletín de prensa. Garantizada la disponibilidad de flores para cubrir la demanda nacional. [Consultado el 15 de enero del 2013]: Disponible:<http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/paginas/2012/B098.aspx>.
- Salisbury, F. B. And Ross C. W. 1994.** *Fisiología Vegetal*. 1a. Edición en español. Editorial Iberoamericana. México pp. 435-442.
- SIAP 2006.** (Sistema de Información Agropecuaria) Cierre de la producción agrícola <http://www.siap.gob.mx>.
- SIAP 2011.** (Sistema de Información Agropecuaria) Cierre de la producción agrícola <http://www.siap.gob.mx>.
- Smith, I. C., and B. L. Carson. 1977.** Trace metals in the environment. Vol. 2: Silver. Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Mich. 469 pp.
- Tamás, L.; J. Dudíková; K. Durceková; J. Huttová; I. Mistrík y V. Zelinová. 2008.** The impact of heavy metals on the activity of some enzymes along the barley root. *Environ. Exp. Bot.* 62, 86-91.
- Treder, J. 2001.** The effect of light and nutrition on growth and flowering of oriental lilies. *Acta Hort.* 548: 523-525.
- Tarciso. Da S. A. 2005.** Post. Cosecha de los tallos de flores color rosa jengibre, tratado con tiosulfato de plata, sacarosa y calcio. Universidad Federal de Alagos. (*Hort. Science* 8 (3):267(abstr).
- Verdugo, G., L. Araneda y M. Riffo. 2003.** Efecto de inhibidores de etileno en postcosecha de flores cortadas de *Lilium*. *Cien. Inv. Agr.* 30 (2): 89-95.

- Verdugo R.G., Montesinos V. A., Zarate. F., Erices.Y., González C. A., Barbosa. E. P y Biggi. T. M.A. 2007.** Producción de Flores cortadas V región. Salviat impresores. Santiago, Chile. P 37.
- Vidale H. 1992.** Producción de flores y plantas ornamentales 2<sup>o</sup> edición pag: 264 – 267.
- Wainwright, M. 1984.** Sulfur oxidation in soils. Adv. Agron. 37:349-396.
- Wang, C. Y. 1990.** Chilling injury of horticultural crops. CRC Press. Florida USA p 182-183, 233-253, 288-281.
- Yonghua, Qin and Shanglong 2005.** Response of In Vitro Strawberry to Silver Nitrate (AgNO<sub>3</sub>). Zhang1 Department of Horticulture, Zhejiang University, Key Laboratory of Horticultural Plant Growth, Development and Biotechnology, Ministry Agriculture, Hangzhou 310029, China

## VII. APÉNDICE

**Cuadro 1A.** Análisis de varianza de altura de la planta en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
<b>Tratamiento</b>	15	399.139394	26.609293	1.04	0.4373
<b>Error</b>	50	1285.2	25.704		
<b>Total</b>	65	1684.339394			
		<b>Media</b>	<b>C.V</b>		
		85.33030	5.941513		

**Cuadro 2A.** Análisis de varianza de diámetro del tallo en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
<b>Tratamiento</b>	15	0.14575758	0.00971717	0.99	0.4757
<b>Error</b>	50	0.48878788	0.00977576		
<b>Total</b>	65	0.63454545			
		<b>Media</b>	<b>C.V</b>		
		0.990909	9.977952		

**Cuadro 3A.** Análisis de varianza de número de botones en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F - Valor	Pr > F
<b>Tratamiento</b>	15	61.0757576	4.0717172	2.64	0.0053
<b>Error</b>	50	77.2424242	1.5448485		
<b>Total</b>	65	138.3181818			
		<b>Media</b>	<b>C.V</b>		
		3.681818	33.7583		

**Cuadro 4A.** Análisis de varianza de peso fresco de la parte aérea en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
<b>Tratamiento</b>	8	808.947167	101.118396	2.92	0.035
<b>Error</b>	15	518.820829	34.588055		
<b>Total</b>	23	1327.767996			
		<b>Media</b>	<b>C.V</b>		
		44.30208	13.27513		

**Cuadro 5A.** Análisis de varianza de peso fresco de la parte subterránea en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
<b>Tratamiento</b>	8	1469.724567	183.715571	1.53	0.2262
<b>Error</b>	15	1796.744729	119.782982		
<b>Total</b>	23	3266.469296			
		<b>Media</b>	<b>C.V</b>		
		82.08042	13.33392		

**Cuadro 6A.** Análisis de varianza de peso seco de la parte aérea en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
<b>Tratamiento</b>	8	142.39515	17.7993937	1.44	0.2568
<b>Error</b>	15	184.8671833	12.3244789		
<b>Total</b>	23	327.2623333			
		<b>Media</b>	<b>C.V</b>		
		12.98667	27.03252		

**Cuadro 7A.** Análisis de varianza de peso seco de la parte subterránea en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
Modelo	8	36.75815	4.5947687	0.67	0.7117
Error	15	103.1159458	6.8743964		
Total	23	139.8740958			
		<b>Media</b>	<b>C.V</b>		
		14.29292	18.3441		

**Cuadro 8A.** Análisis de varianza de días a floración en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F - Valor	Pr > F
Tratamiento	9	418.6333333	46.5148148	4.47	0.0025
Error	20	208.0666667	10.4033333		
Total	29	626.7			
		<b>Media</b>	<b>C.V</b>		
		70.90000	4.549252		

**Cuadro 9A.** Análisis de varianza de la duración en maceta (in situ) de vida de flores en lilis con la aplicación de diferentes concentraciones de  $\text{AgSO}_4$  mediante el método de aplicación foliar.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F - Valor	Pr > F
Tratamiento	9	677.2666667	75.2518519	9.98	<.0001
Error	20	150.7333333	7.5366667		
Total	29	828			
		<b>Media</b>	<b>C.V</b>		
		23.00000	11.93608		

**Cuadro 10A.** Análisis de varianza de la duración en florero (ex situ) de vida de flores en lilis con la aplicación de diferentes concentraciones de  $\text{AgSO}_4$  mediante el método de aplicación foliar.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F - Valor	Pr > F
Tratamiento	9	176.5	19.61111111	1.91	0.1086
Error	20	204.8666667	10.24333333		
Total	29	381.3666667			
		<b>Media</b>	<b>C.V</b>		
		17.56667	18.21928		

**Cuadro 11A.** Comparación de medias de altura de la planta en lilis tratadas con  $\text{AgSO}_4$  a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

AGRUPAMIENTO DUNCAN	MEDIA	T
A	85.773	1
A	85.755	2
A	85.273	3
A	85.955	4
A	84.136	5
A	85.091	6

\* Los promedios con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p \geq 0.05$ ).

**Cuadro 12A.** Comparación de medias de diámetro del tallo en lilis tratadas con  $\text{AgSO}_4$  a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

AGRUPAMIENTO DUNCAN	MEDIA	T
A	0.99091	1
A	0.94545	2
A	1.01818	3
A	1.02727	4
A	0.96364	5
A	1	6

Los promedios con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p \geq 0.05$ ).

**Cuadro 13A.** Comparación de medias de número de botones en lilis tratadas con Ag SO<sub>4</sub>. a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

<b>AGRUPAMIENTO DUNCAN</b>	<b>MEDIA</b>	<b>T</b>
<b>A</b>	4.8182	1
<b>B</b>	3.5455	2
<b>AB</b>	4.2727	3
<b>AB</b>	3.8182	4
<b>C</b>	2	5
<b>B</b>	3.6364	6

Los promedios con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p \geq 0.05$ ).

**Cuadro 14A.** Comparación de medias de peso fresco de la parte aérea en lilis tratadas con Ag SO<sub>4</sub>. a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

<b>AGRUPAMIENTO DUNCAN</b>	<b>MEDIA</b>	<b>T</b>
<b>B</b>	36.555	1
<b>AB</b>	43.225	2
<b>A</b>	48.54	3
<b>A</b>	49.788	4
<b>AB</b>	42.96	5
<b>AB</b>	44.745	6

Los promedios con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p \geq 0.05$ ).

**Cuadro 15A.** Comparación de medias de peso fresco de la parte subterránea en lilis tratadas con Ag SO<sub>4</sub>. a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

<b>AGRUPAMIENTO DUNCAN</b>	<b>MEDIA</b>	<b>T</b>
<b>AB</b>	79.945	1
<b>B</b>	69.28	2
<b>AB</b>	86.385	3
<b>A</b>	93.253	4
<b>AB</b>	81.94	5
<b>AB</b>	81.68	6

Los promedios con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p \geq 0.05$ ).

**Cuadro 16A.** Comparación de medias de peso seco de la parte aérea en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

<b>AGRUPAMIENTO DUNCAN</b>	<b>MEDIA</b>	<b>T</b>
<b>AB</b>	12.888	1
<b>B</b>	9.565	2
<b>AB</b>	11.645	3
<b>A</b>	16.893	4
<b>AB</b>	12.945	5
<b>AB</b>	13.985	6

Los promedios con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p \geq 0.05$ ).

**Cuadro 17A.** Comparación de medias de peso seco de la parte subterránea en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

<b>AGRUPAMIENTO DUNCAN</b>	<b>MEDIA</b>	<b>T</b>
<b>A</b>	13.62	1
<b>A</b>	13.955	2
<b>A</b>	16.023	3
<b>A</b>	14.525	4
<b>A</b>	13.933	5
<b>A</b>	13.703	6

Los promedios con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p \geq 0.05$ ).

**Cuadro 18A.** Comparación de medias de días a floración en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

<b>AGRUPAMIENTO DUNCAN</b>	<b>MEDIA</b>	<b>T</b>
<b>B</b>	72	1
<b>C</b>	67.2	2
<b>B</b>	72	4
<b>CB</b>	68	3
<b>CB</b>	69.2	5
<b>A</b>	77	6

Los promedios con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p \geq 0.05$ ).

**Cuadro 19A.** Comparación de medias de duración en maceta (in situ) en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

<b>AGRUPAMIENTO DUNCAN</b>	<b>MEDIA</b>	<b>T</b>
<b>C</b>	19	1
<b>AB</b>	26.6	2
<b>A</b>	29	3
<b>B</b>	24.4	4
<b>B</b>	24	5
<b>D</b>	15	6

Los promedios con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p \geq 0.05$ ).

**Cuadro 20A.** Comparación de medias de duración en florero (ex situ) en lilis tratadas con  $\text{Ag SO}_4$ . a diferentes concentraciones mediante método de aplicación foliar.

<b>AGRUPAMIENTO DUNCAN</b>	<b>MEDIA</b>	<b>T</b>
<b>C</b>	15	1
<b>AB</b>	20	2
<b>A</b>	20.8	3
<b>BC</b>	15.6	4
<b>ABC</b>	18.4	5
<b>BC</b>	15.6	6

Los promedios con literales diferentes son estadísticamente significativos ( $p \geq 0.05$ ).

**Cuadro 21A.** Evaluación de la concentración de minerales en la parte aérea de la planta, del **T 1** (sin aplicación de  $\text{AgSO}_4$ ) y **T 3** (con aplicación de 40mg.L de  $\text{AgSO}_4$ ). Realizando dos extracciones de jugos celulares la primera en etapa de inducción floral y la segunda en plena floración, utilizando una repetición por tratamiento.

<b>Minerales (mg.L)</b>			
		<b>Primer Evaluación</b>	<b>Segunda Evaluación</b>
<b>Mg<sup>+</sup></b>	T1	350	200
	T3	300	350
<b>PO<sup>4</sup></b>	T1	610	880
	T3	640	1040
<b>K<sub>2</sub>O</b>	T1	1200	1100
	T3	1650	2400
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	T1	1000	9000
	T3	2000	16000
<b>SO<sub>4</sub></b>	T1	1000	1000
	T3	500	1000

**Cuadro 22A.** Solución nutritiva Steiner a diferentes concentraciones.

<b>SOLUCIÓN NUTRITIVA STEINER</b>					
<b>Concentración de Nutrientes</b>	<b>Fertilizantes</b>	<b>Cantidad de fertilizante (g.L)</b>			
		<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>
Nitrógeno 167 ppm	Nitrato de Calcio	0.2655	0.531	0.7965	1.062
Fósforo 31 ppm	Nitrato de Potasio	0.07575	0.1515	0.22725	0.303
Potasio 277 ppm	Sulfato de Magnesio	0.123	0.246	0.369	0.492
Magnesio 49 ppm	Sulfato de Potasio	0.06525	0.1305	0.19575	0.261
Calcio 183 ppm	Fosfato de potasio	0.034	0.068	0.102	0.136
Azufre 67 ppm	Quelato de Hierro	0.0125	0.025	0.0375	0.05
Hierro 3 ppm	Acido-etilien-diamin-dihidroxifenil	0.0125	0.025	0.75	0.05
Manganeso 1.97 ppm	Ácido Bórico	0.0007	0.0014	0.0021	0.0028
Boro 0.44 ppm	Sulfato de Magnesio Hidratado	0.0005425	0.001085	0.0016275	0.00217
Zinc 0.11 ppm	Sulfato de Zinc Heptahidratado	0.0000975	0.000195	0.0002925	0.00039
Cobre 0.02 ppm	Sulfato de Cobre Pentahidratado	0.00001975	0.0000395	0.00005925	0.000079
Molibdeno 0.007 ppm	Molibdato de Sodio	0.0000225	0.000045	0.0000675	0.00009