

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**POSTCOSECHA DE LILIUM (*Lilium spp.*) EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN
FOLIAR DE CALCIO.**

POR

KARIM SELENE HERNÁNDEZ CASTELLANOS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

POSTCOSECHA DE LILIUM (*Lilium spp.*) EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN
FOLIAR DE CALCIO

POR
KARIM SELENE HERNÁNDEZ CASTELLANOS

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

PRESIDENTE:



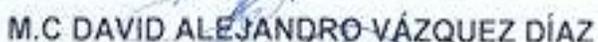
DR. PABLO PRECIADO RANGEL

VOCAL:



DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

VOCAL:

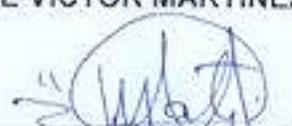


M.C DAVID ALEJANDRO VÁZQUEZ DÍAZ

VOCAL SUPLENTE:



M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

POSTCOSECHA DE LILIUM (*Lilium spp.*) EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN
FOLIAR DE CALCIO

POR
KARIM SELENE HERNÁNDEZ CASTELLANOS

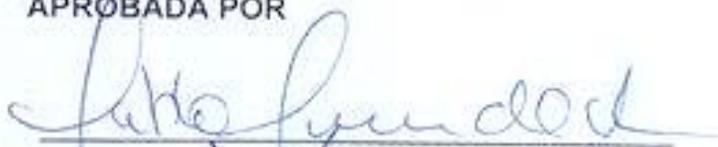
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



DR. PABLO PRECIADO RANGEL

ASESOR:

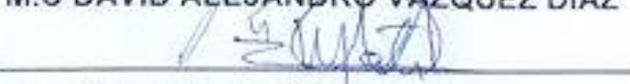


DR. ESTEBAN PAVELA CHÁVEZ

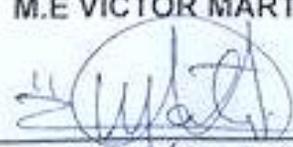
ASESOR:

M.C DAVID ALEJANDRO VÁZQUEZ DÍAZ

ASESOR:



M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO DE 2017

AGRADECIMIENTO

Eternamente agradecida con DIOS con mis hijos, con mis padres y a la vida misma que me dieron fuerzas para superar barreras y dificultades que se me presentaron durante mi recorrido y sobre todo por haber finalizado una etapa más en mi vida, a mi **Alma Terra Mater** por acobijarme en mi proceso de formación.

A mi comité de asesores: al Dr. Pablo Preciado Rangel, mi asesor principal de tesis, por su apoyo posible para culminar este trabajo, al Dr. Esteban Fabela Chávez, MC. David Alejandro Vázquez Díaz, M.E. Víctor Martínez Cueto por ser parte de mi formación académica y brindarme su amistad, por demostrar el apoyo y tiempo brindado en la realización de este trabajo de investigación.

A mis Maestros del Departamento de Horticultura: Ing. Juan Manuel Nava Santos, Ing. Francisco Suarez García, M.C Francisca Sánchez Bernal, Dr. Eduardo Madero Tamargo, Dr. Ángel Lagarda Murrieta, Ing. Juan de dios Ruiz de la Rosa, por compartir parte de sus conocimientos y formarme como profesionalista, exigirme y aconsejarme para ser mejor cada día, darme ánimos de seguir adelante y demostrar ser buenos amigos. A todas las personas que me ofrecieron y/o dieron su apoyo, a lo largo de mi carrera.

DEDICATORIA

A MIS HIJOS ANGEL ANTONIO (*Chípilote*) **Y JOSUE JARIEL** (*Chuculuco*), gracias a ustedes por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante mis tesoros, doy gracias a DIOS por darme dos grandes motivos para sobre salir de muchos retos y sacrificios, por caminar juntos durante mi formación profesional LOS AMO con toda mi alma mis niños por ustedes nunca me detendré.

A MIS PADRES MARCO ANTONIO HERNÁNDEZ MENDOZA Y MARGARITA CASTELLANOS GUILLEN, a mis *apíringos* por siempre desear lo mejor para mí y para mis hijos, gracias por cada consejo llenos de sabiduría que me han guiado durante mi vida y en la trayectoria de mi carrera, por brindarme ánimos cuando más lo necesitaba por el apoyo condicional, que siempre me han dado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos que se me presenten. Esta trayectoria culminada es gran parte gracias a ustedes de lo contrario no hubiera sido posible LOS AMO.

A MI MADRECITA CARMEN GUILLEN †, por compartir conmigo su humildad y honradez, gracias por protegerme cuando más lo necesite, no encuentro palabras para expresar lo agradecida y orgullosa que estoy de ti, eres uno de mis principales motivos que me ayudo a culminar este objetivo LA AMO descansa en paz mi *Çüera*.

A MI ESPOSO ANGEL MARTIN, por caminar de la mano hasta alcanzar nuestro sueño, por luchar juntos por el bienestar de nuestro futuro y el de nuestros hijos TE AMO *Puchungo...*

A MI HERMANA DEYSI †, que en vida viste por mí, me llenaste de consejos que hoy han rendido fruto; me harás siempre falta hermana TE QUIERO gracias por todo, esto es para ti descansa en paz mi *Çítana* hermosa.

A MIS HERMANAS BRENDA *Çordís* **Y ROSSMERY** *Flaca*, por haber estado siempre cuando las necesite LAS QUIERO MUCHO.

A MIS AMIGOS, por la confianza y el cariño brindado, por ser mi segunda familia y pasar momentos maravillosos juntos, LOS QUIEROS.

RESUMEN

El *Lilium spp.* Es una de las flores de corte que ha adquirido mayor popularidad en nuestro país, debido a que sus flores son muy apreciadas por el público.

En base a su comercialización de las flores, la calidad y la vida en florero determinan el precio de venta. Sin embargo uno de los problemas que presentan es la vida en florero ya que afectan pérdidas económicas para el vendedor y exportador.

El uso adecuado de la fertilización foliar es una práctica que se realiza, con la finalidad de obtener una mejora de la producción y calidad del cultivo de *Lilium*. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de dosis crecientes de calcio asperjados foliarmente sobre la producción y vida de postcosecha de *Lilium*. El calcio fue aplicado de manera foliar en dosis crecientes 0, 51, 102, 153, ppm. Los resultados indican que las aplicaciones de dosis altas de calcio (102 ppm) incrementan la vida de postcosecha. El diámetro de la flor fue mayor la dosis más altas (153 ppm). El uso de aplicación foliar de calcio es una alternativa factible para alargar e incrementar la vida de postcosecha e incrementar los diámetros de la flor en el cultivo de *Lilium*.

El calcio no es tóxico, aun con concentraciones altas, y funciona como un agente detoxificante atrapando compuestos y manteniendo el balance catiónico-aniónico en la vacuola. Ya que el calcio es parte de la pared celular, y función como el cemento que liga las paredes celulares, es uno de los factores más significativos de la firmeza y vida en florero.

Palabras claves: *Lilium, calcio, foliar, postcosecha, paredes celulares.*

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....I

DEDICATORIA.....	II
RESUMEN.....	III
INDICE DE FIGURAS.....	IV
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen.....	4
2.2 Clasificación taxonómica.....	4
2.3 Nombre común.....	5
2.4 Plantas bulbosas.....	5
2.5 Estructuras y tipos de bulbos.....	6
2.6 Características morfológicas.....	7
2.6.1 Sistema radicular.....	7
2.6.2 Hojas.....	7
2.6.3 Flores.....	8
2.6.4 Fruto.....	8
2.7 Importancia Económica y Distribución Geográfica.....	8
2.8 Producción e importancia del cultivo en México.....	9
2.9 Material vegetal.....	11
2.10 Multiplicación.....	12
2.11 Requerimientos Edafoclimáticos.....	13
2.12 Luz.....	13
2.13 Temperaturas.....	14
2.14 Suelo.....	15
2.15 Cultivo en Invernadero.....	15
2.15.1 Plantación.....	15
2.15.2 En tutorado para su calidad de flor de corte.....	16
2.15.3 Necesidades hídricas.....	17

2.16	Presión osmótica.....	17
2.17	Fertilización	18
2.18	Malas hierbas.....	18
2.19	Corte de la Flor.....	19
2.20	Post-Recolección	19
2.21	Comercialización	20
2.22	Solución Steiner	20
2.23	Fertilización foliar	21
2.24	Función e importancia del Calcio en Plantas.....	23
2.25	Conservación	27
2.26	Deficiencia de calcio.....	28
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1	Localización del experimento	29
3.2	Condiciones del invernadero	30
3.3	Preparación de macetas	30
3.4	Material vegetal	30
3.5	Diseño experimental.....	30
3.6	Manejo agronómico.....	31
3.6.1	Siembra y riego.....	31
3.6.2	Aplicación foliar de calcio.....	31
3.6.3	Corte.....	32
3.7	Variables evaluadas	32
3.7.1	Longitud del tallo.....	32
3.7.2	Diámetro del tallo	32
3.7.3	Hojas totales por tallos.....	33
3.7.4	Hojas totales en florero	33
3.7.5	Numero de botones florales.....	33
3.7.6	Diámetro de la flor	33
3.7.7	Vida en florero	33
3.8	Análisis estadístico.....	34
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34

4.1	Altura de planta	34
4.2	Diámetro del tallo	35
4.3	Numero de botones abiertos	36
4.4	Diámetro de la flor	37
4.5	Hojas totales por tallo	38
4.6	Hojas en florero	39
4.7	Vida en florero	40
5	CONCLUSIÓN.....	41
6	BIBLIOGRAFIA.....	42

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Altura de la planta (cm) resultado de la producción de <i>Lilium</i> con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero.....	35
FIGURA 2. Diámetro del tallo (cm) en la producción de <i>Lilium</i> con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero.....	36
FIGURA 3. Número de botones abiertos por tallo en la producción de <i>Lilium</i> con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero.....	37
FIGURA 4. Diámetro de la flor en la producción de <i>Lilium</i> con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero.....	38
FIGURA 5. Hojas totales por tallo en la producción de <i>Lilium</i> con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero.....	39
FIGURA 6. Hojas en florero en la producción de <i>Lilium</i> con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero.....	40
FIGURA 7. Días en florero en la producción de <i>Lilium</i> con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero.....	41

1 INTRODUCCIÓN

El incremento en las especies de ornato es de gran de interés, ya que se conoce poco de los requerimientos nutricionales (Ortega *et al.*, 2006). Existen diferentes alternativas para la para el crecimiento de la planta y para la calidad de tallos y vida de postcosecha entre las cuales se encuentran las nutrición con suministro de calcio y potasio (Ramírez Martínez *et al.*, 2010).

La vida en postcosecha de las flores varia, dependiendo de la especie. Sin embargo las aplicaciones de soluciones preservativas incrementar la vida útil de las flores, entre las cuales se encuentran las soluciones con calcio (González-Aguilar and Zavaleta-Mancera, 2012). El Ca^{2+} genera la calidad y vida de florero, mostrado mejor respuesta de crecimiento y calidad postcosecha (Castellano *et al.*, 2005; Ramírez Martínez *et al.*, 2010). El efecto de concentraciones de calcio ha sido evaluado en diferentes cultivos ornamentales como tulipán (Armstrong, 2002) y zinnia (Abbasi *et al.*, 2004).

Así mismo se ha determinado que las aplicaciones de calcio aumentan el flujo de agua a través de los tallos por la agrupación con la pectina de las paredes celulares del xilema (van Ieperen and van Gelder, 2006). La adición de calcio (Ca^{2+}) busca incrementar la calidad de corte y postcosecha de flores al mejorar la estructura de sus células y otras cualidades sensoriales (Martin-diana *et al.*, 2007). Los tallos fertilizados con Ca^{2+} generan mayor potencial para la vida en florero, ya que son sustratos de la respiración y se emplean en la apertura floral (Cruz *et al.*, 2006).

Lo anterior significa que las aplicaciones de calcio representa una alternativa en la producción y vida de postcosecha de los cultivos de corte.

El Liliium es un cultivo de gran importancia dentro de la producción y comercialización de flores de corte en el mercado internacional representan el 24% de la producción mundial de flor de corte (Ortega *et al.*, 2006). Por lo que existe la gran necesidad de desarrollar conocimiento de los efectos del uso de fertilizantes foliares de Ca^{2+} para incrementar la vida de postcosecha.

Bajo esta perspectiva, el objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia que tiene la aplicación foliares de diferentes dosis de calcio sobre la vida de postcosecha en el cultivo de *Lilium spp.* desarrollado bajo condiciones protegidas.

1.1 Objetivo

Determinar el efecto de la aplicación foliar de diferentes dosis de calcio sobre la vida en florero de *Lilium spp.*

1.2 Hipótesis

La mayor dosis foliar de calcio incrementa la vida de florero de la flor de *Lilium spp.*

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen

Se trata de una planta herbácea perenne con bulbos escamosos, llamada comúnmente azucena híbrida. El género *Lilium* comprende unas 100 especies distribuidas por las regiones templadas del hemisferio boreal; una docena de ellas son indígenas de Europa y dos en América del Norte, mientras que 50-60 especies se encuentran en Asia (Alcaraz y Sarmiento, 1989).

2.2 Clasificación taxonómica

- ◆ **Reino:** Plantae
- ◆ **División:** Magnoliophyta
- ◆ **Clase:** Liliopsida
- ◆ **Orden:** Liliales
- ◆ **Familia:** Liliaceae
- ◆ **Género:** *Lilium*.
- ◆ **Subgéneros:** Cardiocrinum, Eulirion y Liliocharis.
- ◆ **Especies:** Las especies del género *Lilium* son alrededor de un centenar, y un gran número de ellas se cultivan para flor cortada o para planta en maceta o de jardín. Las más interesantes son *L. longiflorum*, de flores blancas y los híbridos producidos por cruzamientos entre varias especies, principalmente *L. speciosum* y *L. auratum*, con llamativos colores que van del rojo al amarillo (Bañòn *et al.*, 1993).

2.3 Nombre común

Azucena híbrida

Las cualidades deseadas de los *Lilium spp.* Dependen de los gustos y exigencias del mercado en cada momento (Jiménez y Caballero, 1990) es por eso que los mejoradores vegetales han desarrollado los suficientes grupos de híbridos:

- Híbrido asiático: de un metro de altura aproximadamente, son muy robusto y florecen en verano. Figuran más de 100 variedades Enchantment.
- Híbrido orientales: son exóticas azucenas con llamativos colores. Entre las variedades más conocidas figuran Imperial Crismson, Empress of India, StarGazer, Le Reve, Acapulco y Siberia.
- Híbridos longiflorum: no existe actualmente una gran demanda. Se producen solo una o dos variedades anualmente.
- Híbridos longiflorum/asiático
- Híbridos longiflorum/orientales (híbridos L/O)
- Híbridos orientales/asiáticos (híbridos O/A)

Los *Lilium* son notables por:

Sus bulbos escamosos de renovación plurianual.

Sus flores grandes y muy decorativas de tres tipos: copa (cáliz), trompeta o turbante.

Tallos largos con hojas sésiles.

2.4 Plantas bulbosas

Las plantas bulbosas representan dentro del reino vegetal una de las divisiones más características y enigmáticas que se pueden imaginar (Soriano, 1991^a).

El concepto de plantas bulbosas se aplica a todas aquellas plantas cuyo órgano vegetativo corresponde a un bulbo, como, rizoma, tubero o tubérculo, tallos tuberosos, pseudobulbo o una raíz tuberosa (Seemann y Andrade, 1999).

Según Soriano (1991^a), un bulbo no es más que el resultado final de una evolución biológica de un vegetal en unas determinadas condiciones, en la que se adapta tras un proceso de evolución. Existen además dentro de estas plantas otra característica que reside en su tipo de multiplicación ya que para perpetuar su especie, lo hace por medio de unos órganos de reserva que ellas mismas producen en diferentes zonas de su vegetación siendo en la mayoría de sus casos de aparición de sus axilas foliares (Soriano, 1991^a).

2.5 Estructuras y tipos de bulbos

El bulbo es una estructura que consiste en tallo axilar corto, carnoso, usualmente vertical, que lleva en su ápice un meristemo o primordio floral encerrado por escamas gruesas y carnosas. Es un órgano de reserva y es producido por plantas monocotiledóneas (Hartmann y Kester, 1997).

Existen diferentes tipos de bulbos, entre los cuales se encuentran los bulbos tunicados o laminados, que tienen escamas exteriores secas y membranosas, esta túnica protege a los bulbos contra golpes y lesiones, las escamas se encuentran en capas continuas, concéntricas o laminas, de manera que la estructura es más o menos sólida (Hartmann y Kester, 1997). Además existen los bulbos no tunicados o bulbos escamosos. Estos poseen hojas transformadas, denominadas escamas,

estas protegen la yema central. En este caso se dice desnudo ya que no está protegido (Boutherin y Bron, 1989).

2.6 Características morfológicas

2.6.1 Sistema radicular

Está constituido por un bulbo de tipo escamoso, teniendo un disco en su base, donde se insertan las escamas carnosas, que son hojas modificadas para almacenar agua y sustancias de reserva. Del disco salen unas raíces carnosas que es preciso conservar, ya que tienen una función importante para la nutrición de la planta en su primera fase de desarrollo. En el disco basal existe una yema rodeada de escamas, que al brotar producirá el tallo y, al final de su crecimiento, dará lugar a la inflorescencia, mientras tanto se forma una nueva yema que originará la floración del año siguiente. La mayoría de los *Lilium* forman las llamadas "raíces de tallo", que salen de la parte enterrada e inmediatamente encima del bulbo y tienen bastante importancia en la absorción de agua y nutrientes (Torreblanca, 2004).

2.6.2 Hojas

Son lanceoladas u ovalo-lanceoladas, con dimensiones variables, de 10 a 15 cm de largo y con anchos de 1 a 3 cm, según tipos; a veces son verticiladas, sésiles o pecioladas y, normalmente, las basales pubescentes o glabras, dependiendo igualmente del tipo. Paralelinervias en el sentido de su eje longitudinal y de color generalmente verde intenso (Alcaraz y Sarmiento, 1989).

La hoja es un tejido laminar formada en su mayor parte por células activas (parénquima y epidermis) con excepción del tejido vascular (vasos del xilema que

irrigan la hoja de savia bruta) y la cutícula que es un tejido suberizado o ceroso que protege a la epidermis del medio (Bidwell, 1979).

2.6.3 Flores

Se sitúan en el extremo del tallo, son grandes o muy grandes; sus sépalos y pétalos constituyen un periantio de seis tépalos desplegados o curvados dando a la flor apariencia de trompeta, turbante o cáliz. Pueden ser erectas o colgantes (Alcaraz y Sarmiento, 1989).

En cuanto al color, existe una amplia gama, predominando el blanco, rosa, rojo, amarillo y combinaciones de éstos.

2.6.4 Fruto

Es una cápsula trilocular con dehiscencia loculicida independiente y está provisto de numerosas semillas, generalmente alrededor de 200. La semilla es generalmente aplanada y alada.

2.7 Importancia Económica y Distribución Geográfica

Las flores más vendidas en el mundo son, en primer lugar, las rosas seguidas por los crisantemos, tercero los tulipanes, cuarto los claveles y en quinto lugar los *Lilium* (Alcaraz y Sarmiento, 1989).

El *Lilium* es una flor de calidad, muy apreciada por el consumidor, lo que asegura una buena demanda en el mercado, en el que hay competencia entre diferentes países. Son muy utilizadas para ramos, para floreros y también en los jardines. Holanda tiene el monopolio de la producción de bulbos (3,500 ha), que se

desarrollan, por otra parte hay también producciones de bulbos en Japón, en Estados Unidos y en Francia en las Landas. En cuanto a la producción para flor cortada, representa 20 ha en Holanda y más de 80 ha en Francia y en Italia. Los principales proveedores de la Unión Europea son: Israel, Kenia y Colombia; siendo el *Lilium* la flor más exportada durante el año 2001 (Robles, 2004).

Las producciones exportables de Colombia y Costa Rica se han orientado hacia especies más caras y de mejor calidad, siendo el *Lilium* una de las más cotizadas.

Uno de los países en incrementar su cultivo es Chile, las ventas al exterior se realizan durante todo el año, aunque el 55% del volumen exportado se concentra entre diciembre y febrero.

La velocidad de expansión de este cultivo está condicionada por el precio de los bulbos. Este precio, en general, se puede considerar alto, lo que constituye un freno al incremento de la superficie cultivada.

A pesar del condicionamiento anterior, la gran aceptación por el público sede esta flor y su buena cotización en los mercados, ha llevado a que en los últimos 10 años se haya triplicado su superficie de cultivo (Robles, 2004).

2.8 Producción e importancia del cultivo en México

El *Lilium* proviene de regiones frías, presenta amplia diversidad de cultivares con buena aceptación en el mercado nacional e internacional, por lo que su cultivo es altamente rentable. La superficie cultivada con esta especie ha sido una de las que más se ha incrementado en las últimas décadas a nivel nacional y mundial. En el 2007 en el corredor Horto-floricola del estado de México se ubicó entre cinco

cultivos de mayor demanda, por lo que su producción se efectúa en forma intensiva (Beltran, 2008).

México es un país que por la diversidad de climas que presenta posee un fuerte potencial de producción de cultivos ornamentales, además desde el punto de vista de mercado se va favorecido por la cercanía con EUA y Canadá, países que demandan gran cantidad de plantas ornamentales y flores (Claridades Agropecuarias, 2006).

En México la producción de *Lilium* es reciente (alrededor de 20-25 años), su producción más importante se encuentra en el municipio de villa guerrero, Estado de México, para establecer áreas de cultivo los productores se abastecen de bulbos de Holanda, país exportador en grandes cantidades de este material a diversas partes del mundo. De la producción obtenida una parte es exportada a EUA principalmente y el resto para consumo nacional.

La asociación de productores de villa guerrero menciona que el incremento de la producción de *Lilium* como flor de corte en nuestro país es impresionante, ya que solo en esta zona el área cultivada con esa flor paso de 3,800 m² en 1989 a 40,000 m² en 1992 (Villegas, 1994).

La producción más importante se encuentra en el Estado de México en el municipio de Texcoco.

Colombia dedica 5,900 hectáreas de superficie al cultivo de flores y aporta el 60% de ese mercado. Las principales diferencias con países como Colombia o Ecuador son: a) el poco uso de tecnologías modernas ya que en México el 92% de la producción se hace a cielo abierto y solo el 8% se hace en invernadero (Claridades Agropecuarias, 2006).

En México se produce alrededor de 50 tipos diferentes de flores (rosas, gladiolos, claveles y crisantemos, representan el 56% de la superficie cultivada y el 89% de la producción de flores) y esta producción se encuentra concentrada en la parte central del territorio, resultado el caso del Estado de México como el más importante, y el de este, el municipio de villa guerrero, el cual se ha convertido en el principal productor nacional, donde se obtiene aproximadamente el 50% de la producción nacional de flores (Claridades Agropecuarias, 2006).

Actualmente el *Lilium* goza cada vez de mayor aceptación tanto en el mercado nacional como internacional, esto debido en gran parte a su belleza, diversidad de colores y su producción durante todo el año.

Según expertos, México puede llegar a ser un importante productor y exportador de plantas ornamentales y flores, dependiendo de la organización y de los programas de millones de dólares para el 2010 (Toledo, 1997).

2.9 Material vegetal

Según Jiménez y Caballero (1990), Las cualidades deseadas de los *Lilium*, según los gustos y exigencias del mercado en cada momento, son:

- Posibilidades de cultivo en invernaderos adecuados para todo el año con luz artificial.
- Tallo floral de longitud suficiente y muy fuerte. El capullo floral debe tener un buen color y encontrarse mirando hacia arriba, y lo suficientemente corto para el cultivo en maceta.

- Periodo de crecimiento en cultivo bajo invernadero que permita un mayor número de días.
- Que sean poco susceptibles a las quemaduras de las hojas, así como a la deshidratación del capullo floral y más resistentes a *Fusarium spp.*

Temperaturas del invernadero:

- Que sea la más baja posible durante el crecimiento en el interior del invernadero.
- Facilidad de corte, clasificado, etc.

Mantenimiento de la calidad:

- Facilidad en el transporte y de larga permanencia como flor cortada.

Seguridad:

- porcentaje elevado de flores cortadas bajo cualquier circunstancia.

Desarrollo en el campo:

- cantidad, tamaño y resistente a cualquier posible enfermedad.

2.10 Multiplicación

Existen muchos procedimientos de reproducción de *Lilium*, aunque las variedades se propagan fundamentalmente a partir de bulbillos obtenidos de esquejado de escamas, o de bulbillos de las axilas de las hojas. El cultivo de bulbillos hasta alcanzar tamaño comercial tarda unos dos años y normalmente corre a cargo de empresas especializadas.

La reproducción por semilla se emplea con fines de mejora y en las variedades para jardín de *L. longiflorum*. Actualmente existe la posibilidad de propagación *in vitro*, mediante el cultivo de embriones en los cuales estos se cultivan en un medio artificial.

2.11 Requerimientos Edafoclimáticos

Los elementos climáticos más determinantes para este cultivo son la luz, la temperatura y sus efectos combinados (Marinangeli *et al.*, 2004).

En el *Lilium spp.* La luz afecta el desarrollo de la planta, incluso la floración y la especie se describe como sensible al fotoperiodo, requiriendo para su normal desarrollo y producción un fotoperiodo largo. Esta condición depende de la época del año, de la variedad y la cantidad de luz que permite ingresar el invernadero (Sánchez *et al.*, 2004).

2.12 Luz

La interrupción de la dormancia y la inducción floral son provocadas por las bajas temperaturas. Se puede aplicar a los bulbos dos tipos de tratamiento térmico:

Temperatura de 2 °C durante 6 a 8 semanas después de la recolección.

Temperatura de -2 °C durante varios meses para plantar durante todo el año (bulbos congelados).

Una falta de luz puede provocar dos anomalías en la flor:

Aborto de las flores. Decoloración en la base del botón floral que al final se necrosa o no, pero cesa su desarrollo.

Abscisión. Blanqueamiento del botón floral, seguido de un estrechamiento del pedúnculo que lo sustenta y posterior caída del mismo.

Un exceso de luz hace palidecer los colores y da lugar a tallos demasiados cortos en cultivares de poco crecimiento.

Existen grandes diferencias entre las necesidades de luz de unos y otros cultivares, siendo más exigentes los pertenecientes al grupo *speciosum*, algo menos los del *longiflorum* y menos los otros grupos. Entre los híbridos asiáticos suelen ser más exigentes los de ciclo de cultivo más largo.

El momento crítico de falta de luz es cuando comienzan a formarse los botones florales. Una escasa iluminación es esa época (fin de otoño y principio de invierno), puede originar en algunos cultivares la pérdida de floración (Bañón, 2002).

2.13 Temperaturas

Para la mayoría de los híbridos se aconsejan temperaturas nocturnas entre los 12-15 °C y las diurnas a 25 °C. Las altas temperaturas junto a una baja intensidad luminosa producen efectos negativos sobre las plantas.

El *Lilium* también es sensible a temperaturas elevadas del suelo, fundamentalmente en las primeras fases de cultivo, ya que el proceso de formación de la flor se inicia desde la plantación y si en ese momento existe una temperatura de suelo elevada (25 °C), el número de flores es menor. También dificulta el desarrollo de las raicillas del tallo y las hace más propensas al ataque de enfermedades.

Para amortiguar estos efectos negativos se recomienda:

Iluminación de apoyo para momentos críticos.

Recubrimiento del suelo con materiales aislantes (turba, paja, pinocha, etc.) para evitar excesos de temperatura en el suelo.

Sombreado del cultivo en épocas muy luminosas hasta el inicio de la formación de los botones florales. Se puede emplear malla de sombreado del 50% de extinción, hasta que el cultivo alcance 25-40 cm.

Aspersiones mojando bien las plantas (Manuales FIA, 2007).

2.14 Suelo

El *Lilium* es sensible a la salinidad y el suelo debe facilitar la formación de un abundante sistema radicular de tallo. Por ello los suelos más idóneos para el cultivo del *Lilium* son suelos sueltos, con buen drenaje, ricos en materia orgánica y con suficiente profundidad (40 cm) donde el lavado de sales se realice con facilidad.

La mayor parte de los *Lilium* prefieren suelos con pH próximo a la neutralidad o ligeramente ácido. Los híbridos orientales prefieren un pH entre 6 y 7 y los *L. speciosum* y *L. auratum* son más calcífugos inclinándose por valores de 5.5 a 6.5.

2.15 Cultivo en Invernadero

2.15.1 Plantación

La plantación debe programarse con antelación para que a la llegada de los bulbos se proceda inmediatamente a su colocación en el terreno. Si no se realiza

inmediatamente, los bulbos se podrán conservar hasta 8-10 días en cámaras con temperaturas de 0 a 2 °C.

Normalmente existen dos épocas de plantación:

Plantaciones de septiembre a noviembre, buscando la producción invernal y huyendo de las elevadas temperaturas del verano.

Plantaciones de enero a marzo de cara a la producción de primavera.

Las densidades de plantación dependerán del tipo de *Lilium* a cultivar, del calibre del bulbo y del momento de plantación. En épocas de menor luminosidad se emplearán densidades menores y en épocas de mayor luminosidad, las densidades mayores. En general puede utilizarse 80 bulbos/m² para calibre 10/12, 60-70 bulbos/m² para calibres 12/14 y 50-60 bulbos/m² para calibres 14/16.

La profundidad de plantación está muy relacionada con la facultad que poseen algunos híbridos de emitir raíces de tallo. Estas raíces salen de la parte enterrada del tallo, por lo que el bulbo debe ponerse a suficiente profundidad para facilitar el desarrollo de las mismas. Para plantaciones invernales la profundidad adecuada es de unos 8 cm, mientras que en plantaciones de verano será de 10-12 cm.

2.15.2 En tutorado para su calidad de flor de corte

A pesar de enterrar bastante el tallo, casi todos los híbridos pertenecientes a las especies *L. speciosum* y *L. longiflorum*, así como algunos cultivares de gran crecimiento de los otros grupos, necesitan en tutorado para evitar que se tuerzan o quiebren. Lo más práctico es recurrir a mallas de nylon con cuadros de 12.5x12.5 cm

o de 15x15 cm. Se colocará una sola malla y se irá elevando a medida que crezca el cultivo.

2.15.3 Necesidades hídricas

Durante las tres primeras semanas debe existir una humedad constante en el suelo, evitando los encharcamientos, dando riegos muy frecuentes y poco caudalosos. Esto ayuda a rebajar la temperatura del suelo, se disminuye la concentración de sales y facilita la emisión de raíces del tallo.

Desde tres semanas antes de la recolección hasta el momento de la recolección existe otro momento crítico de máximo consumo de agua, que debe ser considerado en el cálculo de las necesidades hídricas (Gill, 2006).

El *Lilium* exige agua de buena calidad, no debiendo sobrepasar 1 gr/Lt de sales totales y 400 mg/Lt de cloruros. En general el riego deberá ser muy frecuente y en pequeñas dosis, dependiendo de la naturaleza del suelo y de la evaporación, eligiendo las horas tempranas de la mañana para regar y permitir así que a media tarde las hojas estén secas (Bañón, 2002).

2.16 Presión osmótica

Las repuestas de las plantas en crecimiento y desarrollo a la solución nutritiva del cultivo hidropónico depende de varios factores, el más importante de estos es la concentración total de iones expresa como la presión osmótica de la solución nutritiva (Steiner, 1966).

La presión osmótica es una propiedad físico química de las soluciones, la cual depende de la cantidad de partículas o disueltos (Segal, 1989).

Un aumento de la presión osmótica debido al incremento en el contenido de nutrientes o de otros iones en la solución nutritiva provoca que la planta efectúe mayor esfuerzo para absorber agua y algunos nutrimentos y por consiguiente un desgaste de energía metabólica (Asher y Edwards, 1983; Marshner, 1995).

2.17 Fertilización

Normalmente el *Lilium* no destaca por sus exigencias nutritivas, siendo la naturaleza del soporte edáfico, más que su predisposición vegetal lo que hace necesaria esta práctica. Así, para el abonado de suelos pesados, arcillosos o similares, se recomienda aportar 1.5 m³ de turba para 100 m² de suelo. Si el suelo es fresco y ligero, con pequeño poder de retención de elementos nutritivos, se añadirá de 1 a 1.5 m³ de estiércol por 100 m² de suelo y posteriormente proporciones de NPK formuladas como sulfatos y superfosfatos (Álvarez, 2007).

La fertilización más recomendada es alternando riegos con nitrato cálcico (0,7 gr/Lt) con otros de un abono equilibrado 3:1:2, a razón de unas 150 ppm. Todo ello a partir de la cuarta semana de plantación. El nivel de sales en el sustrato debe vigilarse, procurando que la conductividad del extracto 1:2 no sobrepase los 2 milimhos/cm (Almaguer, 2007).

2.18 Malas hierbas

Las malas hierbas pueden ser un problema importante según modalidad y ciclo de cultivo; en caso de cultivo en invernadero puede haber una gran proliferación de malas hierbas si se ha utilizado como abono de fondo o enmienda estiércol, ya que es portador de semillas.

Es común el empleo de la escarda química durante las primeras fases del crecimiento y cuando el *Lilium* no ha desplegado aún sus hojas. La materia activa más empleada es el cloroxuron a dosis de 50 g/m². La aplicación es de preemergencia de las malas hierbas, al atardecer, dando un riego inmediatamente después para lavar las plantas de *Lilium* y evitar quemaduras por contacto del producto.

2.19 Corte de la Flor

El corte de la flor se realiza cuando la flor primera está totalmente coloreada, pero aún no ha abierto ya que las flores abiertas se dañan fácilmente durante el transporté. Se coloca el tallo floral por su base a unos 2 cm de su cuello.

La anticipación al momento óptimo de recolección puede llevar consigo el que los botones no finalicen su desarrollo completo, corriendo el riesgo de que no abran ninguna flor o no lo hagan la mayoría de ellas. El retrasar la recolección, provoca un mayor número de flores abiertas que desprenden polen y pueden mancharse entre sí. Además al ser una flor grande y delicada sufre bastante durante la manipulación y transporte, depreciándose fácilmente (Bañón, 2002).

2.20 Post-Recolección

Tras la recolección se deben seguir una serie de pasos que aseguren la adecuada conservación y comercialización de la flor, para que esta no sufra daños. Es preciso realizar una limpieza de las hojas basales del tallo hasta una altura de unos 10 cm para mejorar la apariencia de éste e incluso alargar la vida útil de la flor al aumentar la facilidad de absorción de agua. Según el mercado de flores se clasificaran en función de la longitud del tallo o del número de botones florales (Alcaraz y Sarmiento, 1989).

Para el almacenamiento, los ramos se colocan en recipientes con agua limpia y se añade algún conservante como hiposulfito de la planta, pasándolos inmediatamente a una cámara frigorífica donde se mantendrán a una temperatura de 3-4 °C, durante un periodo máximo de tres días (Buschaman, 1997).

2.21 Comercialización

Los parámetros de calidad que determinan la correcta comercialización de las plantas de *Lilium* son la longitud del tallo (80 a 120 cm), número de botones florales (de 5 a 8 flores) longitud del botón floral y la firmeza del tallo.

-Normalización de bulbos: calibres de 10 a 18 cm. Los bulbos son muy sensibles a la desecación; deben mantenerse a una humedad relativa del 90% en las cámaras de tratamiento y en los embalajes con tierra húmeda.

-Flores cortadas, los parámetros de calidad que determinan la correcta comercialización de las plantas de *Lilium* son la longitud del tallo, número de botones florales, longitud del botón floral y la firmeza del tallo. Son vendidas en manojos de 10 y se protegen con papel de celofán perforado. La conservación de los híbridos asiáticos se realiza a una temperatura de 2-4 °C en agua y los orientales a 5 °C.

Una vez clasificadas se colocan en cajas de cartón, que poseen unas aberturas u orificios de ventilación para la evacuación de etileno y se envían en camiones frigoríficos (Manuales FIA, 2007).

2.22 Solución Steiner

Un tipo de solución muy utilizada en cultivos comerciales de tomates, pepinos, y demás plantas, es la solución creada por Steiner en (1984). Lo que indico que el Calcio 183 ppm (para 100 Lt de agua), Nitrato de Calcio 98.918.

Partes por millón. Una forma muy común de expresar concentraciones de partículas elementales es precisamente partes por millón (ppm). En soluciones nutritivas, aunque no se especifique, las partes por millón suelen significar los miligramos de una sustancia considerada por cada litro de agua, es decir, es una relación de peso a volumen.

En general, las concentraciones de los macroelementos se expresan en milimoles por litro, mientras que las de los microelementos se expresan en ppm.

Como en este caso el calcio es un microelemento por lo que se expresa como ppm consideradas por cada litro de agua a utilizar.

2.23 Fertilización foliar

La fertilización foliar, que es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo; esta práctica es reportada en la literatura en 1844, aunque su uso se inicia desde la época Babilónica. Bajo este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrimentos, algunos componentes de ésta participan en la absorción de los iones. Los factores que influyen en la fertilización foliar pueden clasificarse en tres grupos; aquellos que corresponden a la planta, el ambiente y la formulación foliar. Dentro de los aspectos de la planta, se analiza la función de la cutícula, los estomas y ectodesmos en la absorción foliar. En el ambiente, la temperatura, luz, humedad relativa y hora de aplicación. En la formulación foliar se analiza el pH de la solución, surfactantes y

adherentes, presencia de sustancias activadoras, concentración de la solución, nutrimentos y el ion acompañante en la aspersión. Varios trabajos de fertilización foliar han demostrado su bondad en la respuesta positiva de los cultivos, sin embargo, los incrementos de rendimiento por el uso de esta práctica han sido muy variables, lo que sugiere se hagan más trabajos en busca de optimizar la capacidad productiva de las cosechas de diferentes cultivos, utilizando la fertilización foliar como un apoyo a la fertilización al suelo.

La aplicación foliar de nutrientes por medio de aspersiones es un método de suministro de nutrientes a las plantas más rápido que los métodos de aplicación al suelo (Marschner, 1995). Entre las partes aéreas de las plantas las hojas son las más activas en la absorción de las sustancias aplicadas, pues tiene una mayor superficie expuesta. La efectividad de la fertilización foliar depende en gran medida de la cantidad absorbida de la sustancia a través de la superficie (siendo importante la composición química de las hojas) y su traslado por los conductos floemáticos, requiriendo un gasto de energía metabólica. Estas sustancias nutritivas deben atravesar la cutícula, las paredes primaria y secundaria y la membrana plasmática hasta llegar al interior de la hoja. La fertilización a nivel foliar constituye una nutrición o fertilización complementaria (Rodríguez, 1996).

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo. El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas

del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica.

A pesar del incremento en la producción de *Lilium*, se reportan pocos trabajos con recomendaciones de fertilizantes foliares (Ortega *et al.*, 2006).

Por ello, en la presente investigación se estudió el efecto de la fertilización foliar con Ca^{2+} en la vida en florero de *Lilium*.

2.24 Función e importancia del Calcio en Plantas

La adición de calcio (Ca^{2+}) busca incrementar la calidad de corte y postcosecha de flores al mejorar la estructura de sus células y otras cualidades sensoriales (Martin-Diana *et al.*, 2007).

El Ca^{2+} en el interior de la planta se mueve en grandes distancias en el xilema debido principalmente al flujo de masa generado por el torrente de la transpiración (Kirkby y Pilbeam, 1984). En consecuencia, parte de los desórdenes del Ca^{2+} resultan de una muy limitada capacidad de la planta para regular la distribución de Ca^{2+} entre los tejidos de baja transpiración como ocurre con las hojas muy jóvenes en desarrollo en el *Lilium* (Chang y Miller, 2004).

La mayor parte del Ca^{2+} en las plantas se encuentra en las vacuolas centrales y unido en las paredes celulares a polisacáridos llamados pectatos (Kinsel, 1990).

El Calcio es un catión divalente que es sumamente importante para mantener la fuerza e integridad de los tallos de las plantas. Este mineral también regula la absorción de nutrientes a través de las membranas plasmáticas de las células. El calcio funciona en la elongación y división de células, estructura y permeabilidad de membranas de la célula, metabolismo del nitrógeno, y translocación de carbohidratos.

Aplicaciones de Ca^{2+} a las flores de corte retardan la senescencia al promover la estabilidad de las membranas celulares y aumentar la tolerancia al estrés ambiental. Estudios realizados con frutos indican que el nivel de senescencia depende del contenido de Ca^{2+} en los tejidos (Poovaiah, 1979).

Hay muchos agrónomos que consideran que el calcio es un elemento secundario o aún un microelemento, aunque la concentración de calcio en la planta es la misma que la del de nitrógeno o potasio. El calcio no es tóxico, aun con concentraciones altas, y funciona como un agente detoxificante atrapando compuestos y manteniendo el balance catiónico-aniónico en la vacuola. Ya que el calcio es parte de la pared celular, y función como el cemento que liga las paredes celulares, es uno de los factores más significativos de la firmeza y vida en florero.

La aplicación de calcio en flor de corte retarda la senescencia al dar estabilidad a las membranas celulares y aumenta la tolerancia al estrés ambiental (Domínguez, 1989).

Pérez (2004) observó que al aplicar un nivel alto de Ca^{2+} en la solución nutritiva a flores de crisantemo, se originó mayor concentración de azúcares reductores, además de incrementar la vida en florero. Estos resultados, también sugieren que

con aplicaciones externas (foliares) de Ca^{2+} se puede retrasar la senescencia (Ferguson y Drøbak, 1998).

La mayor ganancia de azúcares generada por la aplicación de Ca^{2+} , posiblemente esté relacionada con el hecho de que, estos nutrientes mejoran el transporte de carbohidratos (Jones, 1998; Camacho-Cristobal-Gonzalez-Fontes, 1999) y sugiere que los tallos fertilizados con Ca^{2+} posiblemente tengan mayor potencial para la vida en florero, ya que son sustratos de la respiración y se emplean en la apertura floral (Cruz *et al.*, 2006).

Con un alto contenido de Ca^{2+} la planta tuvo mejor crecimiento y desarrollo debido a que la división y elongación celular, movimientos tróficos, secreción de proteínas y expresión de genes en las plantas están influenciados por el Ca^{2+} (Allan y Trewavas, 1987).

Las funciones más conocidas del Ca^{2+} son mantener la integridad celular y la estabilidad de la membrana (Epstein, 1972; Poovaiah, 1979). La estabilidad de la membrana resulta de la unión del ion Ca^{2+} , fosfato y grupos carboxilo de los fosfolípidos y proteínas a superficies de la membrana (Legge *et al.*, 1982). Interviene en la formación de la lecitina, que es un fosfolípido importante de la membrana celular, siendo un factor de importancia en la permeabilidad de estas membranas (Rodríguez, 1996). Aunque otros cationes puedan reemplazar al Ca^{2+} en estos sitios de unión, son incapaces de reemplazarlo en su función de estabilidad de la membrana. El Ca^{2+} es esencial en el medio externo para la selectividad de la membrana, ya que en ausencia de Ca^{2+} la membrana empieza a agrietarse y los solutos del citoplasma se pierden (Van Steveninck, 1965).

La función del Ca^{2+} en la estructura de la pared celular es a nivel de los enlaces transversales de los polímeros pécticos, principalmente en la lámina media. Los iones de Ca^{2+} son fijados en la pared celular por interacciones electrostáticas con los grupos carboxilo de las pectinas y por grupos hidroxilo de diversos polisacáridos, caracterizados por ser sales insolubles (Demarty *et al.*, 1984).

Los iones de calcio se utilizan en la síntesis de las paredes celulares nuevas, en particular la lámina media de las células recién divididas. El calcio también se utiliza en el huso mitótico durante la división celular. Se requiere para el funcionamiento normal de las membranas vegetales y ha sido implicado como un segundo mensajero para diversas repuestas de las plantas a ambas señales ambientales y hormonales (White y Broadley, 2003). En su función como un segundo mensajero, el calcio se puede unir a la calmodulina, una proteína que se une a los diferentes tipos de proteínas, incluyendo quinasas, fosfatos, segundo mensajero de señalización proteica, y las proteínas del citoesqueleto, y de ese modo regula muchos procesos celulares que van desde el control de la transcripción y la supervivencia de las células a la liberación de señales químicas (Taíz y Zeiger, 2006).

El calcio puede participar notablemente en el equilibrio electrostático de la célula, debido a la alta cantidad que se encuentra en las vacuolas, donde contribuye al balance aniones-cationes actuando como ion acompañante de aniones orgánicos e inorgánicos. El incremento en la elasticidad de las paredes celulares favorecido por el calcio, es debido a que este forma un complejo quelatado muy estable unido a los pectatos de la lamela media (Marschner, 2002). Además, la elongación y la multiplicación celular en los tejidos meristemáticos son activados por el calcio.

Debido a que *Lilium* es la especie dominante de las exportaciones nacionales y que se cultiva prácticamente desde la V a la X región es importante investigar técnicas de postcosecha que permitan llegar a 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. 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).

2.25 Conservación

La vida en florero de flores de *Lilium* puede ser de 5 hasta 9 días dependiendo del cultivar y de las condiciones ambientales. Pasando los tallos por aproximadamente 20 minutos en una solución con un conservador que contenga tiosulfato de plata (STS), aumenta la vida en el florero. Después de sacar los tallos de esta solución, deben colocarse en una solución preservadora que puede tener STS y un 10% de azúcar por 24 horas y por último pasarlas a una solución con 50 ppm de Ácido Giberélico (AG3), esto incrementa en gran medida la vida de los *Lilium* en florero (Armitage, 1993).

Los *Lilium* son muy susceptibles al etileno y por ello es mejor mantenerlos lejos de una fuente del mismo, como frutos maduros (Sacalis, 1993). Es muy común que suelen afectarse con sus propias emanaciones de etileno (Armitage, 1993).

El calcio ha recibido considerable atención no sólo por su relación con los desórdenes fisiológicos, sino también por algunos efectos deseables como retrasar la maduración

en frutos (Ferguson, 1984), aumentar la vida de anaquel, incrementar firmeza, disminuir la respiración, (Bangerth, 1979).

En relación con el papel del calcio en la vida postcosecha del cultivo, hay evidencia de una relación entre la permeabilidad de la membrana regulada por el Ca y la biosíntesis de etileno (Mattoo y Lieberman, 1977), un poderoso y común promotor de la senescencia y abscisión de varios órganos vegetales, actúa causando expansión celular e induciendo la síntesis y secreción de hidrolasas que degradan la pared (Salisbury y Ross, 1994). Aplicaciones de calcio a flores de corte retrasan la senescencia al dar estabilidad a las membranas de las células y aumentar la tolerancia al estrés ambiental (Domínguez, 1989). Pérez (2004) observó que al aplicar un nivel alto de Ca^{2+} en la solución del suelo a flores de crisantemo, se originó mayor concentración de azúcares reductores, además de incrementar la vida en florero.

Algunos cultivares presentaron problemas como, necrosis en hojas, casos severos de flacidez del tallo y corta vida en florero, dichos efectos pueden ser ocasionados por la deficiencia de calcio (Álvarez *et al.*, 2008).

2.26 Deficiencia de calcio

La deficiencia de calcio también se atribuye a que en el mejoramiento genético de los cultivos ornamentales los híbridos presentan una mayor acumulación de biomasa, altas tasas de crecimientos (Beattie y White, 1993) y mayor necesidad de nutrientes, lo que promueve una mayor demanda nutrimental (Bass *et al.*, 2000; Engelbrecht, 2004). Esto explica por qué en las mismas condiciones de crecimientos algunos cultivares de la especie desarrollan su ciclo en forma óptima, en tanto que otros presentan deficiencias, si no reciben fertilizantes complementarias (Baligar *et al.*, 2001).

Los síntomas característicos de la deficiencia de calcio incluyen necrosis de las nuevas regiones meristemáticas, tales como las puntas de las raíces u hojas jóvenes, donde la división celular y la formación de la pared son más rápidas. En las plantas de crecimiento lento se presenta necrosis, la cual puede ser precedida por una clorosis general hacia abajo que conecta las hojas jóvenes. Las hojas jóvenes también pueden aparecer deformes. El sistema radicular de una planta deficiente en calcio puede aparecer de color marrón, corto y muy ramificado. Puede resultar atrofia severa si las regiones meristemáticas de la planta mueren prematuramente (Taíz y Zeiger, 2006).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

El trabajo se llevó a cabo en el invernadero número 3, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), ubicada en la carretera a Santa Fe, Periférico km 1.5 en la ciudad de Torreón, Coahuila. En las coordenadas 25°31' 11'' latitud Norte y 1003°25'57'' de longitud Oeste; y con altura de 1123 msnm. Este trabajo se realizó durante el ciclo de primavera-verano 2012.

3.2 Condiciones del invernadero

El invernadero fue semicircular, con la estructura completamente metálica, cubierta con una película plástica transparente, el suelo está protegido de grava, cuenta con un sistema de enfriamiento y una pared húmeda, un par de extractores de aire caliente, ambos sistemas están sincronizados para accionarse por sensores, se encuentra un termómetro que mide las temperaturas máximas y mínimas.

3.3 Preparación de macetas

Se utilizaron macetas de plástico para ornamentales de color verde. Las macetas contenían como sustrato arena de río y perlita. La arena utilizada fue lavada y desinfectada con hipoclorito de sodio al 5%, las mezclas utilizadas presentaron las siguientes relaciones en base a volumen de perlita:arena: 20:80. El sustrato se desinfectó con $\frac{1}{2}$ litro de cloro por 50 litros de agua dando como resultado un litro por maceta para un total de 48 macetas.

3.4 Material vegetal

Como material vegetativo se utilizaron bulbos de *Lilium spp.* El calibre de los bulbos con los que se trabajaron fue de 12-14 cm.

3.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y doce repeticiones, con un total de 48 unidades experimentales (macetas) y con una densidad de población de seis plantas m^2 , las macetas fueron colocadas por filas 12 x 4.

3.6 Manejo agronómico

3.6.1 Siembra y riego

La plantación de los bulbos se realizó el día (30/03/2015). Se Colocó un bulbo por maceta, los bulbos se desinfectaron antes de su siembra con una solución fungicida con Prozycar 50% PH (Carbendazim 50.0 % en peso) se rego manualmente. Después de la plantación se aplicó un riego pesado.

Posteriormente se aplicó pura agua para cada tratamiento, en cada riego fue de ½ litro dos veces por día una en la mañana y otra por la tarde-noche del día.

3.6.2 Aplicación foliar de calcio

Cuatro dosis de calcio (0, 51, 102, 153, ppm) fueron aplicadas. Las dosis fueron empleadas en los primeros 20 días después de la siembra, de ahí cada 10 días, hasta llegar al punto de corte. Cada litro de solución de calcio se le bajaba el pH a 5 con ácido sulfúrico (H₂SO₄).

Fueron 5 aplicaciones que se realizaron durante la investigación las cuales se aplicó durante la tarde-noche del día correspondiente a la aplicación foliar.

Fecha de siembra 30 de marzo del 2015

Fechas de aplicación:

1^{ra} aplicación 19 de abril del 2015

2^{da} aplicación 29 de abril del 2015

3^{ra} aplicación 12 de mayo del 2015

4^{ta} aplicación 22 de mayo del 2015

5^{ta} aplicación 1 de junio del 2015

3.6.3 Corte

Se realizó al primer botón florar con una tonalidad de color rosa antes de su apertura con un total de 7 cortes consecutivos. Se cortó desde la base del tallo con un corte en forma vertical con tijera podadoras desinfectadas.

3.7 Variables evaluadas

3.7.1 Longitud del tallo

Se utilizó una cinta métrica para la medición de longitud de las plantas y los resultados se expresan en (cm), esta medición se llevó a cabo desde la base del tallo hasta la altura total de la planta.

3.7.2 Diámetro del tallo

El diámetro de tallo fue tomado con vernier y los resultados fueron dados en milímetros, se tomaron a un centímetro de la base del tallo.

3.7.3 Hojas totales por tallos

Se llevó a cabo el conteo de hojas totales por tallo al momento de la cosecha.

3.7.4 Hojas totales en florero

Al momento de introducirlas al florero se les quito algunas hojas a cada tallo floral permitiendo así el fácil manejo al ingreso del florero cubierto con papel aluminio, por lo que se le dio el conteo de las hojas que les quedo a los tallos introducidas al florero.

3.7.5 Numero de botones florales

El conteo de los botones florales, se realizó al momento de la cosecha, se llevó el control de abertura de los botones florales por cada tallo.

3.7.6 Diámetro de la flor

Se utilizó una regla métrica de 30 cm para la medición del diámetro de la flor de las plantas y los resultados se expresan en (cm) se tomaron de extremo a extremo de la flor para mejor medición de la misma.

3.7.7 Vida en florero

La vida útil de la flor se determinó en base al tiempo transcurrido desde el inicio (introducción al florero), hasta cuando la flor de *Lilium* presento su grado total de marchitez. Se preparó una solución de .5 ml de vinagre blanco por cada litro de agua. Para colocar dos tallos por florero lo cual se cambiaron cada tres días dependiendo la evapotranspiración de los tallos florales que fueron tapados con papel aluminio, el clima del laboratorio del Departamento de Horticultura de la UAAAN-UL fue controlada cada 12 hrs por 12 hrs con una temperatura mínima 22 °C y una máxima de 25 °C.

3.8 Análisis estadístico

Los datos de las variables evaluadas fueron procesados mediante análisis de varianza y comparación de media utilizando la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.2 (SAS Institute Inc., 1999).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de planta

La aplicación foliar de calcio no afectó la altura de las plantas, la dosis de 0 ppm fueron las que presentaron mayor altura (Figura 1), superando en 13% a las dosis altas de calcio (153 ppm). Resultados similares fueron reportados por (Hernández Hernández, 2011) al observar que la altura de planta y el número de hojas no responde a aplicaciones foliares de calcio.

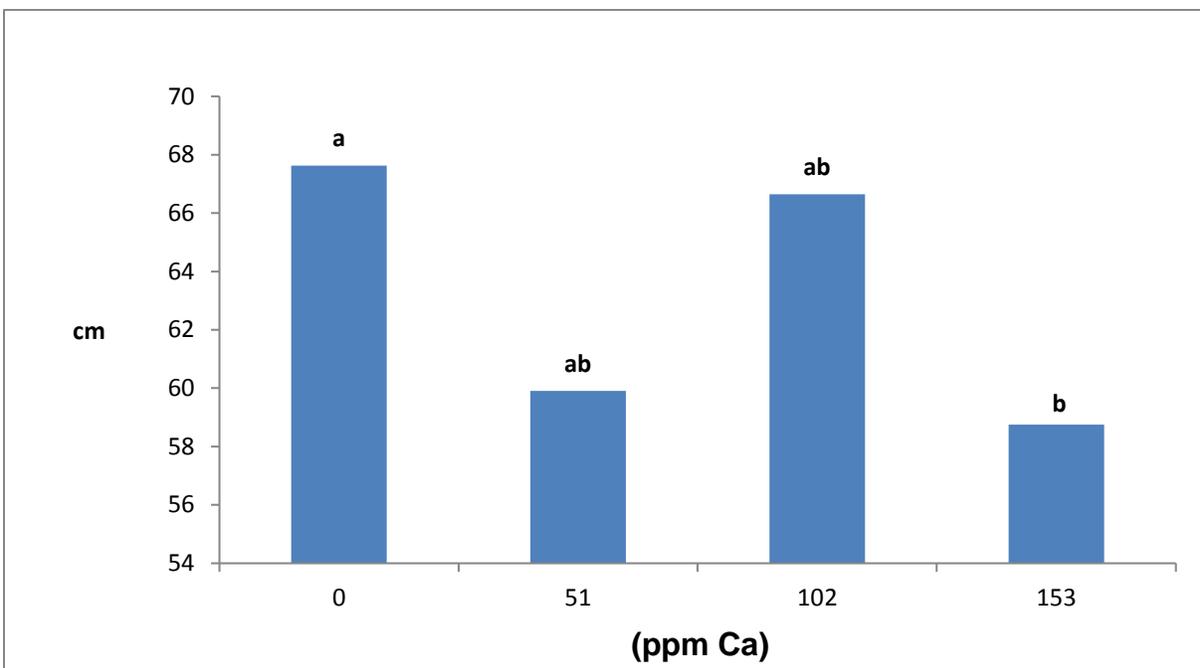


Figura 1. Altura de la planta (cm) resultado de la producción de *Lilium* con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero. Medias con letras diferentes son estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

4.2 Diámetro del tallo

Las diferentes aplicaciones foliares de calcio utilizadas en el experimento no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) para diámetro de tallo (Figura 2). Resultados similares fueron reportados por (Romero *et al.*, 2007) al observar que el diámetro de tallo no presenta respuesta a concentraciones altas de calcio (120, 200, 280, 360, y 400 mgL^{-1}) en plantas ornamentales. Por lo que sería encontrar las dosis adecuadas de calcio, ya que concentraciones no adecuadas de calcio inhiben el crecimiento y la extensión de la pared celular (De Dios-Delgado *et al.*, 2006).

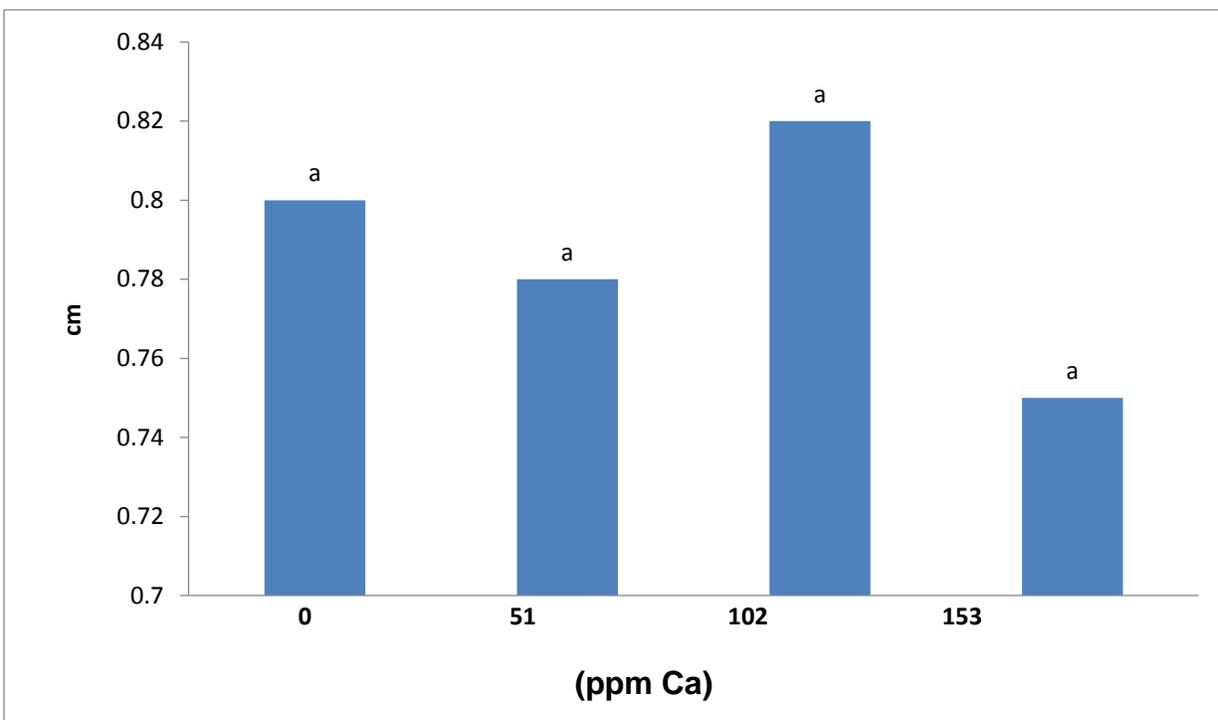


Figura 2. Diámetro del tallo (cm) en la producción de *Lilium* con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero. Medias con letras diferentes son estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

4.3 Numero de botones abiertos

El análisis de varianza para el diámetro del tallo no mostró diferencia significativa ($p > 0.05$). El mayor número de botones abiertos para planta correspondió al tratamiento del T₁ (0 ppm) con 4.18 botones abiertos; mientras que el menor número de botones abiertos para las plantas se asperjaron con la dosis más alta de Ca²⁺ con 3 botones abiertos. (Figura 3)

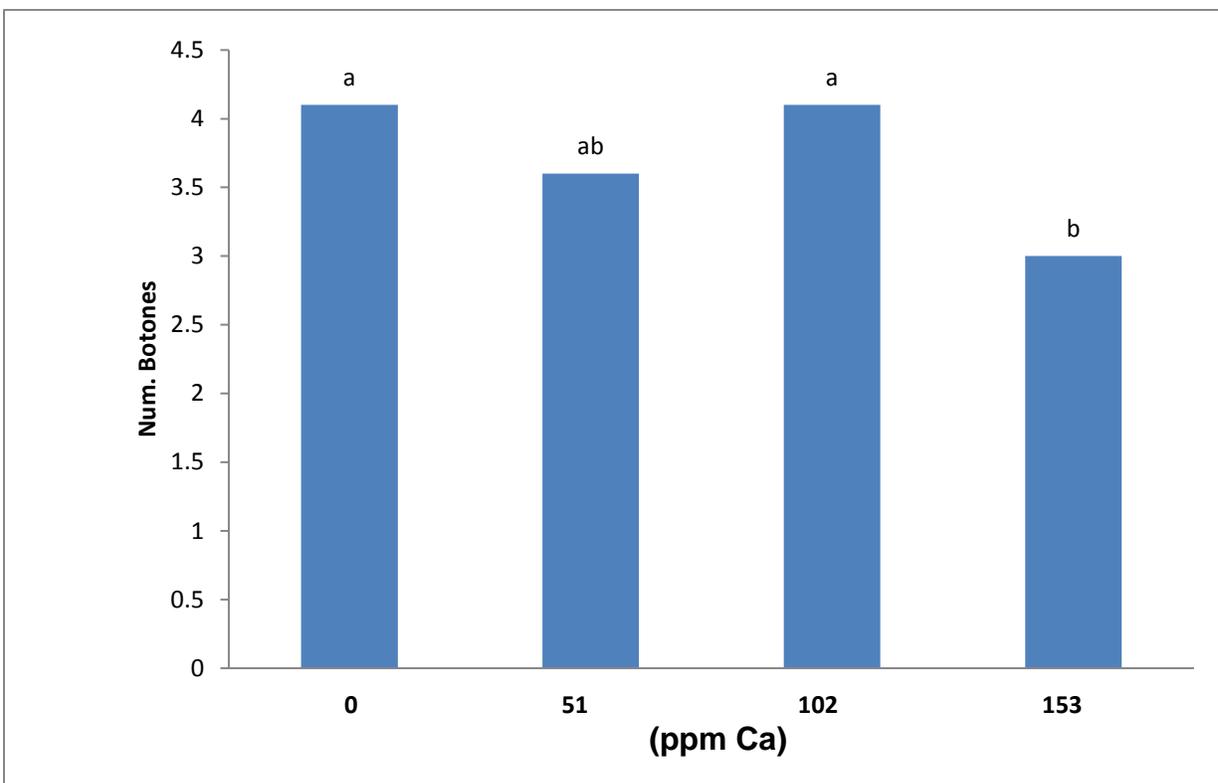


Figura 3. Número de botones abiertos por tallo en la producción de *Lilium* con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero. Medias con letras diferentes son estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

4.4 Diámetro de la flor

La aplicación foliar calcio afectó significativamente ($p > 0.05$) el diámetro de la flor, siendo la dosis de 153 ppm las que mostraron mayor diámetro (Figura 4). Resultados similares fueron reportados por (Valencia A, 2012) al obtener mayor diámetro de flor en el cultivo de *Lilium* con fertilización foliar de calcio (7 meqL^{-1}). Al respecto (Álvarez-Sánchez *et al.*, 2008) indican que el suministro de calcio tiene efecto positivo en el crecimiento de *Lilium* asiático.

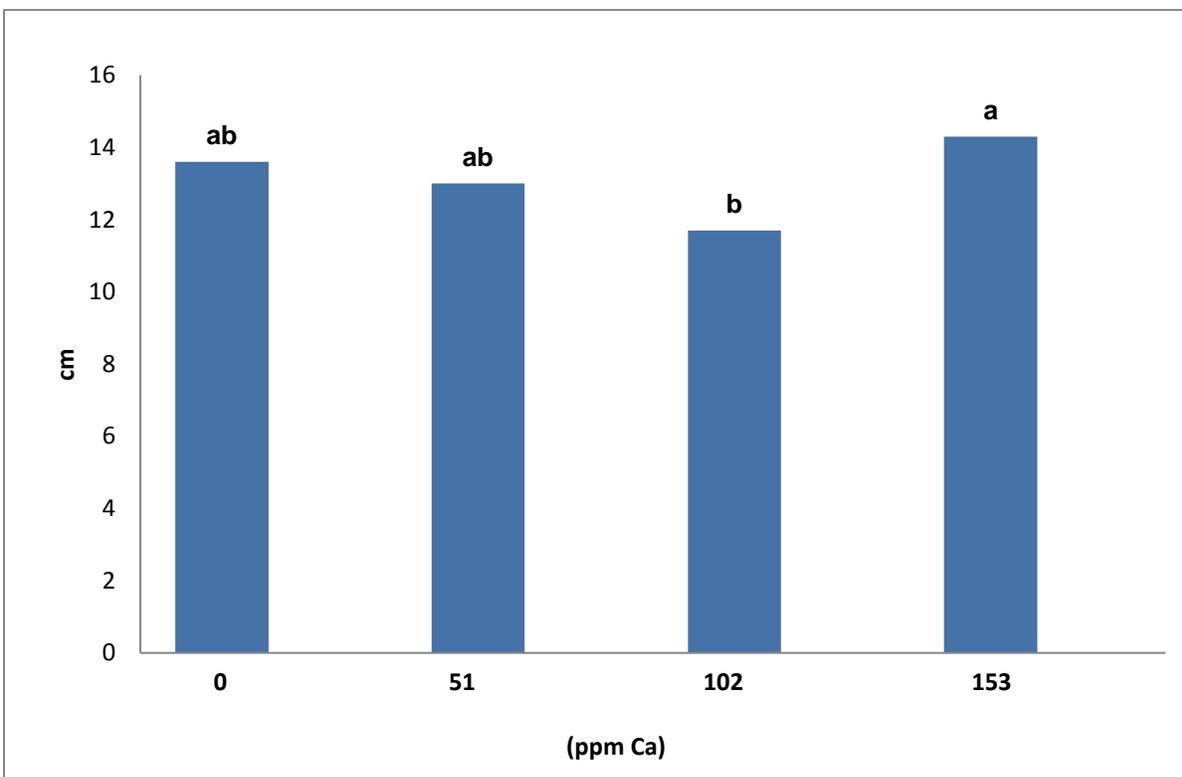


Figura 4. Diámetro de la flor en la producción de *Lilium* con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero. Medias con letras diferentes son estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

4.5 Hojas totales por tallo

El análisis de varianza para el diámetro del tallo no mostró diferencia significativa ($p > 0.05$). Mientras tanto en número de hojas totales por tallo sobresale el T₂ (51 ppm) con 57.50 hojas totales; se obtuvieron menores hojas por tallo en las plantas las cuales se asperjaron con la concentración más alta de calcio con 50.91 hojas totales. (Figura 5)

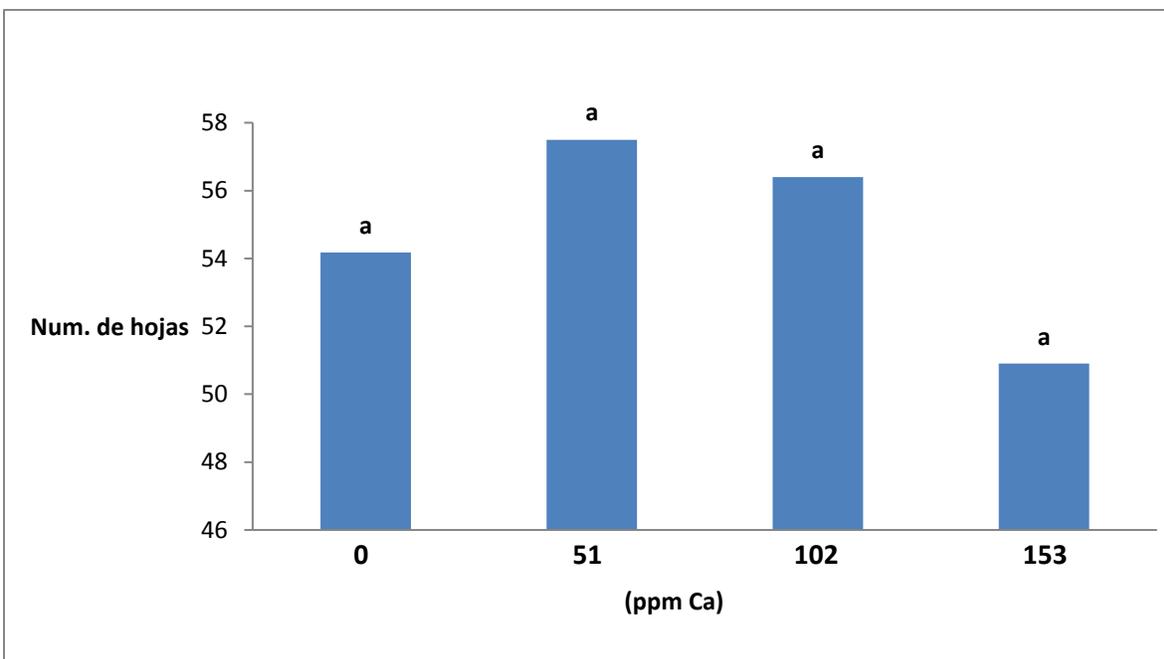


Figura 5. Hojas totales por tallo en la producción de *Liliium* con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero. Medias con letras diferentes son estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

4.6 Hojas en florero

El análisis de varianza para el diámetro del tallo no mostró diferencia significativa ($p > 0.05$). Mientras tanto en número de hojas en florero por tallo sobresale en T₃ (102 ppm) con 28.58 hojas en florero por tallo; por lo que se obtuvo menores hojas en florero por tallo se asperjaron con la concentración más alta de calcio con 22.50 hojas en florero. (Figura 6)

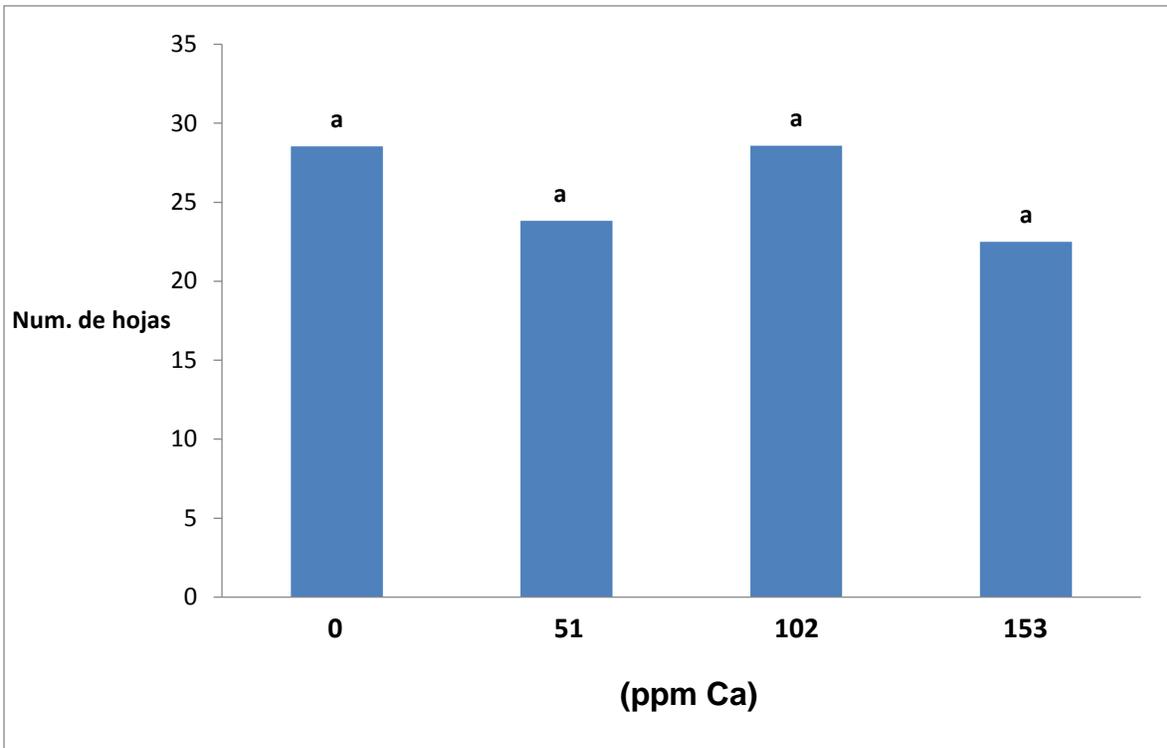


Figura 6. Hojas en florero en la producción de *Lilium* con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero. Medias con letras diferentes son estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

4.7 Vida en florero

El calcio afectó significativamente ($p > 0.05$), la vida de florero de planta siendo la dosis de 102 ppm las que mostraron mayor vida de postcosecha (Figura 7), superando en 21% a las dosis de (0 ppm). Resultados similares fueron reportados por (Rodríguez-Landero *et al.*, 2012) al obtener mayor vida de postcosecha con aplicaciones de calcio. Al respecto las aplicaciones de calcio alargan la vida de florero en un 20% en *Lilium* asiático (Verdugo *et al.*, 2003) y (Rodríguez-Landero *et al.*, 2012) ya que el calcio retarda los procesos fisiológicos y químicos, los iones de calcio son

importantes mensajeros intracelulares; en las plantas intervienen sobre varios aspectos de la fisiología celular, como los cambios en la estructura de la pared celular y la permeabilidad de la membrana (Ramírez *et al.*, 2005).

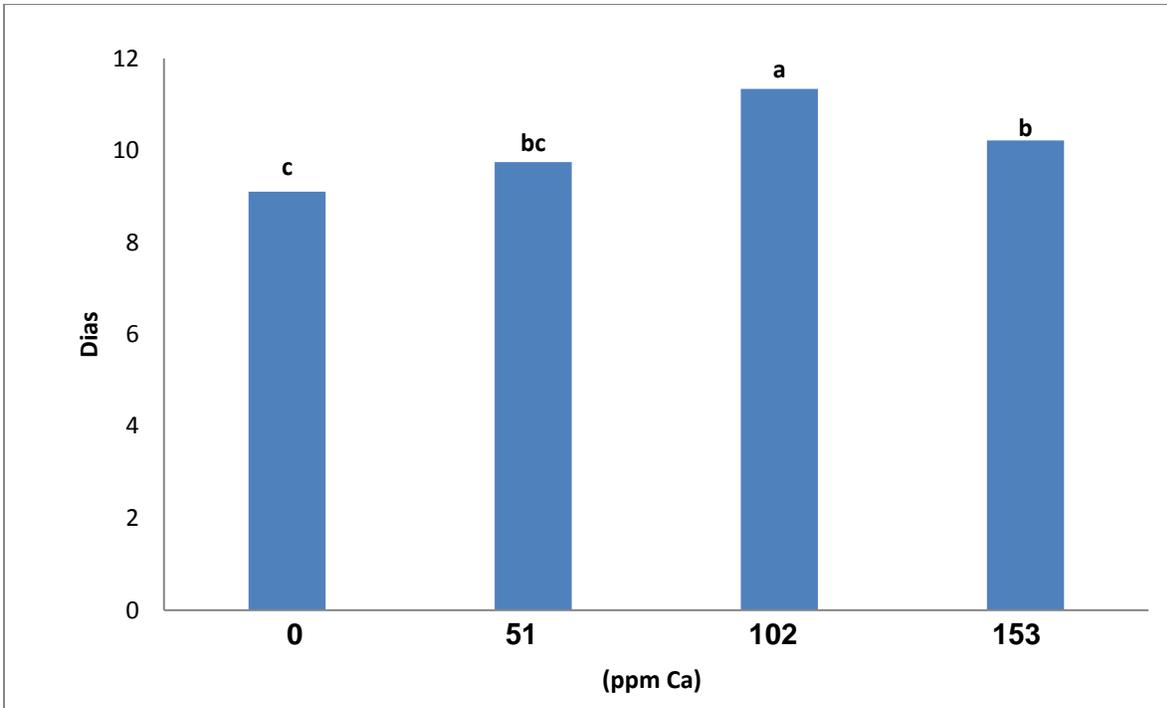


Figura 7. Días en florero en la producción de *Lilium* con distintas dosis en ppm de calcio en invernadero. Medias con letras diferentes son estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

5 CONCLUSIÓN

Las aplicaciones foliares de calcio influyeron significativamente en la vida de postcosecha y diámetro de la flor de *Lilium* producido en condiciones de invernadero. Dosis altas de calcio (102 ppm y 153 ppm) incrementaron la vida de florero y diámetro de la flor respectivamente. El uso de aplicaciones foliares de calcio es una alternativa viable para prolongar la vida de postcosecha y calidad comercial de *Lilium*.

6 BIBLIOGRAFIA

Abbasi, N., Zahoor, S., and Nazir, K. (2004). Effect of preharvest phosphorus and potassium fertilizers and postharvest AgNO_3 pulsing on the postharvest quality and shelf life of zinnia (*Zinnia elegans* cv. Blue Point) cut flowers. *Int. J. Agric. Biol* 6, 129-131.

Alberto Valencia, A. 2012. Tesis de licenciatura. Departamento de Horticultura, UAAAN. Efecto del suministro de calcio en el desarrollo de la planta y calidad de la flor de *Lilium spp.* Tipo asiático, cultivado en hidroponía.

- Alcaraz, N. y Sarmiento, R. 1989. Cultivo de *Lilium*. H.D. número 5/89. Consejería de agricultura, ganadería y pesca. Murcia. 31 pp.
- Allan, E. and Trewavas, A. 1987. The role of calcium in metabolic control. In: P. K. Stumpf y E. E. Conn (eds.). The biochemistry of plants. Ed. Academic Press. New York. 12: 117 – 114.
- Almaguer V. G. Septiembre 2007. Instituto de horticultura y fitotecnia universidad autónoma chapingo.56230. Chapingo, estado de México.
- Álvarez S.M Septiembre 2007. Instituto de horticultura y fitotecnia universidad autónoma chapingo.56230. Chapingo, estado de México.
- Álvarez-Sánchez, M. E., Maldonado-Torres, R., García-Mateos, R., Almaguer-Vargas, G., Rupit-Ayala, J., and Zavala-Estrada, F. (2008). Suministro de Calcio en el desarrollo y nutrición de *Lilium* asiático. *Agrociencia* 42, 881-889.
- Armitage, A. M. 1993. Specialty Cut Flowers: The production on annuals, perennials bulbs and woody plants for fresh and dried cut flowers. Ed. Varsity Press/Timber Press. Portland, Oregon.
- Armstrong, H. (2002). Hydroponic tulips at second attempt. *Flower TECH* 5, 8-9.
- Asher, C. J., and D. G. Edwards. 1983. Modern solution culture techniques. 94-199 pp. In: A. Pirson and M.H. Zimmermann (ed). *Enciclopedia of Plant Physiology*. Vol.15-A.
- Baligar, V. C., N. K. Fageria, and Z. L. He. 2001. Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Sci. And Plant Analysis* 32:921-950.
- Bangerth F. 1979. Calcium related physiological disorders of plants. *Annual Reviews of phytopathology* 17:97-122.
- Bañón A.S. 2002. Cultivo de Gerbera, *Lilium*, Tulipan y Rosa.

- Bañon, A.S, R.D. Cifuentes., B.G.A. González y H.I. Fernández (1993), *Lilium* In: pp. 71-158. Gerbera, *Lilium*, Tulipan y Rosa. Segunda edición. Ediciones Mundi Prensa Madrid, España. 412 p.
- Bass, R., N. Marissen, and A. Dik. 2000. Cut rose quality as affected by calcium supply and translocation. *Acta Horticulturae* 518:45-54.
- Beattie, D. J., and J. W. White. 1993. *Lilium*. Hybrids and species. In: De Hertogh, A., and M. Le Nard (eds). *The Physiology of Flower Bulbs*. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, The Netherlands. pp: 423-454.
- Beltran, M. A. 2008. El futuro de la industria florícola de México. Reporte de actividades del concejo mexicano de la flor. Villa Guerrero, México. 10p.
- Bidwell, R.G.S. 1979. *Plant physiology*. MacMillan Publishing Co, Inc. New York, N.Y. USA.
- Boutherin, D. y Bron, G. 1989. Multiplicación de las plantas hortícolas. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 223p.
- Buschaman, J. C.M. 1997. El reto de los *Liliums*. *Horticultura* no.121.p.75-77.
- Camacho-Cristóbal, J. J. and González-Fontes, A. 1999. Borond efficiency causes a drastic decrease in nitrate content and nitrate reductase activity, and increases the content of carbohydrates in leaves from tobacco plants. *Horticulturae* 209:528-536.
- Castellano, G., Quijada, O., Marín, C., and Camacho, R. (2005). Fertilización precosecha con fuentes de calcio sobre la firmeza y calidad de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 6, 72-77.
- Chang, Y. CH., and W.B. Miller. 2004. There lations hipbetwe en leaf en closure, transpiration, and upper leaf necrosis on *Lilium* 'StarGazer'. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 129: 128-133.

- Claridades agropecuarias. 2006. La floricultura Mexicana, el gigante que está despertando. Edición mayo-junio. No.154. México D.F. 60 p.
- Cruz, C. E.; Arévalo, G. L.; Cano, M. R. y Gaytán, A. E. A. 2006. Soluciones pulso en la calidad postcosecha de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) cv. 'Echo blue'. *Agric. Téc. Méx.* 32:191-200.
- De Dios-Delgado, I., Sandoval-Villa, M., de las Nieves Rodríguez-Mendoza, M., and Cárdenas-Soriano, E. (2006). Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en lechuga. *Terra latinoamericana* 24, 91-98.
- Demarty, M.; Morvan C.; Thellier M. 1984. Calcium and the cell wall. *Plant Cell and Environment* 7: 441-448.
- Dominguez, V. A. 1989. Tratado de Fertilización. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España. 51 P.
- Engelbrecht, G.M. 2004. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on the growth, yield and quality of *Lachenalia*. Ph. D. thesis. University of the Free State Bloemfontein. Bloemfontein, South Africa
- Environment 7: 441-448.
- Epstein E. 1972. Mineral Nutrition of plants: Principles and perspectives. Ed. John Wiley and Sons. U. S. A.
- Ferguson, I. B. 1984. Calcium in plant senescence and fruit ripening. *Plant, Cell and Environment* 7:477-489.
- Ferguson, I. B. and B. K. Drøbak. 1998. Calcium and the regulation of plant growth and senescence. *HortScience* 23 (2): 262-266.
- Gill, S., E. Dutky, and Ch. Schuster. 2006. Production of hybrid lilies as cut flowers. Centra Maryland and education center. University of Maryland cooperative extensión. USA. 16 p.

- González-Aguilar, S., and Zavaleta-Mancera, A. (2012). El CaCl₂ en la vida florero de gerbera: pigmentos, fenoles, lignina y anatomía del escapo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 3, 539-551.
- Hartmann, H. y Kester, D. 1997. *Propagación de plantas, principios y prácticas*. Continental, S. A. México. 760 p.
- Hernández Hernández, C. (2011). "Respuesta de *lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Raf.) cv. Echo Blue a diferentes dosis de nitrógeno, calcio y magnesio/por Citlaly Hernández Hernández."
- Jiménez, M. R. y M. Caballero R. 1990. *El cultivo industrial en plantas en macetas*, 664pp., ed. de horticultura, S.L. España.
- Jones, B. J. 1998. *Plant Nutrition manual*. Ed. CRC Press. United States of America.
- Kinsel, H. 1990. Calcium in the vacuoles and cell walls of plant tissue. *Flora* 182: 99-125.
- Kirkby, E. A., and D. J. Pilbeam. 1984. Calcium as a plant nutrient. *Plant, Cell and Environ.* 7:397-405.
- Legge, R. L., J. E. Thompson, J. E. Baker and M. Lieberman. 1982. The effect of calcium on the fluidity and phase Properties of Microsomal Membranes Isolated from Post-Climateric Golden Delicious apples. *Plant Cell and Physiology* 23:161-169
- Manuales FIA de apoyo a la formación de recursos humanos para la innovación agraria. 2007. *Producción de flores cortadas V-Región*.
- Marinangeli, P. *et al.*, 2004. *Producción de bulbos de *Lilium longiflorum** congreso argentino de floricultura y plantas ornamentales. Buenos Aires.
- Marschner H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Second edition. Ed. Academic Press. San Diego, Ca., U.S.A.

- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. Second Edition. Academic Press. London, U. K. 889 p.
- Martín-Diana, A. B.; Rico, D.; Frías, J. M.; Barat, J. M.; Henehan, G. T. M. and Barry-Ryan, C. 2007. Calcium forextending the shelflife of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. Trends in Food Science and Technology. 18:210-218.
- Mattoo, A. K. and M. Lieberman. 1977. Localization of the ethylene-synthesizing system in apple tissue. Plant Physiology 60: 794-799.
- Ortega, B.R., Correa, B.M., Olate, M.E., 2006. Determinación de curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium spp.* Para flor de corte. Pp.77-88. Agrociencia, vol. 40, num,1pp. 77-88.
- Paulín, A. 1997. La poscosecha de las flores cortadas. Bases fisiológicas. 2º ed. Centro de Investigaciones Agrícolas. Francia 142 p.
- Pérez G., O. 2004. Nutrición mineral y calidad poscosecha en crisantemo. Tesis de Maestría. Instituto de Horticultura. Departamento de Fitotecnia.
- Poovaiah, B. W. 1979. Role of calcium in ripening and senescence. Communications in Soil Science and Plant Analysis 10 (1-2): 83-88
- Ramírez Martínez, M., Trejo-Téllez, L. I., Gómez Merino, F. C., and Sánchez García, P. (2010). La relación K^+/Ca^{2+} de la solución nutritiva afecta el crecimiento y calidad poscosecha del tulipán. *Revista fitotecnia mexicana* 33, 149-156.
- Ramírez, J. M., Galvis, J. A., and Fischer, G. (2005). Post-harvest ripening of feijoa (*Acca sellowiana* Berg) treated with $CaCl_2$ at three storage temperatures. *Agronomía Colombiana* 23, 117-127.
- Robles, E. G. Octubre de 2004. Floricultura campesina.
- Rodríguez S., F. 1996. Fertilizantes. Nutrición vegetal. Ed. AGT Editor. México.
- Rodríguez-Landero, A. d. C., Franco-Mora, O., Morales-Rosales, E. J., Pérez-López, D. d. J., and Castañeda-Vildózola, Á. (2012). Efecto del 1-MCP en la vida

- poscosecha de *Lilium* spp. fertilizado foliarmente con calcio y boro. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 3, 1623-1628.
- Romero, F., Gladon, R., and Taber, H. (2007). Effect of excessive calcium applications on growth and postharvest performance of bedding-plant *impatiens*. *Journal of plant nutrition* 30, 1639-1649.
- Sacalis, N. J., 1993. Cut flower, prolonging freshness: postproduction care and handling. Ed. Seals. USA.
- Salisbury, B. F.; Ross, W. C. 1994. *Fisiología Vegetal*. Traducción al español por Virgilio González Velásquez. Iberoamérica. D. F., México. 760 p.
- Sanchez R. F. J., A. Moratinosy R., J.L. Puente M. y J. Araiza Ch. octubre del 2004. Memorias del IV simposio nacional de horticultura. Invernaderos diseño manejo y producción. Torreón, Coahuila, México.
- Seeamann y Andrade, N.(eds). 1999. *Cultivo y Manejo de Plantas Bulbosas Ornamentals*, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias agrarias. Instituto de Sanidad Vegetal. Valdivia. 221p.
- Segal, B. G. 1989. *Chemistry experiment and theory*. Wiley – inter science publication. U.S.A. 1008 p.
- Soriano, j., 1991^a. *Plantas bulbosas en jardinería*. Floraprint España. 144 p.
- Steiner, A. A. 1966. The influence of the chemical composition of a nutrient solution on the production of tomatoe plants. *Plant soil*. 24.434-466.
- Steiner, A.A. 1984. The universal nutrient solution. In *Proceedings of 6th International Congress on Soilless Culture International Society for Soilles Culture*. Wageningen. The Netherlands. pp. 633-650.
- Taíz, L. y Zeiger, E. 2006. *Plant physiology*. Fourth Edition, Ed. Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts U.S.A 764P.
- Toledo, R. O. 1997. Efecto de diferentes concentraciones de fosforo en plantas de *lilium* cv. Eurovisiones manejadas en hidroponía y sustrato comercial. Tesis de maestría. UACH, Chapingo, estado de México. pp 76.

- Torreblanca G.E. 2004. *Lilium*. Universidad nacional de Colombia Facultad de Agronomía Escuela de Posgrados, Especialización en Horticultura.
- Van Ieperen, W., and van Gelder, A. (2006). Ion-mediated flow changes suppressed by minimal calcium presence in xylem sap in *Chrysanthemum* and *Prunus laurocerasus*. *Journal of Experimental Botany* 57, 2743-2750.
- Van Steveninck, R. F. M. 1965. The significance of calcium on the apparent permeability of cell membranes and the effects of substitution with out divalent ions. *Physiologia Plantarum* 18: 54 – 69.
- Verdugo, G., Araneda, L., and Riffo, M. (2003). Efecto de inhibidores de etileno en postcosecha de flores cortadas de *Lilium*. *Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura* 30, 89-95.
- Villegas. R. H. 1994. Estudio fenológico de cuatro variedades de *lilium* (hibridos asiáticos) bajo cubierta en Texcoco, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México
- White, P. J. y Broadley, M. R. 2003. Calcium in plants. *Ann. BOT.* 92:487-511.