

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN DE LILIES (*Lilium spp.*) CON PORCENTAJES DE SOLUCIÓN
NUTRITIVA STEINER EN INVERNADERO.**

POR:

AUDIÉL GIL CAMILO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2015.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODCCIÓN DE LILIES (*Lilium spp.*) CON PORCENTAJES DE SOLUCIÓN
NUTRITIVA STEINER EN INVERNADERO.

POR:
AUDIEL GIL CAMILO

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:


M.C FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

ASESOR:


DR. PABLO PRECIADO RANGEL

ASESOR:


M.E VICTOR MARÍNEZ CUETO

ASESOR SUPLENTE:


DR. ALFREDO OGAZ


M.E VICTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS

Coordinación de la División de
Agronomías



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2015.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE LILIES (*Lilium spp.*) CON PORCENTAJES DE SOLUCIÓN
NUTRITIVA STEINER EN INVERNADERO.

POR:
AUDIEL GIL CAMILO

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADO POR:

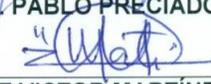
PRESIDENTE:


M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL:

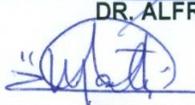

DR. PABLO PRECIADO RANGEL

VOCAL:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE:


DR. ALFREDO OGAZ


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



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2015.

AGRADECIMIENTOS

Eternamente agradecido con Dios, con mis padres y con la vida misma que me dio fuerzas para superar las barreras y dificultades que se presentaron en mi camino y sobre todo la dicha de haber finalizado una etapa más en mi paso por mi Alma Terra Mater, fruto de muchos sacrificios y esfuerzos constantes.

A mis padres, Al Sr. Pablo Gil Sebastián y a la Sra. Leticia Camilo Pascual, agradezco la dicha y el don de haberme dado vida el día trece de Febrero de mil novecientos ochenta y siete, padres de los cuales me siento orgulloso y que en todo momento impulsaron en mí la preparación académica y profesional, aportándome siempre sus mejores valores como personas y padres que son, gracias padres por todo su apoyo, orientaciones y consejos que regalaron para mí y que pese las dificultad que se me presento al termino de mi carrera ustedes siempre estuvieron y están aun con migo, se que compartiré este momento de felicidad con ustedes, que es, el que dios me ha dado una oportunidad más en la vida, finalizando así con éxito mi carrera profesional.

A mis hermanos, Juan pablo, Álvaro, Cecilia, María del Carmen, Gilberto y Fabian, que están y seguirán estando a mi lado y que son de gran apoyo, como motivación para la culminación de mi carrera profesional, gracias hermanos por haberme regalado y dejado ser partícipe de tantos momentos felices y contentos que pasamos y seguiremos pasando juntos, los amo mucho hermanos.

A mis familiares, a mis abuelas que en paz descansen y que murieron con la esperanza de verme llegar y terminar con mi carrera profesional, dios las bendiga donde quiera que estén, a mis abuelos que aun están con migo y que hasta la fecha siguen insistiendo en que me prepare para la vida. A todos mis tíos, tías y primos que siempre serán un pilar en mí caminar de una u otra manera, siempre con toda la buena intención y deseos en la terminación de mis estudios.

Al Ing. Rolando Loza Rodríguez, gracias por ser un amigo en todo momento y maestro a la vez, donde estuvo en aquellos momentos difíciles de mi vida que se me presentaron al principio y al final de las etapas de mi formación académica en mi Alma Mater, agradezco mucho a dios el que me haya y lo haya dejado llegar conmigo al termino de mi carrera. Gracias por haber estado siempre conmigo.

DEDICATORIA

Dedico mi presente trabajo a las personas que aún están y que estuvieron conmigo en mis momentos buenos y difíciles que se presentaron a lo largo de mi vida, por otro lado eternamente agradecido con mi alma mater por haberme dado casa, comida y cobijo en mi proceso de formación de estudiante y ahora el resultado final del profesional que seré.

A mi Alma Mater, eternamente agradecido con dios, con mis padres y con la vida misma que me dio fuerzas para superar las barreras y dificultades que se presentaron en mi camino y sobre todo la dicha de haber finalizado una etapa más en mi paso por mi alma mater fruto de muchos sacrificios y esfuerzos constantes.

A mis Amigos, Juan Carlos Paulino Luis, Elena de la Paz Lozano, Blanca Edith Márquez Mejía, Edder Muñoz Herrera, Jaime Paulino Luis, Carmen Pérez Gutiérrez, Elvis Juventino Paulino Luis. Gracias por ser parte de la otra familia en la cual yo no nací pero que yo a sí elegí, con los cuales estoy agradecido con todos y cada uno de ustedes por haber estado siempre a mi lado en las dificultades que se presentaron a nuestro paso por nuestra máxima casa de estudios. Los quiero muchos amigos.

A mis Compañeros de Generación, Luis Arias de la Torre, Rubén Hernández Zúñiga, Elvia Ángel Martínez, Uberclain Aguilar Villatoro, con quienes pase mucho tiempo y muchos momentos de alegrías, tristezas y dificultades, pero donde finalmente terminamos con nuestro objetivo que fue la terminación de nuestra carrera profesional.

A mi Comité de Asesores, M.C. Francisca Sánchez Bernal, Ing. Juan Manuel Nava Santos, M.E. Víctor Martínez Cueto, Dr. Pablo Preciado Rangel, Dr. Alfredo Ogaz, agradecido con ustedes por ser parte importante en el proceso de mi finalización de mi carrera en el cual me brindaron su apoyo de lo que fue la asesoría en mi trabajo de investigación que juntos realizamos, sin su ayuda yo no hubiera dado así mi último paso final por mi UAAAN-UL. Gracias profesores.

A todos los Maestros del Departamento de Horticultura, Ing. Francisco Suarez García, Ing. Juan de dios Ruiz de la Rosa, Dr. Pedro Cano Ríos, Dr. Ángel Lagarda Murrieta, Dr. Esteban Favela Chávez. Dr. Madero Tamargo Eduardo. Gracia profesores por la ayuda y orientación en mi formación y preparación de mi carrera.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA.....	II
ÍNDICE DE CUADROS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	IX
I.INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.1. Objetivo.....	- 3 -
1.2. Hipótesis.....	- 3 -
II. REVISIÓN DE LITERATURA	- 4 -
2.1. Plantas bulbosas.....	- 4 -
2.2. Estructura y tipos de bulbos.....	- 4 -
2.3. Origen.....	- 5 -
2.4. Clasificación taxonómica.....	- 5 -
2.5. Características Morfológicas	- 6 -
2.5.1. Sistema radicular.....	- 6 -
2.5.2. Hojas.....	- 7 -
2.5.3. Flores.....	- 7 -
2.5.4. Fruto.....	- 8 -
2.6. Importancia Económica y Distribución Geográfica.....	- 8 -
2.7. Producción e Importancia Del Cultivo en México.....	- 9 -
2.8. Material Vegetal.....	- 11 -
2.9. Requerimientos Edafoclimáticos.....	- 12 -
2.9.1. Exigencias en clima.....	- 12 -
2.9.2. Temperatura.....	- 13 -
2.10. Principales Plagas y Enfermedades.....	- 13 -
2.10.1. Plagas.....	- 13 -
2.10.2. Enfermedades.....	- 14 -
2.11. Manejo en Campo.....	- 15 -
2.11.1. Tamaño del bulbo.....	- 15 -
2.11.2. Espaciamiento.....	- 15 -

2.11.3. Época de plantación.....	- 15 -
2.12. Manejo en Invernadero.....	- 15 -
2.12.1. Plantación.....	- 15 -
2.12.2. Producción de plantas en maceta bajo invernadero.....	- 17 -
2.12.3. Sustratos.....	- 17 -
2.12.4. Necesidades hídricas.....	- 18 -
2.12.5. Soluciones nutritivas.....	- 19 -
2.12.6. Características químicas de las soluciones nutritivas.....	- 20 -
2.12.7. Presión osmótica.....	- 20 -
2.12.8. Relación mutua entre aniones.....	- 21 -
2.12.9. Relación mutua entre cationes.....	- 22 -
2.12.10. pH de la solución nutritiva.....	- 24 -
2.12.11. Nutrición.....	- 25 -
2.12.12. Importancia de la nutrición.....	- 26 -
2.13. Corte de la flor.....	- 27 -
2.14. Post- recolección.....	- 27 -
2.15. Comercialización.....	- 28 -
2.16. Normas de calidad.....	- 28 -
2.17. Antecedentes.....	- 29 -
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	- 31 -
3.1. Descripción del sitio de investigación.....	- 31 -
3.2. Invernadero.....	- 31 -
3.3. Temperaturas del invernadero.....	- 32 -
3.4. Material vegetativo y sustratos.....	- 32 -
3.5. Tratamientos.....	- 33 -
3.6. Elaboración de la solución nutritiva.....	- 33 -
3.7. Siembra o plantación.....	- 34 -
3.8. Diseño experimental.....	- 34 -
3.9. Manejo del experimento.....	- 35 -
3.10.1. Longitud de tallo.....	- 37 -
3.10.2. Diámetro de tallo.....	- 37 -
3.10.3. Numero de botones florales.....	- 38 -

3.10.4. Diámetro de la flor.....	- 38 -
3.10.5. Peso fresco de tallo.....	- 38 -
3.10.6. Peso seco total.....	- 39 -
3.10.7. Análisis estadístico.....	- 39 -
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	- 40 -
4.1.1. Longitud de tallo.....	- 40 -
4.1.2. Diámetro de tallo.....	- 41 -
4.1.3. Numero de botones.....	- 43 -
4.1.4. Diámetro de flor.....	- 44 -
4.1.5. Peso fresco de tallo.....	- 46 -
4.1.8. Peso seco total.....	- 47 -
V. CONCLUSIONES.....	- 49 -
VI. LITERATURA CITADA.....	- 50 -
VII. APENDICE.....	- 57 -

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características del ambiente de un contenedor con relación al cultivo en el suelo.	18
Cuadro 2. Porcentajes mínimos y máximos que pueden presentar los aniones y cationes con respecto al total en las soluciones nutritivas, sin que estén en los límites fisiológicos o de precipitación.	23
Cuadro 3. Forma iónica en la que el fosforo es más fácilmente absorbido por las plantas donde la concentración iónica de las soluciones cambia el pH.	24
Cuadro 4. Diseño de la distribución de las unidades experimentales y los tratamientos en el cultivo de <i>Lilium</i>.	31
Cuadro 5. Fórmula original de la solución nutritiva Steiner.	32
Cuadro 6. Fertilizantes utilizados para la preparación de la solución nutritiva Steiner utilizada en cultivo de <i>Lilium</i>. (200 l).....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del invernadero número tres, con el equipamiento requerido para el cultivo de <i>Lilium</i> que consta de pared húmeda y extractor.	32
Figura 2. Colocación de las unidades experimentales del cultivo, utilizando el diseño completamente al azar.	35
Figura 3. Colocación de tutorado a unidades experimentales para evitar el doblado del tallo debido al peso del botón floral.	36
Figura 4. Riego por unidad experimental con solución nutritiva Steiner para el cultivo de <i>Lilium</i>	37
Figura 5. Conteo de botones florales y corte de <i>Lilium</i> para obtener las variables requeridas.	39
Figura 6. Peso fresco de tallo.....	40
Figura 7. Longitud de tallo (cm) resultado de la producción de <i>Lilium</i> con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.	40
Figura 8. Diámetro de tallo (cm) en la producción de <i>Lilium</i> con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.	42

Figura 9. Numero de botones florales por tallo en la producción de *Lilium* con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.
.....43

Figura 10. Diámetro de flor (cm) en la producción de *Lilium* con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.
.....45

Figura 11. Peso fresco de tallo (g) en la producción de *Lilium* con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.
.....46

Figura 12. Peso seco total (g) en la producción de *Lilium* con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.
.....48

RESUMEN

Es importante un correcto manejo de los fertilizantes, ya que estos presentan una marcada influencia para la mejora de la producción y calidad del cultivo de *Lilium*. En el presente trabajo se utilizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y diez repeticiones, la unidad experimental consistió en una planta por maceta. Los tratamientos evaluados fueron T₁ (agua) T₂ (100 %), T₃ (65%), T₄ (45 %), T₅ (30%) y el T₆ (15%) de concentración de la solución nutritiva Steiner.

El análisis estadístico mostro diferencia significativa entre tratamientos para las variables, diámetro de la flor y peso fresco de tallo. El tratamiento que mostró un mayor diámetro de flor fue el T₂ con 86.9 cm. Para peso fresco de tallo el tratamiento que presento los mejores resultados fue el T₄ con 72.72 g.

El análisis estadístico no presento diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, para las variables, longitud de tallo, diámetro de tallo, número de botones y peso seco total. Sin embrago numéricamente sobresalen, para longitud de tallo, el T₄ con el 86.9 cm; diámetro del tallo, el T₅ con 1.1 cm; numero de botones, el T₃ presentando 6.5 botones por tallo y finalmente para el peso seco total fue el T₄ con 15.65 g.

Palabras clave: Hidroponía, *Lilium*, Invernadero, Flor de corte, Calidad.

I.INTRODUCCIÓN

Actualmente los tallos florales de *Lilium* experimentan un redescubrimiento en la floricultura y representan el 24 % de la producción mundial de flor de corte. Los tallos de *Lilium* ocupan el tercer lugar de las flores de bulbo, después del tulipán (*Tulipa spp*) y gladiolo, debido en parte a los nuevos cultivares que el mercado ofrece para flor de corte durante todo el año y la creciente demanda de los consumidores a nivel mundial. Ante lo anterior, se hace necesario precisar su manejo poscosecha (Mandujano *et al.*, 2012).

La fertilización y la nutrición vegetal es una de las líneas de investigación que han atraído recientemente la atención para mejorar la calidad de corte y vida en florero de diferentes especies ornamentales (Franco *et al.*, 2007; Ayala *et al.*, 2008). La producción de plantas del género *Lilium* es importante dentro de la industria de flores de corte; sin embargo se reportan pocos trabajos con recomendaciones de fertilización, e inclusive en algunas de ellos se han obtenido resultados contradictorios (Ortega *et al.*, 2006).

Se ha mencionado que las especies ornamentales que se propagan por medio de bulbos tienen pocos requerimientos nutrimentales (Ortega *et al.*, 2006); sin embargo, (Ohyama *et al.*, 1988) indicaron que el N presente en bulbos de tulipán (*Tulipa gesneriana L.*) no es suficiente para cubrir el periodo de crecimiento y asegurar una buena producción floral.

Los nutrientes que aporta el bulbo madre no son suficientes para completar el ciclo de cultivo de *Lilium spp*. Para flor de corte, por lo que la fertilización, en la producción comercial de flores, es una práctica necesaria. El

déficit de nutrientes es inversamente proporcional al tiempo de engorda del bulbo luego del punto de cosecha (Ortega *et al.*, 2006).

Debido a la amplia variabilidad genética de los cultivares comerciales de *Lilium*, las recomendaciones de fertilización deben de realizarse en forma específica, tomando en cuenta el cultivar y su estado fenológico (Ortega *et al.*, 2006), por lo que existe la necesidad de incrementar el conocimiento en los efectos del uso de fertilizantes nitrogenados en combinación con Ca, con ello se podrán recomendar dosis de fertilización más adecuadas a los productores.

Un factor que puede influir en esta deficiencia es el uso de soluciones nutritivas, ya que hay poca información relativa a soluciones nutritivas estandarizadas por especies, cultivares, estados de desarrollo, condiciones climáticas o métodos de cultivo (Benton, 1997). Una situación similar se presenta con el abonado estándar usado para los cultivares de *Lilium* en fertirriego (Gill *et al.*, 2006).

El suministro adecuado de nutrientes, así como el requerimiento por el cultivo, son factores a considerar para ajustar la composición y precisar el control de la solución nutritiva para alcanzar el máximo potencial genético de desarrollo (Benton, 1997).

Lilium es una especie de gran importancia económica dentro de la producción y comercialización de flores de corte en el mercado internacional. En condiciones de cultivo en suelo o sustrato, algunos cultivares desarrollan síntomas visuales de quemaduras en hojas jóvenes y problemas de calidad, como flacidez del tallo y menor vida en florero. Estos síntomas se han atribuido a una deficiencia de Ca, e indican que el requerimiento de este nutriente puede ser distinto entre cultivares (Álvarez *et al.*, 2008).

1.1. Objetivo.

Determinar el efecto de la aplicación de diferentes porcentajes de concentración de la solución nutritiva Steiner sobre la calidad de la flor de *Lilium*.

1.2. Hipótesis.

La aplicación del 65% de concentración de la solución nutritiva Steiner en la producción de *Lilium* es suficiente para obtener flores de buena calidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Plantas bulbosas.

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

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

Según Soriano (1991a), 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. Existe además dentro de estas plantas otra característica que reside en su tipo de multiplicación ya que para perpetuar su especie, lo hacen por medio de unos órganos de reserva que ellas mismas producen en diferentes zonas de su vegetación, siendo en la mayoría de los casos de aparición en sus axilas foliares (Soriano, 1991a).

2.2. Estructura y tipos de bulbos.

El bulbo es una estructura que consiste en talo 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 diversos 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 láminas, 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 el bulbo se dice desnudo ya que no está protegido (Bootherin y Bron, 1989).

2.3. Origen.

Lilium es 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, 1998).

2.4. Clasificación taxonómica.

Taxonomía

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 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 (Bañón *et al.*, 1993).

Nombre común.

Azucena híbrida.

Las cualidades deseadas de los *Lilium*, depende de los gustos y exigencias del mercado en cada momento (Jiménez y Caballero, 2000) es por eso que los mejoradores vegetales han desarrollado los siguientes grupos de híbridos:

- Híbrido asiático. De 1m de altura aproximadamente, son muy robustos y florecen en verano. Figuran más de 100 variedades. Los híbridos de semipita son los más conocidos destacando la variedad "Enchantment".
- Híbridos orientales. Son exóticas azucenas con llamativos colores. Entre las variedades más conocidas figuran "Imperial Crismson", "Empress of India", "Star Gazer", "Le Reve", "Acapulco" Y "Siberia".
- Híbridos Longiflorum. No existe actualmente una gran demanda. Se producen sólo una o dos variedades anualmente.
- Híbridos longiflorum/asiáticos.
- Híbridos longiflorum/oriental (híbridos L/O).
- Híbridos orientales/asiáticos (híbridos O/A).

2.5. Características Morfológicas.

2.5.1. 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 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).

2.5.2. 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 mínimamente 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, 1999).

2.5.3. Flores.

Se sitúa 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, 1999).

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

2.5.4. Fruto.

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

2.6. 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 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 de 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).

2.7. 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 2007 en el corredor Horto-florícola del Estado de México se ubicó entre los cinco cultivos de mayor demanda, por lo que su producción se efectúa en forma intensiva (Beltrán, 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 ve 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 E.U.A. 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 3800m² en 1989 a 40. 000m² en 1992 (Villegas, 1994).

La producción más importante se encuentra en el Estado de México donde para el año 2004 se cultivaron 56 hectáreas, las cuales aportaron una producción de 186,024 toneladas, ubicándose la mayor producción de este cultivo en el municipio de Texcoco (SIAP/SAGARPA, 2004).

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 (rosa, gladiolo, claveles y crisantemos, representan el 56% de la superficie cultivada y el 89% de la producción de flores) y está producción se encuentra concentrada en la parte central del territorio, resultando 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).

2.8. Material Vegetal.

Según Jiménez y Caballero (1990), las cualidades deseadas de los *Lilium*, depende de los gastos y exigencias del mercado en cada momento, y 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 suficiente corto para el cultivo en maceta.
- Periodo de crecimiento en cultivo bajo invernadero que permita un mayor número posible de días.
- Que sean poco susceptibles a las quemaduras de las hojas, así como a la deshidratación del capullo floral y más resistente a *Fusarium spp.*

Temperaturas del invernadero:

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

Mantenimiento de la calidad:

- Facilidad en el transporte y de larga permanencia como flor cortadas

Seguridad:

- Porcentaje elevado de flores cortadas bajo cualquier circunstancia.

Desarrollo en el campo:

- Cantidad, tamaño con sin doble morro y resistente a cualquier posible enfermedad.

2.9. Requerimientos Edafoclimáticos.

2.9.1. Exigencias en clima.

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

En el *Lilium* 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).

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.
- Absorción. 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 tollos demasiado cortos en cultivares de poco crecimiento. Existen grandes diferencias entre las necesidades de luz de unos y otros cultivares, siendo más exigente 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 (Bañón, 2002).

2.9.2. Temperatura.

Las condiciones ambientales ideales para el cultivo de *Lilium* para flor cortada se orientan a obtener temperaturas máximas de 9°C a 14 °C durante la etapa de desarrollo de raíces. Durante la etapa de cultivo de las variedades asiáticas se debe mantener una temperatura mínima de 8 -10 °C durante la noche y 23 °C a 25°C como máxima durante el día. Todo ello lleva a cultivar esta especie, en los meses de invierno, en invernaderos con control de temperaturas y calefaccionados para lograr las temperaturas anunciadas.

Las temperaturas altas llevan a un desarrollo vegetativo demasiado rápido, lo que se traduce en plantas de menor tamaño, menor número de botones por planta y mayor peligro de desórdenes fisiológicos como el leaf scorch. Por ello, es muy importante hacer instalaciones de sombra sobre el invernadero cuando se cultiva *Lilium* bajo condiciones de calor (Manual de producción de flores cortadas, 2007).

2.10. Principales Plagas y Enfermedades.

2.10.1. Plagas.

Afidos y Trips: ambos son agentes vectores de virus y provocan daños directos. Los ataques de los afidos se localizan en la parte apical de la planta, en la brotación más tierna. Ataques importantes pueden provocar deformaciones foliares y en los botones florales. Los trips son insectos que se presentan normalmente en la inflorescencia de las plantas, afectando en forma directa la calidad de las flores y en otro caso dada por su carácter cuarentenario. *Frankliniella occidentalis* (pergande), es uno de los principales trips que atacan al *Lilium*, es agente transmisor de virosis y también provocan daños directos

como son picaduras y manchado de los botones florales, acortamiento de entrenudos y malformaciones florales (Carrillo, 1999).

2.10.2. Enfermedades.

Fusarium: El hongo penetra al bulbo por medio de heridas, causando pudriciones, por ende, se debe prevenir mediante desinfección del material a plantar (bulbos) y eliminación de todos aquellos ya infectados. Para aquellos suelos infectados se recomienda realizar una desinfección, agente casual *Fusarium oxysporum* f.sp. (Seemann y Andrade, 1999).

Rhizoctonia: En las hojas aparecen manchas de color marrón claro que tienen un aspecto roído, produce podredumbre blanda de color marrón en el bulbo y en caso de infección grave las plantas salen con mucho retraso y suelen florecer mal. Agente casual *Rhizoctonia solani* (Kühn) (Buscham, 2000).

Botrytis o Moho gris: En períodos húmedos la planta puede ser atacada por el hongo *Botrytis elliptica* (Berk.) Cooke. En caso de tal ataque se producen puntos y manchas marrones en la hoja y en los botones florales (Buscham, 2000).

Accidentes fisiológicos. Quema de las hojas: A partir de los 20 centímetros de altura de la planta pueden darse en hojas más jóvenes del follaje manchas blanquecinas, estas manchas pueden volverse de color marrón, provocando un arrugamiento en el sitio dañado de la hoja. En casos muy graves pueden morir todas las hojas e incluso los jóvenes botones florales (Vidalie, 1992)

2.11. Manejo en Campo.

2.11.1. Tamaño del bulbo.

Los bulbos de tamaño grande son preferidos con respecto a los bulbos más pequeños, se presentan diferencias en tamaño entre especies y cultivares. Los bulbos de 10/12 a 20/22 cm de calibre son usados para la producción.

2.11.2. Espaciamiento.

El espaciamiento entre bulbos es de 10 a 15 cm, a una profundidad de 15 cm bajo la superficie del suelo. El espaciamiento depende del calibre del bulbo.

2.11.3. Época de plantación.

Los *Lilium* son generalmente plantados en otoño aunque los bulbos pre enfriados pueden ser plantados en la primavera en zonas de poco frío.

2.12. Manejo en Invernadero.

2.12.1. Plantación.

Los bulbos que se usan para el forzamiento en invernadero deben recibir por lo menos seis semanas de tratamiento frío a 2 °C (*Lilium* híbrido Asiático), y ocho semanas (*Lilium* híbrido Oriental), colocando los bulbos en un sustrato húmedo. Para el forzamiento tardío y floración de todo el año, los bulbos deben ser congelados a 1°C después de haber sido pre-enfriado por 6-8 semanas (De Hertogh, 1989). Las temperaturas no deben bajar de -3°C.

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 de emplearán densidades menores y en épocas de mayor luminosidad, las densidades mayores (Caballero, 1990).

Una vez adquiridos los bulbos, deben plantarse inmediatamente en camas de cultivo esterilizadas, en un medio de cultivo bien drenado sin superfosfato o perlita, con un pH de 6.8 – 7.0. Los bulbos se plantan con cinco centímetros del medio de cultivo por encima de este. El espaciamiento de los bulbos grandes de *Lilium* híbrido Oriental (22.5 cm de circunferencia y mas grandes) se colocan 15-17.5 cm de separación; el de los pequeños (17.5 a 20 cm de circunferencia) se plantan a 12.5 – 15.0 cm de separación. Los bulbos de *Lilium* híbrido Asiático deben ser espaciados de 11.5 a 15 cm si tienen de 17.5 a 20 cm de circunferencia, en cambio si tiene de 10 a 12.5 cm de circunferencia, se plantan de 9- 11.5 cm de separación. Se debe proporcionar mayor espacio entre bulbos cuando se cultiva en invierno (Bañón, 2002).

Los *Lilium* requieren de 8-10 semanas en invernadero y aproximadamente de 30 a 35 días para florecer después de ser visible el botón floral.

2.12.2. Producción de plantas en maceta bajo invernadero.

Otra de las aplicaciones de *Lilium*, es para el cultivo en maceta, para ser utilizados en la ornamentación de casas, balcones, jardines y cementerios. Hasta hace poco tiempo, para ello se utilizaban los *Lilium* para flor cortada, con la aplicación de productos reguladores del crecimiento, como paclobutrazol (Bonzi) y ancymidol (Reducymol) que se aplican con el agua de riego, en pulverización o sumergiendo los bulbos, al final de mantenerlos con un corto desarrollo, siendo el Óptimo entre 30 a 40 cm. Los resultados serán muy variables, ya que influyen en el mismo, una cantidad de factores, entre los que destacamos: la fecha del cultivo, sustrato empleando, temperatura del cultivo y las características de cada cultivar (variedad). En la actualidad, existen una gran cantidad de cultivares (variedades) de *Lilium* de corto desarrollo obtenidas por mejoras genéticas. Para el cultivo, durante todos los meses del año, en la que en muchas variedades, no es necesaria la aplicación de productos químicos reguladores del crecimiento, su cultivo, difiere poco de los de flor cortada. Las medidas de cultivo específicas, son las que seguidamente exponemos (Cabrera, 1999).

2.12.3. Sustratos.

En particular la producción de cultivos en contenedores o recipientes, ya sea macetas y bolsas para la producción de plantas ornamentales, requiere de un conocimiento y comprensión amplio del ambiente, para el desarrollo de las raíces, presente dentro del contenedor y de cómo éste es afectado por las propiedades físicas y químicas de los sustratos utilizados (Cabrera, 1999). Como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características del ambiente de un contenedor con relación al cultivo en el suelo.

Factor	Cultivo en macetas(sustrato Suelo)	cultivo en suelo (en Contenedor)
Retención de Humedad	De capacidad de contenedor a marchitamiento en 1 a 3 días	De capacidad de campo a marchitamiento en 1 a 3 semanas
Aireación	De baja a alta en un día	De adecuando a alta la mayoría del tiempo
Nutrición	De alta a baja en una semana	De alta a baja a lo largo de la temporada
Ph	Cambios de 1 a 2 unidades en una a 3 semanas	De baja a alta a lo largo de la temporada
Salinidad	Problemas crónicos en una a 4 semanas	De baja a alta a lo largo de la temporada
Temperatura	Cambio de 10 a 30°C en un día	Relativamente constante a lo largo de la temporada

Fuente: Modificado de Cabrera, 1999

Con el conocimiento del comportamiento de un sustrato en contenedor y conociendo las propiedades físicas y químicas de los materiales disponibles para elaborar sustratos, se podrán elaborar las mezclas adecuadas para cada cultivo en maceta.

2.12.4. 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 de tallo. Desde tres semanas antes de la recolección hasta el 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 1gr/l de sales totales y 400 mg/l 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).

2.12.5. Soluciones nutritivas.

En los cultivos hidropónicos todos los elementos esenciales se suministran a las plantas disolviendo las sales fertilizantes en agua para preparar la solución de nutrientes. La elección de las sales que deberán ser usadas depende de un elevado número de factores. La producción relativa de iones que debemos añadir a la composición se comparará con la necesaria en la formulación del nutriente; por ejemplo, una molécula de nitrato potásico KNO_3^- , proporcionará un ión de potasio K^+ y otro ión de nitrato NO_3^- , así como una molécula de nitrato cálcico $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ nos dará un ión cálcico Ca^{++} y dos iones de nitrato. Las diferentes sales fertilizantes que podemos usar para la solución de nutrientes tienen a la vez diferentes solubilidad, es decir, la medida de la concentración de sal que permanece en solución cuando la disolvemos en agua; si una sal tiene baja solubilidad, solamente una pequeña cantidad de esta se disolverá en el agua. En los cultivos hidropónicos las sales fertilizantes deberán tener una alta solubilidad, puesto que deben permanecer en solución para ser tomadas por las plantas. Por ejemplo el Calcio puede ser suministrado por el nitrato cálcico o por el sulfato cálcico; este último es más barato, pero su solubilidad es muy baja; por

tanto, el nitrato cálcico deberá ser el que usemos para suministrar la totalidad de las necesidades de Calcio. El costo de un fertilizante en particular deberá considerarse según como vaya a utilizarse; en general, deberá usarse lo que normalmente se denomina como grado técnico, donde el costo es más alto que una cantidad agrícola, pero la solubilidad es mucho mayor (Llanos, 2001).

2.12.6. Características químicas de las soluciones nutritivas.

Steiner (1961) es autor del método universal Steiner para preparar una solución nutritiva de cierta composición deseada; este método plantea que la composición química de una solución nutritiva comprende: 1) las concentraciones de iones componentes (relación mutua de cationes y relación mutua de aniones), 2) la concentración iónica total (presión osmótica) y 3) el pH.

Steiner (1984), elaboro una solución nutritiva universal, la cual se distingue por relaciones aniónicas y catiónicas particulares, concentración iónica total y un pH deseado. Las relaciones mutuas entre los aniones y los cationes ambas en equivalentes son dadas como universales; esta solución ha sido probada en diferentes cultivos con éxito.

2.12.7. Presión osmótica.

Las respuestas 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 nutrientes y por consiguiente un desgaste de energía metabólica (Asher y Edwards, 1983; Marshner, 1995).

2.12.8. Relación mutua entre aniones.

Este concepto que introdujo Steiner en 1961, se basa en la relación mutua que existe entre los aniones NO_3^- , H_2PO_4^- y SO_4^{2-} , y los cationes K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , con los cuales se regula la SN. Tal relación no sólo consiste en la cantidad absoluta de cada ión presente en la solución, sino en la relación cuantitativa que guardan los iones entre sí, ya que de existir una relación cuantitativa que guardan los iones entre sí, ya que de existir una relación inadecuada entre ellos, puede disminuir el rendimiento (Steiner, 1968).

La importancia del balance iónico comienza cuando las plantas absorben los nutrientes de la solución nutritiva diferencialmente (Jones, 1997). La razón de esta variación se debe a las diferentes necesidades de los cultivos (especie y etapa de desarrollo) y la diversidad de condiciones ambientales. La restricción de estos rangos, además de ser de tipo fisiológico, es de tipo químico, lo cual está determinado principalmente por la solubilidad de los compuestos que se forman entre HPO_4^{2-} , y Ca^{2+} , y SO_4^{2-} y Ca^{2+} . El límite de solubilidad del producto de los iones fosfato y calcio es de 2.2 mmol L^{-1} , y del producto entre el sulfato y el calcio, de 60 mmol L^{-1} (Steiner, 1984).

El ambiente influye más en la absorción de SO_4^{2-} que en la de $H_2PO_4^-$ y NO_3^- , mientras que la absorción de Ca la afecta en mayor medida que de K y Mg, lo cual se debe a los mecanismos de absorción de éstos últimos; NO_3^- , el $H_2PO_4^-$, el K, y en menor proporción el Mg, las plantas los absorben en forma activa, lo que significa que invierten energía metabólica para absorberlos, en cambio al Ca y en menor cantidad al SO_4^{2-} los asimilan mediante el flujo transpiratorio. El Ca en el interior de la planta se mueve en grandes distancias en el xilema debido principalmente al flujo de masas generado por el torrente de la transpiración (Kirby y Pilbeam, 1984).

2.12.9. Relación mutua entre cationes.

Los cationes en la SN son el K, Ca y Mg; una parte del N se puede incluir como NH_4^+ , pero en concentraciones inferiores al 25% del N aportado. La relación entre los cationes es de gran importancia, ya que de no cuidar este aspecto se pueden generar deficiencias de N, por lo que es importante evitar no romper el balance entre los nutrimentos. La relación mutua entre cationes en las plantas varía en función de la etapa de desarrollo, lo cual implica que las plantas tengan demanda diferencial en la relación entre los cationes. Tomando en cuenta la importancia del K en la etapa de producción de frutos para favorecer la calidad de éstos, en ocasiones se genera desbalance entre K con Ca y/o Mg, al suministrar en la SN cantidades de K que superan 45% de los cationes, lo que provoca deficiencias de Mg y principalmente de Ca. Como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Porcentajes mínimos y máximos que pueden presentar los aniones y cationes con respecto al total en las soluciones nutritivas, sin que estén en los límites fisiológicos o de precipitación.

Rango	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺
Mínimo	20	1.25	10	10	22.5	0.5	0
Máximo	80	10	70	65	65.5	40	15

En general, las SN que se utiliza para la producción de cultivos constan de seis macronutrientes esenciales: tres cationes (K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺) y tres aniones (NO₃⁻, H₂PO₄⁻ y SO₄²⁻), y en algunas soluciones NH₄⁺ en pequeñas concentraciones. Simplificando, la SN en seis macronutrientes, sin tomar en cuenta los iones H⁺, OH⁻ y las posibles disociaciones del H₂PO₄⁻, se tiene: [K⁺]+[Ca²⁺]+[NH₄⁺] = [NO₃⁻]+[H₂PO₄⁻]+[SO₄²⁻] =C. Donde C es la cantidad total de aniones y cationes expresando en me L⁻¹. División la cantidad de me L⁻¹ de cada ión por la cantidad total de los me L⁻¹ (sumatoria de aniones y cationes), resulta la proporción de cada ion presente en la solución. Si se tiene la proporción de dos aniones o dos cationes, se puede determinar la proporción del tercero (De Rijck y Schrevens, 1998).

El N entra en la formación de muchos compuestos elaborados por las plantas. Es parte de la molécula de todas las proteínas y enzimas, de la clorofila a y de la clorofila b, de ciertos ácidos del núcleo y ciertas hormonas además de algunas sustancias secundarias como alcaloides; por ello, es un elemento esencial. Es absorbido por los vegetales tanto en forma de nitrato (NO₃⁻) como de amonio (NH₄⁺). El amonio es absorbido y utilizado fundamentalmente por plantas jóvenes, mientras que el nitrato es la principal fuente de N utilizando durante el periodo de crecimiento. Mediante el empleo de inhibidores las plantas pueden beneficiarse del amonio sobre todo en épocas tardías de su crecimiento (Urrestarazu, 2000).

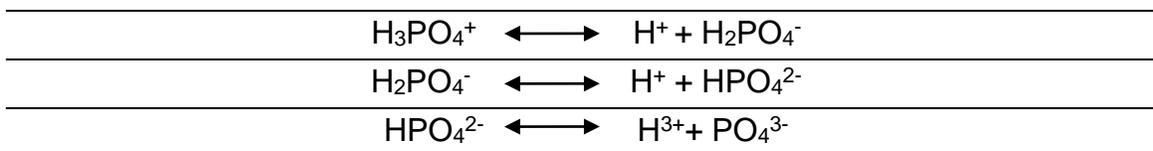
Por otro lado, el Ca ha demostrado ser un auxiliar en el aumento de la vida postcosecha de productos Horto-frutícolas. Su acción benéfica se ha sugerido relacionándolo con un incremento en la integridad de la pared celular, vía su entrecruzamiento con las pectinas, mejorando con ello, la resistencia al maceramiento (Conway *et al.*, 1988).

2.12.10. pH de la solución nutritiva

Steiner (1968) menciona que en una verdadera solución nutritiva se tienen todos los iones en forma libre y activa, el pH es importante para la disponibilidad de iones, en un pH alto no es posible tener un contenido alto en calcio y fosfato. El pH es importante para favorecer la solución del H_2PO_4^- .

La forma iónica en que el fósforo es más fácilmente absorbido por las plantas es el H_2PO_4^- . Sin embargo la concentración de este ion en la solución cambia en pH, de acuerdo con la siguiente reacción. Como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Forma iónica en la que el fósforo es más fácilmente absorbido por las plantas donde la concentración iónica de la solución cambia el pH.



El pH en que predomina el H_2PO_4^- sobre el HPO_4^{2-} es entre 5.5 y 6.0; precisamente entre estos límites de pH se tiene la mejor difusión de H_2PO_4^- en el espacio libre aparente de la planta y se mejora la absorción por parte de las plantas desarrolladas en hidroponía.

En las soluciones nutritivas se pueden presentar problemas por precipitación de fósforo cuando el pH es mayor de 7.5. Bajo esta condición cuando el producto de las concentraciones de Ca^{2+} y HPO_4^{2-} presentes en la solución nutritiva supera el valor de 2.2 mol m^{-3} ocurre precipitación de CaHPO_4 (Steiner, 1984).

Steiner (1968), sugiere mantener el pH lo más constante posible, siendo este 6.0 a 6.5. En esta área el equilibrio de disociación de los fosfatos y carbonatos da la mayor capacidad tampón con respecto al pH.

Se puede concluir que el pH apropiado de una solución nutritiva para el desarrollo de un cultivo en hidroponía está entre 5.5 a 6.5. Sin embargo, el pH de una solución nutritiva no es estático, sino que varía en función de la diferencia en la magnitud de absorción por las plantas, de aniones respecto a los cationes. Cuando los aniones son absorbidos en mayor magnitud por ejemplo, cuando la fuente de N en la solución nutritiva es única NO_3^- la planta excreta aniones OH^- o HCO_3^- para contrarrestar las cargas eléctricas en su interior (Marschner, 1995), lo cual genera un pH alcalino. A este proceso se le llama alcalinidad fisiológica. La solución Steiner es de este tipo. Dicho de otra manera, en la medida que la planta absorbe una proporción mayor de aniones que de cationes, se incrementa el pH de la solución.

2.12.11. Nutrición.

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 abandono de suelos pesados, arcillosos o

similares, se recomienda aportar 1.5 m³ de estiércol por 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 alternado riegos con nitrato cálcico (0,7g/litro) 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 sustrato debe vigilarse, procurando que la conductividad del extracto 1:2 no sobrepase los 2 mili mohos/cm (Almaguer, 2007).

2.12.12. Importancia de la nutrición.

La nutrición es un aspecto determinante en las plantas, la nutrición influye en el crecimiento, desarrollo, madurez, reproducción y las respuestas al ambiente, sean éstas tanto de naturaleza biótica como abiótica. Se podría decir que las bases de la nutrición de las plantas están en la definición de los elementos esenciales: los nutrimentos no minerales, H, H y O; los macronutrimentos N, K, Ca, Mg, P y S y los micronutrimentos Cl, Fe, B, Mn, Zn, Cu, Ni, y Mo. Además de los elementos esenciales, existen los elementos benéficos que, bajo condiciones particulares a ciertas concentraciones, pueden ocasionar mejoras en los cultivos, de manera general cuando son suministrados en bajas concentraciones; entre estos elementos se encuentran: Na, Si, Al, Se, I y V (Bañón., *et al* 1993).

Para el manejo de la nutrición de las plantas es necesario además conocer el suelo, pues constituye el medio natural en la nutrición de los cultivos. Aspectos sobre el conocimiento de acceso, la absorción y el transporte

nutrimental son esenciales para el mejor manejo de las plantas. Las deficiencias nutrimentales detectadas se pueden remediar no sólo con la aplicación de fertilizantes de síntesis química (con todas las implicaciones económicas y ambientales que esto implica), sino también con la combinación de la nutrición orgánica, la fertilización foliar y fertirriego (Fernández, 1993).

2.13. Corte de la flor.

El corte de la flor se realiza cuando la flor primera está totalmente coloreada, pero aun no ha abierto ya que las flores abiertas se dañan fácilmente durante el transporte. Se cortara 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).

2.14. Post- recolección.

Tras la recolección se deben seguir una serie de pasos que asegure 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 clasificarán 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 planta, pasándolos inmediatamente a una cámara frigorífica donde se mantendrán a una temperatura de 3-4°C, durante un periodo máximo de tres días (Buscham, 1997).

2.15. 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 (Memorias de capacitación, Fundación produce Sinaloa, sin Año).

Una vez clasificadas por tamaños 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 con temperaturas de 1.2 °C al centro de consumo. Son vendidas en manojos de 10 y en ocasiones es preferible venderlos en rollos de cinco tallos, por su alto costo (Buscham, 1997).

2.16. Normas de calidad.

Tallo floral de longitud suficiente (70-120 cm) recto y muy fuerte. Follaje uniforme y de calidad, las hojas deben ser verdes oscuro y sanas, lo que equivale a decir que las hojas no deben tener enfermedades ni defectos por ataque de insectos. El capullo floral debe poseer buen color y longitud al igual que las hojas, deben estar también sanos y en el estado de corte adecuado a la

variedad. Que posean facilidad de transporte y larga permanencia como flor cortada. Por último debe estar libre de insectos vivos, especialmente especies cuarentenaria (Manuales FIA, 2007).

2.17. Antecedentes

Gómez (2011) Para mejorar la calidad comercial y vida postcosecha de flor de corte, entre ellas *Lilium*, es necesario determinar sus requerimientos nutrimentales. A pesar de que se sabe que N y Ca son nutrimentos importantes y que tienen particular influencia en la calidad comercial de esta especie. El presente trabajo se realizó con la finalidad de incrementar la vida de florero en las plantas de *Lilium tiber* L. tipo oriental. Para lo cual se evaluaron tres niveles de Ca en la solución

Con la concentración de 11 me L⁻¹ de Ca en la solución nutritiva se obtuvo el mayor número de días de florero, mientras que en la dosis baja (7 me L⁻¹ de Ca), es la que presentó la mayor vida de post cosecha, pero con esta dosis se alcanzó la mayor altura de planta.

Alberto (2012) Es necesario un correcto manejo de los fertilizantes a base de Calcio ya que este elemento presenta marcada influencia para mejorar la calidad y vida post cosecha de la flor de *Lilium*. El presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar el efecto del calcio de la solución nutritiva en la calidad de la flor y número de días en florero de *Lilium levi* L. tipo asiático. Los tratamientos evaluados consistieron en cuatro niveles de calcio 7, 9, 11 y 13 me L Ca²⁺.

El crecimiento de las plantas no mostró una diferencia marcada entre los diferentes niveles de Ca^{2+} . Se obtuvieron los mejores valores para diámetro de flor y número de botones con $7 \text{ me L}^{-1} \text{ Ca}^{2+}$ en comparación con los tratamientos restantes. No existió diferencia significativa en la calidad post cosecha entre los diferentes niveles de Calcio evaluados.

Ibarra (2012) 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 la comercialización de las flores, la calidad y la vida de florero determinan el precio de venta. Sin embargo uno de los problemas más serios que se ha presentado en este cultivo, sobre todo en el grupo oriental, es la susceptibilidad a desarrollar deficiencias nutrimentales que afectan directamente a la calidad de las flores cortadas. Esta sintomatología es atribuida a una inadecuada nutrición.

Debido a lo anterior el objetivo principal del presente estudio evaluar tres concentraciones de N- NO_3^- y tres concentraciones de Ca^{2+} en la solución nutritiva (9,12,15, y 7, 9, 11 me L^{-1} respectivamente). Los parámetros evaluados consistieron en: altura de la planta, diámetro basal del tallo, peso seco de la planta, extracción nutrimental (N y Ca^{2+}) y vida de florero.

La mayor altura de la planta fue lograda con 9 y 15 me L^{-1} de NO_3^- y 7 me L^{-1} de Ca^{2+} ; el diámetro del tallo fue similar para los factores de estudio; el mayor peso seco de la parte aérea de la planta se exhibió con 15 me L^{-1} de NO_3^- y 7 me L^{-1} de Ca^{2+} ; en la extracción nutrimental de nitrógeno y calcio, se observó la mayor absorción de las plantas con 15 me L^{-1} de NO_3^- y 9 me L^{-1} de Ca^{2+} ; y la vida de florero no existió diferencia entre los factores evaluados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del sitio de investigación.

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN UL), ubicada en la ciudad de Torreón, Coahuila, México, en el área conocida como Comarca Lagunera y localizada entre las coordenadas geográficas de 103° 25' 55" de altitud oeste al meridiano de Greenwich y 24° 22' 00" de altitud norte con una altura de 1120 msnm, (CNA, 2002).

El presente experimento se llevó a cabo en el periodo agosto-octubre 2013, en el invernadero No. 3 del departamento de horticultura.

3.2. Invernadero.

Las características de invernadero consisten en una estructura de acero galvanizado, completamente cerrado con una cubierta de polietileno transparente, además tiene colocada encima del mismo, una malla sombra del 50% para amortiguar el exceso de radiación solar, característico de la Región Lagunera. Cuenta con ventilación a base de extractores y la pared húmeda, que ayuda a incrementar la humedad relativa. El suelo está cubierto de grava, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Localización del invernadero número tres, con el equipamiento requerido para el cultivo de *Lilium* que consta de pared húmeda y extractor.

3.3. Temperaturas del invernadero.

Las temperaturas promedio a considerar dentro del invernadero durante la realización de experimento fluctuaron entre 28 y 30 °C.

3.4. Material vegetativo y sustratos.

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

Se utilizó como sustrato inerte una mezcla de perlita y arena, en proporción 1:1, el contenedor utilizado fueron bolsas de polietileno negro con una capacidad de 10 kg.

3.5. Tratamientos.

Los tratamientos evaluados consistieron en la aplicación de porcentajes de la solución nutritiva Steiner, 100 % (T₂), 65 % (T₃), 45 % (T₄), 30 % (T₅), 15 % (T₆), (T₁). El testigo consistió en aplicación de riegos a base de agua únicamente. Como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Diseño de la distribución de las unidades experimentales y los tratamientos en el cultivo de *Lilium*.

Pared húmeda					
T6r9	T5r5	T4r10	T3r8	T2r8	T1r4
T6r3	T5r2	T4r4	T3r2	T2r9	T1r5
T6r10	T5r8	T4r3	T3r10	T2r4	T1r10
T6r5	T5r1	T4r2	T3r4	T2r6	T1r7
T6r6	T5r3	T4r9	T3r7	T2r5	T1r1
T6r7	T5r9	T4r6	T3r6	T2r1	T1r6
T6r8	T5r4	T4r1	T5r1	T2r7	T1r2
T6r1	T5r7	T4r7	T3r3	T2r3	T1r8
T6r4	T5r10	T4r5	T3r5	T2r10	T1r3
T6r2	T5r6	T4r8	T3r9	T2r2	T1r9
Agua	100%	65%	45%	30%	15%
Extractor					

3.6. Elaboración de la solución nutritiva.

Se tomo como base la solución nutritiva recomendada por Steiner (1984) sobre la cual se realizaron las modificaciones para obtener los tratamientos, como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Fórmula original de la solución nutritiva Steiner.

NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
12	1	7	7	9	4

En base a la solución nutritiva de Steiner se prepararon las soluciones para los tratamientos, se utilizaron tambos de 200 litros. En los cuales se les agregaron los fertilizantes que a continuación se mencionan. Partiendo de los cálculos realizados para aplicarlos en gramos (g) por litro (l), como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Fertilizantes utilizados para la preparación de la solución nutritiva Steiner en cultivo de *Lilium*. (200 l)

Ca (NO ₃) ₂	nitrato de calcio	46.36g
KNO ₃	nitrato de potasio	144.57g
Mg NO ₃	nitrato de magnesio	54.49g
Mg NO ₄	sulfato de magnesio	42.944g
H ₃ PO ₄	acido fosfórico	13.4 ml
H ₂ SO ₄	acido sulfúrico	10.8ml

3.7. Siembra o plantación.

La plantación de los bulbos se realizó el día martes 13 de agosto del 2013. Colocando un bulbo por maceta a una profundidad de 6 cm, después de la plantación se aplicó un riego pesado para humedecer bien el sustrato y favorecer el desarrollo de las raíces y brote de la planta.

3.8. Diseño experimental.

El diseño experimental consistió en un Completamente al Azar, evaluando seis tratamientos con 10 repeticiones cada uno, la unidad experimental consistió en una maceta, con un bulbo.

El espacio utilizado fue de 2x3 m, colocando las macetas a 30 cm entre ellas, como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Colocación de las unidades experimentales del cultivo, utilizando el diseño completamente al azar.

3.9. Manejo del experimento.

Las plantas de *Lilium*, no requieren de poda, pero sí de colocarles un tutor, para evitar el doblado del tallo por el peso de la flor, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Colocación de tutorado a unidades experimentales para evitar el doblado del tallo debido al peso del botón floral.

La aplicación de cada una de las soluciones nutritivas se efectuó de manera gradual tal como hace mención y lo recomiendan (Armenta, 1998; Lara et al., Preciado *et al.*, 2002) y consistió en las maneras siguientes:

- Una semana antes de la plantación se dieron riegos abundantes, esto para lavar las posibles sales acumuladas en el sustrato a utilizar.
- A partir de la 1^a semana hasta el corte o cosecha de la flor se aplicó el riego con las soluciones nutritivas sugeridas (Steiner, 1984).

Los riegos se realizaron diariamente por la mañana, aplicando un litro del porcentaje de solución nutritiva correspondiente a cada tratamiento, como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Riego por unidad experimental con solución nutritiva Steiner para el cultivo de *Lilium*.

Durante el desarrollo del trabajo no se presentaron problemas fitosanitarios en el cultivo, motivo por el cual no se aplicó ningún tratamiento a base de agroquímicos preventivo o curativo. 3.10. Variables evaluadas.

3.10.1. Longitud de tallo.

Se empleó una cinta métrica para la toma de datos de longitud de las plantas (cm) tomando la medición desde la base del tallo hasta el punto de crecimiento.

3.10.2. Diámetro de tallo.

Para tomar la medida del diámetro de tallo (mm) se utilizó un vernier, la cual se efectuó un centímetro arriba del sustrato, esto es, en la parte baja del tallo.

3.10.3. Numero de botones florales.

El conteo se realizó antes de la cosecha del tallo, como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Conteo de botones florales y corte de *Lilium* para obtener las variables requeridas.

3.10.4. Diámetro de la flor.

Para esta variable se tomaron dos plantas de cada tratamiento y se procedió con la medición de los diámetros de la flor, se realizó con una regla de 30 cm, siendo de extremo a extremo.

3.10.5. Peso fresco de tallo

Para este procedimiento se tomaron dos plantas de cada tratamiento y se procedió a pesarlo, como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Peso fresco de tallo.

3.10.6. Peso seco total.

Para esta variable se tomaron dos plantas de cada tratamiento y se cortaron las partes del tallo floral: hojas, tallo, botones y flores para después colocarlas en bolsas de papel y así proceder a introducirlos a la estufa de secado, en donde permanecieron por 24 horas para su secado total y posteriormente pesarlos.

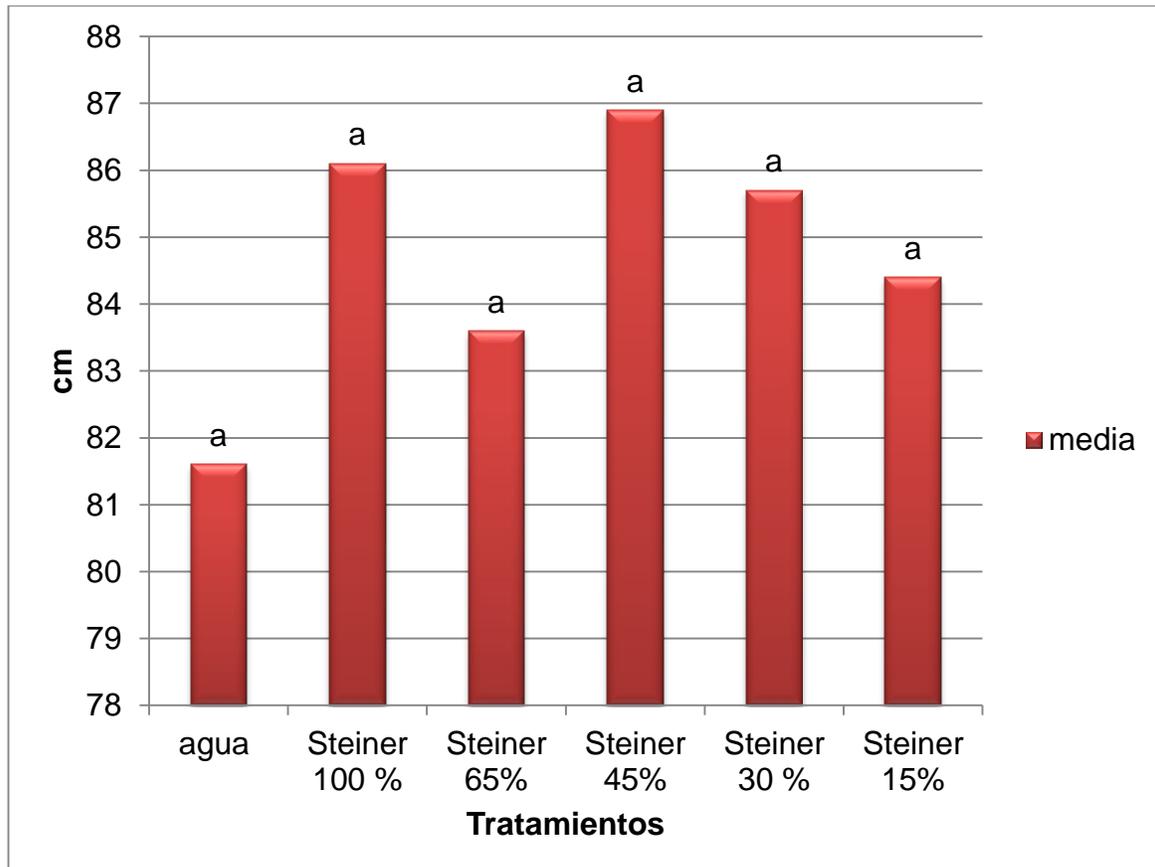
3.10.7. Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico de los resultados del experimento se utilizó el sistema SAS (Statistical Analysis System, 1999)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Longitud de tallo

El análisis estadístico para la variable longitud de tallo no presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos, obteniendo una media de 84.71 cm; sin embargo numéricamente sobresalen el T₄ (45 % solución de Steiner) con 86.9 cm, seguido del T₂ (100%) con 86.1 cm, y el T₁ testigo (agua) que obtuvo el menor valor en altura con 81.6 cm, como se muestra en la Figura 7.



En la columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Diferencia mínima significativa al 0.05).

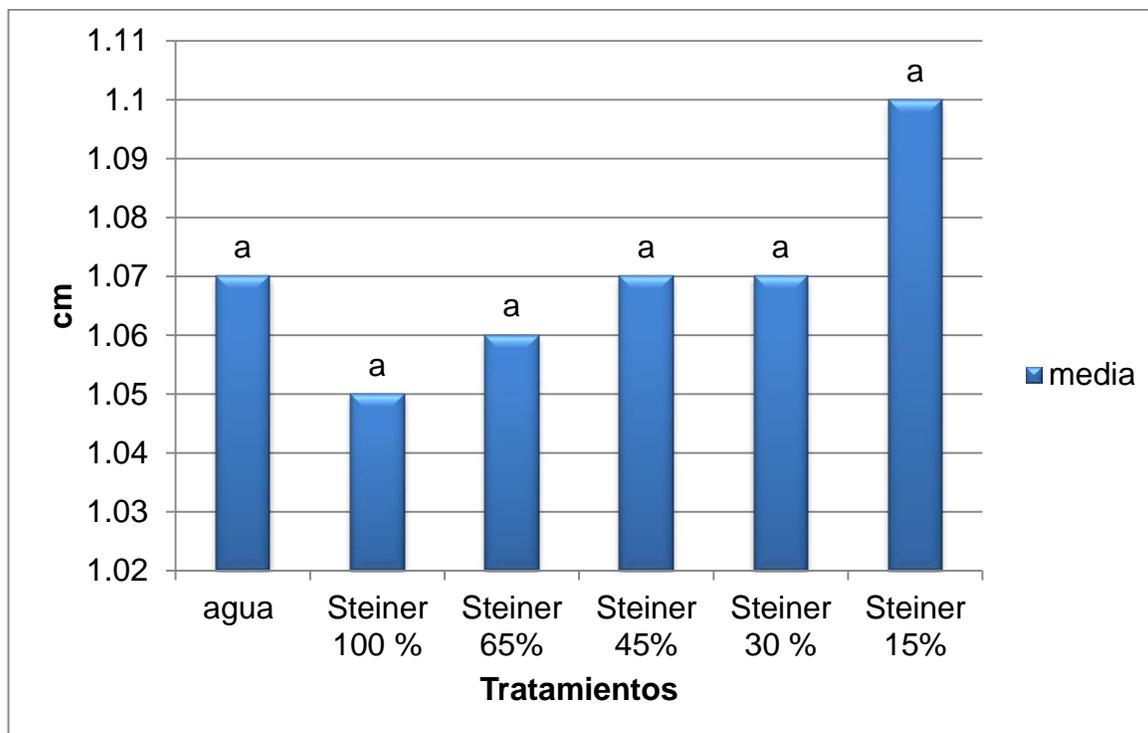
Figura 7. Longitud de tallo (cm) resultado de la producción de *Lilium* con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.

Ortega *et al.* (2006), señalan que el cultivo de *Lilium spp.* necesita de concentraciones relativamente bajas de fertilizantes cuando el bulbo es calibre grande; lo que permite un buen desarrollo del cultivo y obtener plantas de calidad y mayor vida de florero, probablemente este es el motivo por el cual al evaluar los diferentes concentraciones de la solución nutritiva, en la longitud de tallo no se expresó su influencia.

Es importante señalar que las normas de calidad para comercialización de esta flor se basan en la longitud del tallo y el número de botones, donde una calidad de primera es aquella en la cual el tallo mide de 70 a 90 cm y presenta cinco flores por tallo. La calidad de segunda, es el tallo que alcanza de 70 a 80 cm y presenta cuatro flores por tallo (International Flower Bulb Center, 1999). La longitud de tallo y número de flores obtenidas en los tratamientos evaluados en este trabajo, cumplen las normas de calidad para comercialización.

4.1.2. Diámetro de tallo

El análisis estadístico para la variable de diámetro de tallo no presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos, obteniendo una media de 1.07 cm. Sin embargo sobresale numéricamente el T₆ (15 %) con 1.10 cm, seguido de los tratamientos T₁, T₄ y T₅ con 1.07 cm, el tratamiento que obtuvo el menor valor numérico para la variable de diámetro de tallo fue el T₂ (100 %) con 1.05 cm, como se muestra en la figura 8.



En la columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Diferencia Mínima Significativa al 0.05).

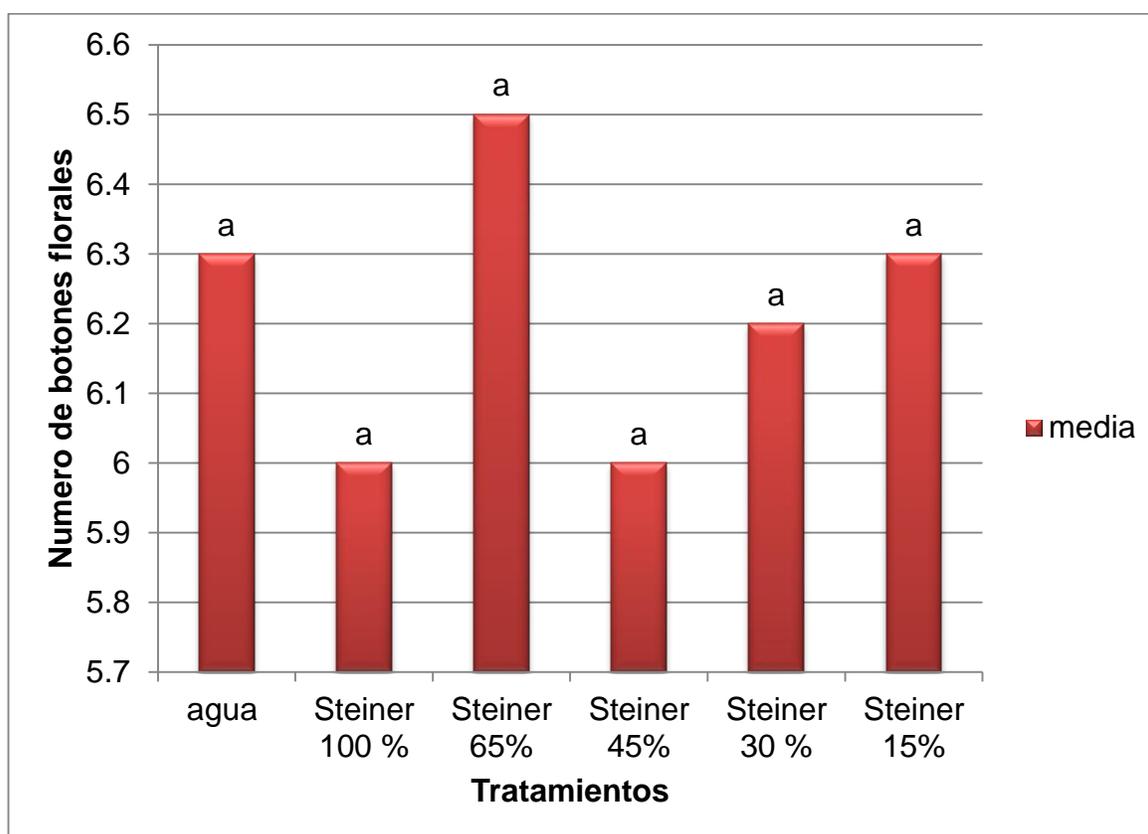
Figura 8. Diámetro de tallo (cm) en la producción de *Lilium* con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.

Gómez (2011), reporta una media para diámetro de tallo de 9.3mm al evaluar el efecto de calcio en el desarrollo de la planta y calidad de la flor de *Lilium tiber* tipo oriental, en cuatro fechas de aplicación con intervalos de seis días a partir de los 65 a 83 DDT; resultado similar al obtenido en este trabajo. Lo cual significa que en el caso de *Lilium*, la fertilización con un porcentaje de la Solución de Steiner (15%), es suficiente para obtener un buen diámetro de tallo, capaz de sostener el número de flores que se producen con este calibre de bulbo.

Por otra parte, los resultados obtenidos para diámetro de tallo, pudieron ser afectados por las condiciones ambientales que se presentaron en el invernadero durante el desarrollo del trabajo, lo cual provocó un rápido desarrollo de la planta y en consecuencia un menor grosor del tallo.

4.1.3. Numero de botones

El análisis estadístico para la variable número de botones no presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos, obteniéndose una media de 6.2 botones por tallo; sin embargo numéricamente sobresale el T₃ (65 %) con 6.50 botones, seguido del T₁ (agua) y el T₆ (15%) con 6.30 botones. El tratamiento que presento el menor valor numérico para numero de botones por tallo fue el T₂ (100 %) con 6 botones, como se muestra en la Figura 9.



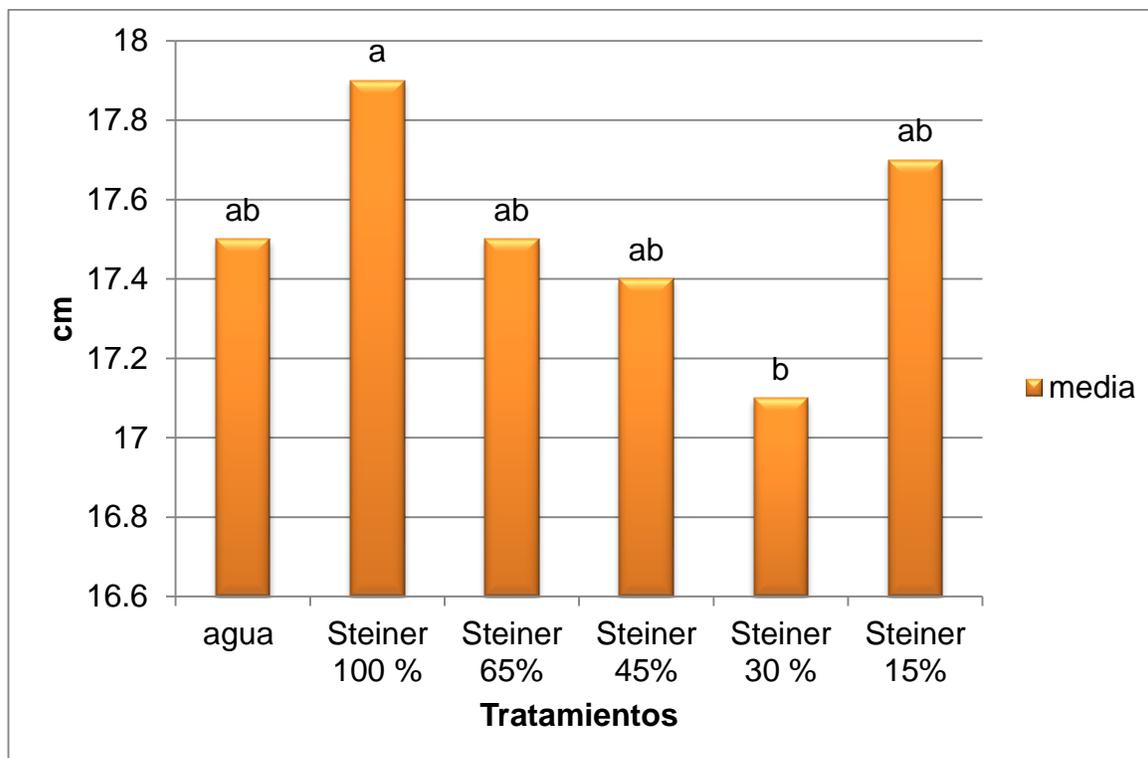
En la columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Diferencia Mínima Significativa al 0.05).

Figura 9. Numero de botones florales por tallo en la producción de *Lilium* con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero

El número de botones por tallo y la longitud de los mismos son considerados como factores de calidad en *Lilium* (Bañon *et al.*, 1993). Los resultados obtenidos en esta variable son similares al número de botones que presentan las plantas de *Lilium spp*, con bulbos de calibre 12-14, utilizados en el presente trabajo, que son seis botones por tallo, de acuerdo al Manual de producción de flores cortadas, (2007).

4.1.4. Diámetro de flor

El análisis estadístico para la variable de diámetro de flor, presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos. El tratamiento que presentó el mayor diámetro fue el T₂ (100 %) con 17.9 cm, mientras que el tratamiento T₅ (30%) obtuvo el menor diámetro, 17.1 cm. El resto de los tratamientos se comportaron de manera similar, como se muestra en la Figura 10.



En la columna, medias con letras diferentes son estadísticamente significativas (Diferencia Mínima Significativa al 0.05).

Figura 10. Diámetro de flor (cm) en la producción de *Lilium* con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.

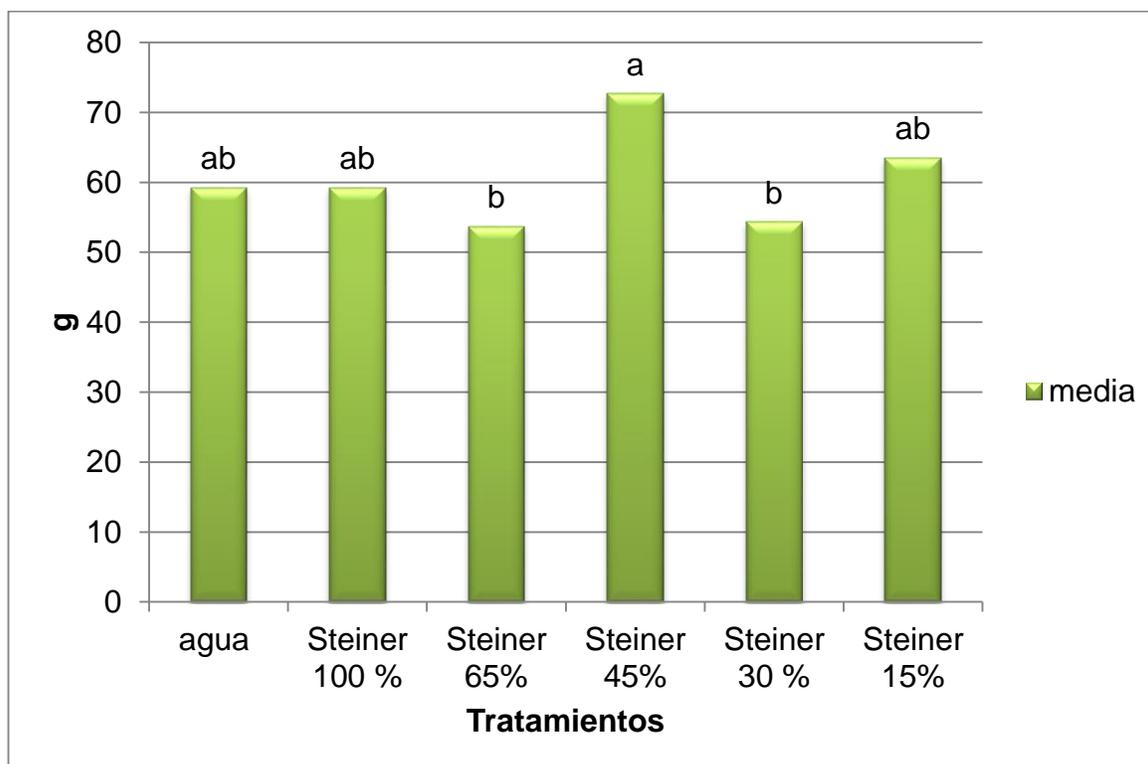
Alberto (2013), en la evaluación del efecto de calcio en el desarrollo de la planta y calidad de la flor de *Lilium spp*, tipo asiático, cultivado en hidroponía, con cuatro concentraciones de calcio, reporta que el tratamiento con la menor concentración de calcio (7 me L^{-1}) en la solución nutritiva de Steiner, fue el que logro el mayor diámetro de flor con 17.75 cm, resultado similar al obtenido en este trabajo.

Tomando en cuenta que los grupos de híbridos asiáticos e híbridos orientales, del calibre de bulbo a elegir, depende la calidad de la flor deseada, en general se puede decir que cuanto más pequeño es el calibre del bulbo, menor cantidad de capullos florales por tallo obtendremos, menos longitud del

mismo y menor peso de la planta, de acuerdo con International Flower Bulb Center (1999).

4.1.5. Peso fresco de tallo.

El análisis estadístico para la variable de peso fresco de tallo presentó diferencia estadística significativa entre las concentraciones evaluadas. El tratamiento que obtuvo el mayor valor fue el T₄ (45 %) con 72.72 g, seguido de el T₆ (15 %) con 63.49 g. El tratamiento que obtuvo el menor peso fresco fue el T₃ (65%) con 53.70 g, como se muestra en la Figura 11.



En la columna, medias con letras diferentes son estadísticamente significativas (Diferencia Mínima Significativa al 0.05).

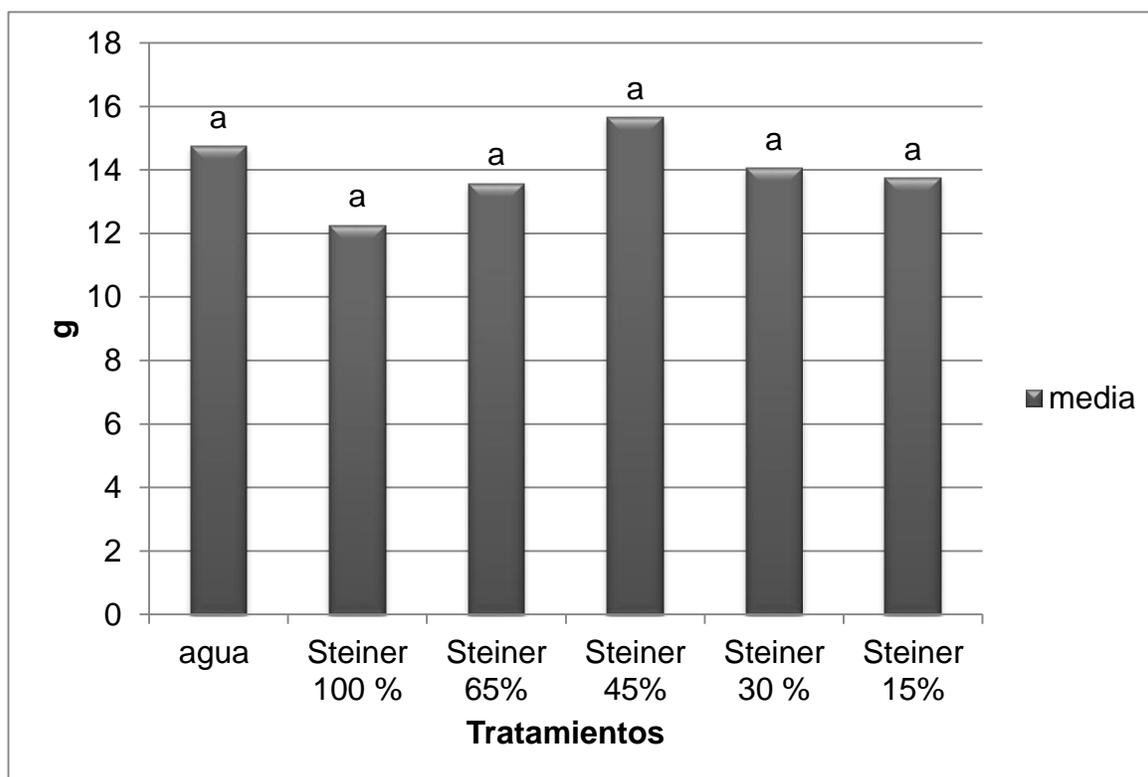
Figura 11. Peso fresco de tallo (g) en la producción de *Lilium* con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.

Un mayor y mejor flujo de agua y nutrientes, facilitan obtener un buen peso y diámetro de la planta, situación que se presenta al aplicar las diferentes concentraciones de la solución nutritiva Steiner., Gómez (2011).

Sin embargo no se puede descartar la influencia del calibre de bulbo utilizado (14/16), pues a mayor tamaño, mejor longitud del tallo y número de flores se obtienen. International Flower Bulb Center (1999).

4.1.8. Peso seco total

El análisis de varianza para la variable peso seco total no presentó diferencia estadística significativa, obteniéndose una media de 14.00 g; sin embargo numéricamente, sobresalen el T₄ (45 %) con 15.65 g, seguido del T₁ (testigo agua) que presentó un peso de 14.75 g, y finalmente el tratamiento que obtuvo el menor valor numérico fue la T₂ (100 %) con 12.25 g, tal como se muestra en la Figura 12.



En la columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Diferencia Mínima Significativa al 0.05).

Figura 12. Peso seco total (g) en la producción de *Lilium* con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.

Para esta variable se consideró el peso seco de hoja, tallo y flor.

El peso seco total obtenido con la aplicación del 45% de solución de Steiner, es similar al resultado reportado por Ibarra (2012), para el peso seco de la parte aérea de la planta por efecto de los niveles de Ca^{2+} en la solución nutritiva a los 90 DDP. Además encontró, que a mayor concentración de calcio, disminuye el peso seco, pues con 7 me L^{-1} de Ca obtuvo 15.36 g; 9 me L^{-1} , 15.06 g y finalmente con 11 me L^{-1} de Ca solo alcanzó 13.91 g de materia seca de la parte aérea de la planta

V. CONCLUSIONES

El análisis estadístico mostro diferencia significativa entre tratamientos para las variables, diámetro de la flor y peso fresco de tallo. El tratamiento que mostró un mayor diámetro de flor fue el T₂ con 86.9 cm. Para peso fresco de tallo el tratamiento que presento los mejores resultados fue el T₄ con 72.72 g.

El análisis estadístico no presento diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, para las variables, longitud de tallo, diámetro de tallo, número de botones y peso seco total. Sin embargo numéricamente sobresalen, para longitud de tallo, el T₄ con el 86.9 cm; diámetro del tallo, el T₅ con 1.1 cm; numero de botones, el T₃ presentando 6.5 botones por tallo y finalmente para el peso seco total fue el T₄ con 15.65 g.

En este experimento se cumplieron parámetros de calidad para flor cortada de *Lilium spp.*, como: longitud de tallo, diámetro de tallo, número de botones y diámetro de la flor, utilizando un 65% de concentración de la solución nutritiva Steiner.

VI. LITERATURA CITADA

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. n° 5/89. Consejería de agricultura, ganadería y pesca. Murcia. 31 pp.

Álvarez S.M. Septiembre 2007. Instituto de Horticultura y Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.56230. Chapingo, Estado de México.

Álvares, S.M.E., Maldonado, T.R., Garcia, M.R., Almaguer,V.G., Rupit, . J. Zavala,E.F., 2008. Suministro de calcio en el desarrollo y nutrición de *Lilium Asiatico*. *Agrociencia*,vol.42,num.8, pp.881-889.

Almaguer V. G. Septiembre 2007. Instituto de Horticultura y Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 56230.Chapingo.Estado de México.

Asher, C. J., and D. G. Edwards. 1983. Modern solution culture techniques.pp 94.-199. In: A. Pirson and M.H. Zimmermann (ed). *Enciclopedy of Plant Physiology*. Vol. 15-A.

Ayala, A. J., A. M. Castillo G., L. A. Valdez A., M. T. Colinas L., J. Pineda P., E. Avitia G. 2008. Effect of calcium, borom and molibdenum on plant growth and bract pigmentation in poinsettia. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31: 165-172.

Bañón A.S. 2002. Cultivo de Gerbera, *Lilium*, Tulipán y Rosa.

Bañón, A.S., R.D. Cifuentes., B.G.A. González. y H.I. Fernández (1993).*Lilium*. In: pp. 71-158. Gerbera, *Lilium*, Tulipán y Rosa. Segunda edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 412 p.

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.

Benton, J. J. Jr. 1997. Nutrient solution. In: Hydroponics. A Practical Guide for the Soilless Grower. St. Lucie Press. Boca Raton, Florida. USA. pp: 55-87.

Boutherin, D. y Bron, G. 1989. Multiplicación de plantas hortícolas. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 223p.

Buschman, J. C.M. 1997. El reto de los *Liliums*. Horticultura no.121.p.75-77.

Buschman, J. 2000. In: producción de flores de bulbos, *Lilium*. Centro internacional de bulbos de flor. Holanda disponible en: www.bulbosonline.org/technical/bulletin/sp_z3.html (24 Agosto. 2001).

Centro Internacional de Bulbos de Flor (sin fecha) (C.I.B.F.) el *Lilium* para flor cortada en zonas subtropicales. Hillegon, Holanda.

Cabrera R., I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para producción de plantas en maceta. Revista Capingo, serie Horticultura. vol.5 no 1. Universidad Autónoma Chapingo.

Carrillo, C. 1999. Plagas de plantas bulbosas y su control. in: Seemann, P. y Andrade, N. (eds). Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales.

Universidad Austral de Chile. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia. pp:165-177.

Claridades agropecuarias. 2006. La floricultura Mexicana, el gigante que está despertando. Edición mayo- junio. No. 154. México D.F. 60p

Conway, W. S., K. C. Grosor, C. D. Boyer. 1888. Inhibition of *Penicillium expansum* polygalacturonase activity by increased apple cell wall calcium. *Phytopathology*. 78: 1052-1055.

Chahín, A.M.G., A. Montesinos V., F. Márquez J., S. Ferrada N. M. Ibañez L. 2007. Manual. Producción de flores cortadas. IX Región. Fundación para la Innovación Agraria. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. ISBN No. 978-956-7874-77-4. Santiago de Chile.

Chen, Y. y Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. The Seagram Center for Soil and Water Sciences. The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel. Pp. 161.183.

De Rijck, G. y E. Schdrevens. 1998. pH influence by the elemental composition of nutrient solution. *J. Plant Nutr.* 20 a (7&8): 911-923.

Fernández, M. D. 1993. La Agricultura del Sureste: Situación Actual y tendencias de las Estructuras de Producción en la Horticultura Almerinense .Artículo publicado en el numero 2 de la colección Mediterráneo Económico: "la Agricultura Mediterránea" en el siglo XXI". Editado por Caja Rural Intermediterranea, Cajamar.

Franco, O. J. H., Jiménez, M. J. R., Tobar, R. D. J., Pérez L. 2007. Efecto de la aplicación pre cosecha de calcio y putrescina en el contenido de clorofila foliar durante la floración de *Lilium* ssp. 53ava Reunión Anual del I.S.T.H. Morelia, Mich. p. 185.

Franco, M.O., Torres, M. Eder, M. R., Edgar Jesus, J. P., Delfina de Jesús., 2008. Vida de florero de *Lilium* *brindisi* y monarca fertilizados con Nitrógeno y Oxido de Calcio. Facultad de ciencias agricolas. Universidad autónoma del estado de México. Campus universitario el cerrillo, Toluca, México.

Gómez Cerecedo, A. 2011. Tesis de Licenciatura. Departamento de Horticultura, UAAAN. Efecto del Ca en el desarrollo de la planta y calidad de la flor de *Lilium tiber* L. tipo oriental.

Gill, S., E. Dutky, and Ch. Schuster. 2006. Production of hybrid lilies as cut flowers. Central Maryland research and education center. University of Maryland cooperative extension. USA. 16 p.

Hartmann, H. y Kester, D. 1997. Propagación de plantas, principios y prácticas. Continental, S.A. México. 760p.

Hernández, R. J., 2006 proyectos de evaluación; producción y comercialización de flor de corte "*Lilium*". Universidad Autónoma Metropolitana. México, DF.

Jiménez, M. R. y M. Caballero R. 1990. El cultivo industrial en plantas en macetas, 664pp., ed. de horticultura, S.L. Reus, España.

Kirkby, E. A., and D. J. Pilbeam. 1984. Calcium as a plant nutrient. *Plant, Cell and Environ.* 7:397-405.

Llanos, P.P. 2001. La solución nutritiva, nutrientes comerciales, formulas completas. Walcos S.A Bogotá D.C., Colombia S.A.

Lara, H. A. 1999. *Terra* 17 No. 3: 221-229.

Mandujano,P.M., Colinas,L.Ma T., Castilo,G.Ana M., Alía,T.I., Valdez,A.L., 2012. Cobalto como retardante de la senescencia de *Lilium* hibrido oriental en postcosecha, pp.239-252.revista chapingo serie horticultura, vol. 18,núm.pp.239-252.

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.889 p.

Moran, M. F., 2004. Producción de plantas ornamentales en maceta en invernadero. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción Torreón, Coah, México.

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, núm.1,pp. 77-88.

Ohyama, T., T. Ikarashi and A. Baba. 1988. Effect of cold storage treatment for forcing bulbs on the C and N metabolism of tulip plants. *Soil Science & Plant Nutrition* 34: 519-533.

Pien, H., Van Iabek, M.C. and Lemeur, R. 1998. Influence of light intensity and temperature on the carbon balance of the shoot and the flower bud abortion of Rose (Rosa hybrid "cv" Frisco). Laboratory of plant Ecology faculty of Agriculture and Applied Biological Sciences (RUG9, Coupure links 365, B-9000. Ghent, Belgium. XXXV International Horticulture Congress (IHC), Brussels. Agosto.

Robles, E. G. octubre de 2004. Floricultura campesina.

Sánchez R., F. J., A. Moratinos y 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.

Seemann y Andrade, N.(eds). 1999. Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales, Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias Agrarias. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia. 221p.

Segal, B. G. 1989. Chemistry experiment and theory. Wiley – inter science publication. U.S.A. 1008 p.

Selecciones de Reader's Digest, 1983. Un jardín dentro de casa. Primera Edición. Editado en México por Reader's Digest México, S.A De C.V. México 3 D.F. p 256.

SIAP- sistema integral de información agropecuaria y pesca. 2009. Avance de siembras y cosechas. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> febrero 2014.

Simmonne, E.H. y C.M. Hutchinson (2005). Controlled released fertilizer for vegetable production in the Era of best management

Soriano, J., 1991a. Plantas bulbosas en jardinería. Floraprint España. 144p.

Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant and soil. 15: 134- 154.

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. 1968. Soilless culture. Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. pp 324-341.

Steiner, A.A. 1984. The universal nutrient solution. In: Proceedings of 6th International Congress on Soilless Culture. International Society for Soilless Culture. Wageningen, The Netherlands. pp: 633-650.

Torreblanca G.E. 2004. *Lilium*. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía Escuela de Posgrados, Especialización en Horticultura.

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.

Tribulano, A., Noto, G., 2001. Forcing Oriental and Asiatic Lilies in Soilles Culture. *Acta Hort*. 559:639-645.

Urrestarazu, G. M. 2000. Manuel de cultivo sin suelo. Ediciones mundi prensa. Almería España.

Villegas R.H. 1994. Estudio fenológico de cuatro variedades de *Lilium* (hibridos asiáticos) bajo cubierta en Texcoco, México. Tesi de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México

Vidale, H. 1992. Producción de flores y plantas ornamentales. Mundo – prensa. Madrid. España. 310p.

Wilkins, H. F. 1988. Introducción a la floricultura.

Woodson, W. R. and M. L. Jones. 2003. In search of eternal youth: The delay of postharvest senescence in flowers. *Acta Horticulturae*. 624: 305-314

VII. APENDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza para altura total de la planta (cm) en *Lilium* 2013.

Fv	GL	SC	CM	F	P>F
Solución Nutritiva	5	187.08	37.4.41	0.26	0.93
Repetición	9	1129.01	125.44	0.87	0.55
Error	45	6500.08	144.44		
Total	59	7816.18			

$R^2 = 0.16$

C.V (%)=14.18

Media = 84.71

Apéndice 2. Análisis de varianza para diámetro de flor (cm) en *Lilium* 2013.

Fv	GL	SC	CM	F	P>F
Solución Nutritiva	5	3.68	0.73	1.09	0.38
Repetición	9	2.81	0.31	0.46	0.89
Error	45	30.48	0.67		
Total	59	36.98			

$R^2 = 0.17$

C.V (%)= 4.69

Media = 17.51

Apéndice 3. Análisis de varianza para número de botones (cm) en *Lilium* 2013.

Fv	GL	SC	CM	F	P>F
Solución Nutritiva	5	1.88	0.37	0.25	0.93
Repetición	9	14.01	1.55	1.03	0.43
Error	45	68.28	1.51		
Total	59	84.18			

$R^2 = 0.18$

C.V (%)= 19.81

Media = 6.21

Apéndice 4. Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) en *Lilium* 2013.

Fv	GL	SC	CM	F	P>F
Solución Nutritiva	5	0.01	0.00	0.34	0.88
Repetición	9	0.02	0.00	0.31	0.96
Error	45	0.36	0.00		
Total	59	0.40			

$R^2 = 0.09$

C.V (%) = 8.46

Media = 1.07

Apéndice 5. Análisis de varianza de peso fresco de hoja (g) en *Lilium* 2013.

Fv	GL	SC	CM	F	P>F
Solución Nutritiva	5	724.80	144.96	1.46	0.34
Repetición	1	783.59	783.59	7.90	0.03
Error	5	496.24	99.24		
Total	11	2004.64			

$R^2 = 0.75$

C.V(%) = 14.94

Media = 66.64

Apéndice 6. Análisis de varianza de peso fresco de la flor (g) en *Lilium* 2013.

Fv	GL	SC	CM	F	P>F
Solución Nutritiva	5	763.82	152.76	1.50	0.33
Repetición	1	60.70	60.70	0.59	0.47
Error	5	510.17	102.03		
Total	11	1334.70			

$R^2 = 0.61$

C.V (%) = 15.37

Media = 65.69

Apéndice 7. Análisis de varianza de peso fresco total (g) en *Lilium* 2013.

Fv	GL	SC	CM	F	P>F
Solución	5	490.96	98.19	2.80	0.14
Nutritiva					
Repetición	1	480.19	480.19	13.68	0.01
Error	5	175.44	35.08		
Total	11	1146.60			

$R^2 = 0.84$

C.V (%)= 9.79

Media = 60.45

Apéndice 8. Análisis de varianza de peso seco total (g) en *Lilium* 2013.

Fv	GL	SC	CM	F	P>F
Solución	5	13.19	2.63	0.26	0.91
Nutritiva					
Repetición	1	51.95	51.95	5.11	0.07
Error	5	50.85	10.17		
Total	11	116.01			

$R^2 = 0.56$

C.V (%)= 22.77

Media = 14.00