

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



CRECIMIENTO, NUTRICIÓN Y POSTCOSECHA DE LILIUM (*Lilium spp*)
HÍBRIDO ORIENTAL EN RESPUESTA A LA RELACIÓN NITRÓGENO-CALCIO
DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

POR:

JUAN CARLOS IBARRA CABALLERO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO
NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**CRECIMIENTO, NUTRICIÓN Y POSTCOSECHA DE LILIUM (*Lilium spp*)
HÍBRIDO ORIENTAL EN RESPUESTA A LA RELACIÓN NITRÓGENO-CALCIO
DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA**

POR:

JUAN CARLOS IBARRA CABALLERO

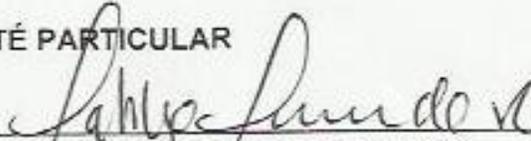
TESIS

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

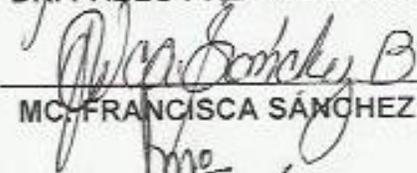
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL:


DR. PABLO PRECIADO RANGEL

ASESOR:


MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

ASESOR:


DR. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

ASESOR:


DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO
NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

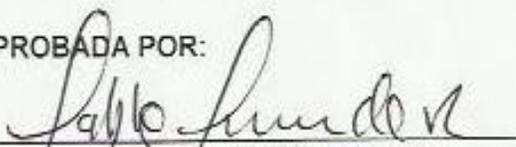
**CRECIMIENTO, NUTRICIÓN Y POSTCOSECHA DE LILIUM (*Lilium spp*)
HÍBRIDO ORIENTAL EN RESPUESTA A LA RELACIÓN NITRÓGENO-CALCIO
DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA**

**TESIS DEL C. JUAN CARLOS IBARRA CABALLERO QUE SE SOMETE A
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

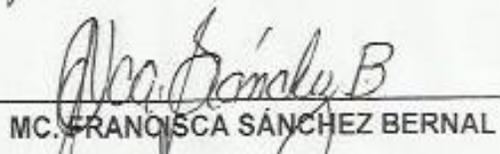
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

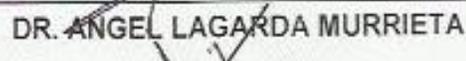
PRESIDENTE:


DR. PABLO PRECIADO RANGEL

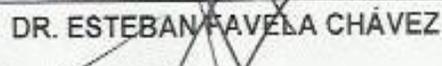
VOCAL:


MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL:


DR. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

VOCAL SUPLENTE:


DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

A dios por darme sabiduría y fuerzas para seguir adelante para llegar hasta este momento que es gracias.

A mis papas y hermano por haberme apoyado sabiendo que estoy lejos y ellos confiaron en mí y me da mucha alegría saber que les correspondí.

A la UAAAN por abrirme sus puertas para que aprendiera en sus aulas.

A Reina I. M.M. por la ayuda que me brindo durante la elaboración de este trabajo.

A mis amigos Alibert y José Luis quien formaron parte de esta experiencia, apoyando en todo momento en las actividades de esta investigación.

A mis profesores que apoyaron en la realización de esta investigación por sus consejos y orientaciones:

M.C Francisca Sánchez Bernal

Dr. Pablo Preciado Rangel

Dr. Esteban Favela Chávez

Dr. Ángel Lagarda Murrieta

Al Colegio de Postgraduados por la facilidad que me brindaron en los análisis químicos de tejido en especial a la Dra. Libia I. Trejo y Lab. Guadalupe Amaya.

Al Ing. Lucio Leos Escobedo por su apoyo y ayuda en la búsqueda de información para la realización de este trabajo, en su estancia en el Colegio de Postgraduados.

DEDICATORIA

A mi Dios

Señor eres el ser más hermoso que existe en el universo, gracias por permitirme conocerte a ti y tu iglesia.

Gracias mi dios por acompañarme en el camino, porque me diste salud para seguir adelante, permitiste que se cumpliera mi sueño que tanto anhelaba pensé que no llegaría a la meta, pero tu mi dios nunca me dejaste solo, lo que soy te lo debo a ti.

Gracias por mi familia hermosa que me diste a mí:

Mamita Francisca que sin duda es la mama más linda de todas por ser como las vías del ferrocarril para guiarme, y darme consejos. Gracias mamita por tu amor (t.q.m) que sin duda siempre estuviste al pendiente de mi.

Gracias dios por prestarme a mi papa Miguel que sin duda también ha sabido ser el mejor papa con todas sus enseñanzas.

Cuida mi dios de este angelito mi hijo José Antonio y su mama Reina los quiero mucho.

Mi Hermano Miguel Ángel por su cariño y todo el apoyo que me dio durante esta estancia en la escuela, su hijo Miguelito que sin duda es un angelito, y su esposa Nathali.

Cristo bendice a mi familia, guárdalos y gracias por que también permitiste que te conocieran.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA	II
INDICE DE CUADRO	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivo específico.....	3
1.3 Hipótesis.....	3
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Solución Nutritiva	4
2.1.1 Concentración iónica total.....	4
2.1.2 Relación mutua de aniones y de cationes.....	5
2.1.3 pH.....	6
2.2 Soluciones nutritivas aplicadas al suelo.....	7
2.3 Importancia del nitrógeno	8
2.3.1 Deficiencia de nitrógeno	8
2.3.2 Efecto del nitrógeno	9
2.4 Importancia del calcio	9
2.4.1 Deficiencia de calcio	10
2.4.2 Efecto del calcio.....	11
2.5 Relación nitrógeno-calcio	11
2.6 Cultivo de <i>Lilium</i>	12
2.6.1 Importancia comercial.....	12
2.7 Generalidades del cultivo de <i>Lilium</i>	13
2.7.1 Clasificación	13
2.7.2 Propagación	14
2.8 Exigencias Climatológicas.....	15
2.8.1 Luz	15
2.8.2 Temperatura ambientales en el invernadero	16

2.8.2.1	Híbrido Oriental.....	16
2.8.2.2	Híbridos Asiáticos.....	16
2.8.3	Humedad relativa.....	16
2.9	Requerimientos edáficos	17
2.9.1	pH.....	17
2.10	Manejo del cultivo en invernadero	17
2.10.1	Programación.....	17
2.10.2	Cultivo en cajas	17
2.10.3	Riego	18
2.10.4	Nutrición.....	19
2.11	Plagas.....	19
2.11.1	Pulgón (<i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i>).....	19
2.11.2	Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	20
2.11.3	Acaro de los bulbos (<i>Rhizoglyphus echinopus</i>)	20
2.12	Enfermedades	20
2.12.1	Enfermedades fungosas transmitidas por el suelo	20
2.12.2	Botrytis (<i>Botrytis elíptica</i> y <i>Botrytis cinerea</i>).....	22
2.13	Virus.....	22
2.13.1	Las manchas necróticas de la azucena.....	22
2.13.2	El jaspeado de la azucena.....	23
2.13.3	El virus X de la azucena.....	24
2.14	Cosecha	24
2.14.1	Selección y confección de ramos	25
2.15	Postcosecha	25
2.15.1	Soluciones preservantes.....	26
III	MATERIALES Y METODOS	27
3.1	Localización del experimento.....	27
3.2	Material vegetal.....	27
3.3	Diseño, estructura y condiciones del túnel	27
3.4	Suelo.....	27
3.5	Plantación	28
3.6	Diseño experimental y tratamientos.....	28

3.7 Solución nutritiva.....	28
3.7.1 Preparación	29
3.8 Manejo del cultivo	30
3.8.1 Riegos	30
3.8.2 Entutorado	30
3.8.3 Enfermedades.....	30
3.8.4 Cosecha	31
3.9 Variables de respuesta evaluadas	31
3.9.1 Altura de la planta.....	31
3.9.2 Diámetro basal del tallo	32
3.9.3 Peso seco de la planta	32
3.9.4 Extracción de macronutrientes.....	32
3.9.5 Vida de florero.....	32
3.10 Análisis estadístico.....	32
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
4.1 Altura de la planta.....	33
4.2 Diámetro basal del tallo	35
4.3 Peso seco de la planta.....	36
4.4 Extracción nutrimental.....	38
4.4.1 Extracción de Nitrógeno	38
4.4.2 Extracción de Calcio	42
4.5 Vida de florero	45
V CONCLUSION	46
VI LITERATURA CITADA	47

INDICE DE CUADRO

Cuadro 1.	Análisis de suelo utilizado para el cultivo de <i>Lilium</i>	27
Cuadro 2.	Composición química de la Solución Nutritiva Universal Steiner	28
Cuadro 3.	Factores y niveles de N y Ca^{2+} de las soluciones nutritivas.....	28
Cuadro 4.	Composición química de las soluciones nutritivas de los tratamientos estudiados en el cultivo de <i>Lilium</i>	29
Cuadro 5.	Solución de micronutrientes.....	29
Cuadro 6.	Análisis de agua de pozo para preparar las soluciones nutritivas	30
Cuadro 7.	Altura de la planta durante el ciclo de cultivo, por efecto de los niveles de NO_3^- en la solución nutritiva	34
Cuadro 8.	Altura de la planta durante el ciclo de cultivo, por efecto de los niveles de Ca^{2+} en la solución nutritiva.....	35
Cuadro 9.	Diámetro medio del tallo de <i>Lilium</i> , por efecto de los niveles de NO_3^- , Ca^{2+} en la solución nutritiva	36
Cuadro 10.	Peso seco en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de NO_3^- en la solución nutritiva.....	37
Cuadro 11.	Peso seco en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de Ca^{2+} en la solución nutritiva	38
Cuadro 12.	Extracción de nitrógeno en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de NO_3^- en la solución nutritiva	40
Cuadro 13.	Extracción de nitrógeno en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de Ca^{2+} en la solución nutritiva	42
Cuadro 14.	Extracción de calcio en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de NO_3^- en la solución nutritiva.....	43

Cuadro 15	Extracción de calcio en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de Ca^{2+} en la solución nutritiva	44
Cuadro 16.	Vida de florero de Liliun por efecto de los niveles de NO_3^- , Ca^{2+} en la solución nutritiva	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Punto de corte del cultivo de <i>Lilium</i>	31
Figura 2.	Atura de la planta de <i>Lilium</i> por efecto de los niveles de NO_3^- , en la solución nutritiva.....	33
Figura 3.	Atura de la planta de <i>Lilium</i> por efecto de los niveles de Ca^{2+} , en la solución nutritiva	35
Figura 4.	Peso seco de <i>Lilium</i> por efecto de los niveles de NO_3^- , en la solución nutritiva.....	37
Figura 5.	Peso seco de <i>Lilium</i> por efecto de los niveles de Ca^{2+} , en la solución nutritiva.....	38
Figura 6.	Extracción de nitrógeno en <i>Lilium</i> por efecto de los niveles de NO_3^- , en la solución nutritiva.....	40
Figura 7.	Extracción de nitrógeno en <i>Lilium</i> por efecto de los niveles de Ca^{2+} , en la solución nutritiva	41
Figura 8.	Extracción de calcio en <i>Lilium</i> por efecto de los niveles de NO_3^- , en la solución nutritiva.....	43
Figura 9.	Extracción de calcio en <i>Lilium</i> por efecto de los niveles de Ca^{2+} , en la solución nutritiva	44

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 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 fue 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 diametro 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 diferencias entre los factores evaluados.

Palabras clave: Lily, hidroponía, vida de florero, extracción nutrimental.

I INTRODUCCIÓN

El Consumo mundial de la floricultura en 2007 se estimó en 80 millones de euros. Europa, los EE.UU. y Japón son los principales mercados con casi las tres cuartas partes de la contabilidad global de consumo de la floricultura para un total de alrededor de 60 millones de euros (Van Rijswick, 2008). El país líder en la producción de plantas ornamentales y la comercialización es Holanda con 31,121 hectáreas destinadas a flores de corte y producción de bulbos (Schubach, 2010).

En la década de los ochenta la Floricultura inicia para exportación en algunos países de America Latina, como Colombia, Ecuador y México. En los años siguientes, se han ido incorporando algunos países de Asia y Africa (Claridades Agropecuarias, 2006).

El cultivo de flores con fines ornamentales es una práctica antigua en México con mucha importancia cultural, ya que es una tradición adornar los lugares religiosos, festivos y en el hogar. Los antepasados han tenido interés por los valores estéticos que presentan las flores, su arquitectura, colores y perfumes (Leszczyńska-Borys, 2002).

En México se producen alrededor de 50 tipos diferentes de flores como rosas, gladiolas, claveles y crisantemos los que representan el 56% de la superficie cultivada y 89% de la producción de flores y las zonas productoras están localizadas en la parte central del territorio, resaltando el caso del Estado de Mexico, como el más importante, y de este el municipio de Villa Guerrero se ha convertido en el principal productor nacional, donde se obtiene aproximadamente el 50% de la producción nacional de flores (Claridades agropecuarias, 2006).

El *Lilium spp.* es una de las flores de corte que ha adquirido mayor popularidad en nuestro país (Betancourt *et al.*, 2005). En otros países, se ha convertido en una de las especies más cultivadas debido a que sus flores son muy apreciadas por el público, lo que lleva a un aumento en la comercialización de flores cortadas. De hecho, la superficie cultivada de *Lilium* se ha triplicado a nivel mundial en los últimos 10 años (AIPH, 2005).

En la comercialización de las flores, las características más importantes son la calidad y la vida de florero, misma que está determinada por la vernalización, el calibre del bulbo, la variedad y las condiciones de forzado. En su desarrollo y crecimiento, estos factores influyen en la longitud y grosor del tallo, número de hojas, botones florales, el tamaño y color de los pétalos de la flor, y la vida de florero (CIBF 1995; Posadas, 2004; Betancourt *et al.*, 2005).

Uno de los problemas de fertilidad y nutrición que se presenta en este cultivo, en las zonas productoras del Estado de México, es la susceptibilidad a desarrollar deficiencias nutrimentales, con aspecto de clorosis en las hojas jóvenes, causando disminución en la vida de florero (Álvarez *et al.*, 2008; Beltrán, 2011). Ya que las sustancias de reservas del bulbo son suficientes inicialmente, hasta la formación del sistema radical adventicio, siendo este el sistema principal complementario para la absorción de nutrientes (Bañón *et al.*, 1993).

Sin embargo para realizar un programa adecuado de nutrición y fertilización en *Lilium* se debe conocer las curvas de crecimiento y absorción de nutrientes para cada híbrido, en función de su estado de desarrollo (Ortega-Blu *et al.*, 2006), ya que la planta no absorbe nutrimentos en la misma cantidad durante el ciclo, lo hace según la etapa fenológica y las condiciones climáticas, por lo que el equilibrio iónico de la solución nutritiva se adapta al ritmo de absorción de la planta (Adams, 1994; Rincón, 1997). Por lo cual 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 del cultivo (Benton, 1997).

Al respecto se ha comprobado el efecto positivo del Ca en la solución nutritiva, en donde en concentraciones óptimas se asocia a una mejor nutrición y calidad de las flores de corte de *Lilium* (Salazar-Orozco, *et al.*, 2011).

Whipker (2011) revisó el efecto que tiene la forma y la concentración de nitrógeno en la solución nutritiva sobre las concentraciones en el tejido de la hoja y la baja expansión de la hoja en *Lilium longiflorum*.

1.1 Objetivo general

- Evaluar el crecimiento, nutrición y vida de florero de *Lilium spp.* híbrido oriental en respuesta a la relación nitrógeno/calcio de la solución nutritiva.

1.2 Objetivo específico

- Determinar la acumulación de materia seca y la absorción nutrimental de *Lilium spp.* oriental en respuesta a la relación nitrógeno/calcio de la solución nutritiva.

1.3 Hipótesis

- Por lo menos uno de los niveles de Nitrógeno y Calcio presenta efecto positivo en crecimiento y vida de florero.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Solución Nutritiva

La solución nutritiva consiste de agua con oxígeno y todos los nutrimentos esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de fierro forman parte de la SN (Steiner, 1968).

Steiner (1961) cita que los parámetros que caracterizan la solución nutritiva son:

- 1) La relación mutua catiónica y relación mutua aniónica,
- 2) La concentración iónica total
- 3) El pH.

2.1.1 Concentración iónica total

Es una propiedad fisicoquímica de las soluciones que depende de la cantidad de partículas, o solutos disueltos (Segal, 1989). La respuesta 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, expresada como presión osmótica de la solución nutritiva (Steiner, 1966).

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 realice un esfuerzo mayor para absorber agua y algunos nutrientes (Asher y Edwards, 1983; Marschner, 1995) y por consiguiente un desgaste de energía metabólica.

Según Coic, (1973) y Steiner (1973, 1980) indican que la composición y concentración de una solución nutritiva depende de la clase de cultivo, de la fase de desarrollo, del medio ambiente y del tipo de hidroponía (frecuencia de renovación de soluciones).

La presión osmótica de la solución nutritiva influye en la composición química de las plantas, al aumentar la presión osmótica aumenta la concentración de K^+ en las plantas a expensas principalmente de Ca^{2+} . También se incrementa la

concentración de P y en menor medida la de NO_3^- , ambos a costa de SO_4^{2-} . Este comportamiento se presenta independientemente de la etapa de desarrollo (Steiner, 1973).

Una solución nutritiva con presión osmótica menor que la que requieren las plantas (menor a 0.72 atm o 2 dS m^{-1}), puede inducir deficiencias nutricionales. Mientras que una presión osmótica alta de la solución nutritiva, además de inducir una deficiencia hídrica, aumenta la relación $\text{K}^+ : (\text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+)$, ocasionando desbalances nutrimentales, pues no todos los nutrimentos son afectados de igual medida. Los que se mueven por flujo de masas, como el Ca^{2+} y en menor medida el Mg^{2+} se absorben en menor cantidad, de esta manera se puede inducir deficiencia de Ca^{2+} (Ehret y Ho, 1986).

2.1.2 Relación mutua de aniones y de cationes

Steiner (1961) estableció el concepto de relación mutua entre los aniones NO_3^- , H_2PO_4^- y SO_4^{2-} , y entre los cationes K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} . Se basó en que una solución nutritiva debe estar regulada en sus macronutrientes. La regulación nutritiva consiste no solo en la cantidad absoluta de cada elemento aportado sino, además, en la relación cuantitativa que se establece entre los aniones por una parte y los cationes por la otra.

Las plantas poseen una cierta elasticidad con relación al ambiente nutritivo; es decir, que la planta absorbe los iones en su propia relación mutua, dentro de amplios límites, independientemente de la relación mutua entre los iones de la solución nutritiva (Coic, 1973; Steiner, 1973, 1980).

En relación a la concentración de cualquier ión, el problema más importante es la relación que se establece con respecto a los demás iones de su misma carga eléctrica, lo que se denomina relación mutua aniónica, si se trata de aniones y relación mutua catiónica, al referirse a los cationes. En los cultivos sin suelo se puede dar o establecer cualquier relación de iones y cualquier concentración total

de sales, siempre que no supere los límites de precipitación para ciertas combinaciones de iones (Steiner, 1968).

Los límites de precipitación indican el nivel en que un ion puede precipitar conjuntamente con otro. Un alto contenido de SO_4^- (más del 70 % del total de aniones) puede precipitar el Ca^{2+} como CaSO_4 ; de manera similar un alto nivel de H_2PO_4^- (más del 10% del total de aniones) puede precipitar el Ca^{2+} como CaHPO_4 . Y también una concentración alta de Ca^{2+} (más del 45% del total de cationes) puede precipitar al H_2PO_4^- como CaHPO_4 y al SO_4^{2-} como CaSO_4 (Steiner, 1984).

Por otro lado debe haber sincronía en la relación mutua entre los iones de la solución nutritiva, ya que de no ser así, se pueden generar desbalances nutrimentales, como por ejemplo el antagonismo entre K^+ y Ca^{2+} (De Kreij *et al.*, 1992; Adams y Ho, 1993), K^+ y Mg^{2+} (Bouma, 1983; Pujos y Morard, 1997), Ca^{2+} y Mg^{2+} (Adams 1994; Morard *et al.*, 1996), NH_4^+ y Ca^{2+} (Miliev, 1997), NH_4^+ con K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} (Goyal y Huffaker, 1984; Guill y Reisenauer, 1993).

2.1.3 pH

El pH de la solución nutritiva es una propiedad inherente de la composición mineral (De Reijck y Schrevens, 1998).

El pH se controla para:

1) Regular el contenido de HCO_3^-

En forma natural el agua contiene HCO_3^- , este ion se transforma a CO_3^{2-} cuando el pH es mayor que 8.3, ó a H_2CO_3 cuando el pH es menor que 3.8, este ácido en la solución se encuentra en equilibrio químico con el bióxido de carbono de la atmósfera ($\text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Un pH mayor que 8.3 el Ca^{2+} y el Mg^{2+} se precipitan fácilmente en forma de carbonatos. Una concentración de HCO_3^- mayor que 10 mol m^{-3} puede ser tóxica para las plantas (Ayers y Westcot, 1987).

2) Solubilizar al H_2PO_4^- y no precipite.

La forma química del H_2PO_4^- , es la forma del fósforo más fácilmente absorbida por las plantas (Marschner, 1995). El intervalo de pH en el que predomina el ion H_2PO_4^- sobre el HPO_4^{2-} es entre 5 y 6. Precisamente entre estos límites se tiene la mejor difusión de H_2PO_4^- en el espacio libre aparente radical y aumenta su absorción por parte de las plantas desarrolladas en hidroponía (De Rijck y Schrevens, 1997).

Cuando el pH es mayor de 7.5 y el producto de sus contenidos de Ca^{2+} y HPO_4^{2-} (en $\text{mM}\cdot\text{L}^{-1}$) presentes en la solución nutritiva es >2.2 puede precipitar como CaHPO_4 , (Steiner, 1984).

2.2 Soluciones nutritivas aplicadas al suelo

Una de las ventajas del cultivo en suelo es que tiene una alta capacidad de amortiguamiento en la nutrición y de manejo del agua, pues en caso de tener interrupciones en el suministro de agua y nutrientes, el sistema no se ve seriamente afectado, como ocurre con el cultivo sin suelo (Castellanos y Ojodeagua, 2009).

La solución nutritiva en suelo es menos concentrada que en sustrato pues al tener menos pérdidas por drenaje los nutrientes se aprovechan con mayor eficiencia, con esto se ahorra en fertilizantes y agua. Los consumos diarios de nutrientes y agua son más bajos al inicio del cultivo, no obstante, al inicio de la cosecha la demanda se incrementa, por lo que la concentración de nutrientes en la solución nutritiva a lo largo del ciclo es similar (Castellanos y Ojodeagua, 2009).

Por su parte Armenta (1998) y Preciado *et al.*, (2004) señalan que cuando las soluciones nutritivas completas se utilicen en suelo, éstas deben de estar en concentraciones inferiores al 50 % de su concentración original, con la finalidad de no causar una acumulación excesiva de nutrientes en el suelo (incrementos en la conductividad eléctrica del suelo).

2.3 Importancia del nitrógeno

Las plantas superiores, tienen la capacidad de asimilar el N inorgánico en forma de NH_4^+ y NO_3^- . La mayoría de los iones N-NH_4^+ se asimilan a compuestos orgánicos en las raíces, es decir este es incorporado inmediatamente en la síntesis de aminoácidos, y amidas como asparagina y glutamina, normalmente es transportado via xilema a nuevos crecimientos del follaje (Lewis *et al.*, 1986; Alcantar, 2007).

Los iones NO_3^- pueden ser almacenados en las vacuolas de la raíz y el tallo, o puede ser transportado por el xilema hacia las hojas en gran parte como NO_3^- . Generalmente en las plantas tropicales y subtropicales domina la reducción del NO_3^- en las hojas, mientras que las plantas de climas templados, la reducción se lleva a cabo principalmente en la raíz (Marschner, 1995). El primer paso para la asimilación del NO_3^- es su reducción a NH_4^+ , lo cual en la mayoría de las especies ocurre en las hojas, dada la alta disponibilidad en esos órganos de esqueletos carbonatados, reductores y energía (Oaks, 1986).

El nitrógeno forma parte estructural de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, coenzimas, vitaminas, glico y lipoproteínas, pigmentos. Es constituyente de todas las enzimas, participa en los procesos de absorción iónica, fotosíntesis, respiración, síntesis, multiplicación y diferenciación celular, herencia y todo el metabolismo (Alcantar, 2007).

2.3.1 Deficiencia de nitrógeno

El nitrógeno es el elemento mineral que las plantas requieren en mayor cantidad. Sirve como un componente de muchos componentes celulares de la planta, por lo tanto, la deficiencia de nitrógeno rápidamente inhibe el crecimiento de las plantas. Si tal deficiencia persiste, la mayoría de las especies muestran clorosis (amarillamiento de las hojas), sobre todo en las hojas más viejas cerca de la base de la planta. Cuando la carencia de nitrógeno es grave, estas hojas se vuelven completamente amarillas y se caen de la planta. Las hojas más jóvenes no muestran estos síntomas al principio, ya que el nitrógeno puede ser movilizado

desde las hojas más viejas. Así, las plantas deficientes de nitrógeno pueden tener hojas superiores de color verde e inferior de las hojas amarillas o de color canela (Taiz y Zeiger, 2006).

Cuando la deficiencia de nitrógeno se desarrolla lentamente, las plantas pueden tener notablemente tallos delgados y a menudo leñosos. Esta fibrosidad puede ser debido a una acumulación de exceso de carbohidratos que no pueden ser utilizados en la síntesis de aminoácidos u otros compuestos de nitrógeno. Los carbohidratos no utilizados en el metabolismo del nitrógeno también se pueden usar en la síntesis de antocianina, lo que lleva a la acumulación de pigmento. Esta condición se manifiesta como una coloración púrpura en hojas, peciolo, tallos y de algunas plantas deficientes en nitrógeno, tales como tomate y ciertas variedades de maíz (maíz) (Taiz y Zeiger, 2006).

2.3.2 Efecto del nitrógeno

Las plantas cultivadas con NO_3 y NH_4 muestran una rápida expansión foliar y por lo tanto mayor área foliar fotosintéticamente activa, además de que las plantas son energéticamente más eficientes, debido tal vez a la mayor expansión foliar y menor tasa de respiración de la raíz (Lips *et al.*, 1990).

La influencia que tiene la concentración y forma de aplicar el nitrógeno en *Lilium longiflorum* ha sido revisada por (Whipker, 2011), el cual encontró que en concentración óptima en la solución nutritiva tiene efecto en incrementar el área foliar y mejor aun cuando se aplica el nitrógeno con un fertilizante completo.

2.4 Importancia del calcio

Los iones de calcio (Ca^{2+}) se utilizan en la síntesis de las paredes celulares nuevas, en particular la lamela media que 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 respuestas 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 encuentra en el citosol de las células vegetales. El complejo calcio-calmodulina se une a los diferentes tipos de proteínas, incluyendo quinasas, fosfatos, segundo mensajero de señalización proteicas, 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 (Taiz 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. Cuando se suspende el suministro de calcio, en unas cuantas horas se detiene el crecimiento de la raíz (Marschner y Richter, 1973).

2.4.1 Deficiencia de calcio

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 rápidos. En las plantas de crecimiento lento se presenta necrosis, la cual puede ser precedida por una clorosis general hacia abajo que conectan las hojas jóvenes. Las hojas jóvenes también pueden aparecer deformes. El sistema radical de una planta deficiente en calcio puede aparecer de color marrón, corta y muy ramificada. Puede resultar atrofia severa si las regiones meristemáticas de la planta mueren prematuramente (Taiz y Zeiger, 2006).

2.4.2 Efecto del calcio

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).

En el efecto de las concentraciones de calcio en la solución nutritiva sobre el crecimiento y absorción de nutrientes de *Lilium* oriental híbrido 'Casa Blanca', se encontró que con 6 mM de Ca^{2+} se obtuvieron las flores más largas, y elevadas concentraciones de Ca no afectaron el número de flores por planta. Sin embargo, el diámetro del tallo engrosó cuando la concentración de Ca aumentó de 0 a 6 mM, aunque también disminuyó cuando la concentración de Ca superó 9.0 mM. El peso seco de cosecha del tratamiento 6.0 mM fue de 28.1 g, dando el más alto de todos los tratamientos, pero mayor concentración de Ca de 6.0 mM resultó en una disminución gradual en el peso seco. El contenido de Ca en el tejido de los tratamientos 3.0, 4.5 y 6.0 mM fue de 2.8, 2.9 y 3.0% respectivamente, indica que esta fertilización con Ca fue para lograr contenidos de tejido mayores que 2.5%, necesario para garantizar buena calidad de flor de corte en la cosecha. La concentración de Ca en la solución del suelo al momento de cosecha fue 189.9, 225.3, 337.9 y 285 mg L^{-1} , en los tratamientos de 1.5, 3.0, 4.5 y 6.0 mM Ca respectivamente. A medida que el peso seco de los tratamientos 4.5 y 6.0 mM Ca fueron 24.1 y 28.1 g por planta, respectivamente, fue necesario mantener las concentraciones de Ca en la solución del suelo superiores a 300 mg L^{-1} en la etapa de cosecha para maximizar la producción del cultivo (Choi *et al.*, 2005).

2.5 Relación nitrógeno-calcio

Salazar-Orozco *et al.*, (2011) en un experimento en el cultivo de *Lilium* bajo condiciones hidropónicas en donde aplicaron soluciones nutritivas que contenían 0.0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, y 6.0 mM de Ca, encontraron que con los tratamientos de 2, 4 y 6 mM de Ca^{2+} la concentración de N en el tejido de las plantas cultivadas, se redujo significativamente a pesar de proporcionar la misma concentración de N

(NO_3^- : 11.9 mM L⁻¹) en todas las soluciones nutritivas, lo que puede atribuirse a un efecto de dilución debido a que el área foliar aumentó significativamente.

Por otro lado Choi *et al.*, (2005) realizaron estudios en *Lilium* donde suministraron diferentes niveles de calcio (0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 9.0 y 12.0 mM) en la solución nutritiva, y encontraron que las plantas tratadas con 4,5 mM de Ca tenía el más bajo contenido de N en el tejido, pero también el mayor peso seco. Esto implica que la disminución del contenido N en el tejido fue debido al efecto de dilución, como se describe por Marshener (1995).

2.6 Cultivo de *Lilium*

2.6.1 Importancia comercial

Las flores más importantes en todo el mundo son las rosas y los crisantemos, seguidos de varios bulbos, como Tulipa y *Lilium* como los más importantes (Grassotti y Gimelli, 2011).

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 (Chalate *et al.*, 2008).

Lo mismo ocurre con los tulipanes, la zona de mayor producción de bulbos de *Lilium* se encuentra en los Países Bajos, lo que representa el 76% de la superficie total mundial. Otros nueve países, encabezados por Francia, Chile, Japón, EE.UU. y Nueva Zelanda, producen *Lilium* para obtener sus bulbos. La mitad de los diez países productores de bulbo utilizan los bulbos para su propia producción de flores cortadas, y sólo una pequeña parte se utiliza para ventas. Países como Holanda, Francia, Chile, Nueva Zelanda y Australia utilizan los bulbos para abastecer tanto a los mercados nacionales y de exportación (Buschman, 2005).

Los Países Bajos actualmente produce 2.2 mil millones bulbos de *Lilium*, de los cuales 2.1 mil millones (96%) se utilizan como material de partida para el cultivo de flores de corte dentro de los Países Bajos y en el extranjero. La propia Holanda

utiliza 0.4 mil millones (19%) de este volumen para su propia producción de flores cortadas. El resto se exporta a países de la UE (1,0 millones) y fuera de la UE (0,7 millones) (Buschman, 2005).

La superficie sembrada de *Lilium* en México para el año de 2011 fue de 162.78 ha con una producción de 520,763.24 ton, la mayor producción está en el Estado de México, donde Villa Guerrero es el principal productor con 95 ha y 310,050.00 ton, le siguen Coatepec de Harinas con 40 ha y 123,730.00 ton, Tenancingo con 17 ha y 54,775.00 ton y Texcoco con 10 ha y 31,500.00 ton, el resto de la producción se encuentra en el estado de Jalisco con una superficie de 0.78 ha y una producción de 708.24 ton (SIAP, 2011).

2.7 Generalidades del cultivo de *Lilium*

El género *Lilium* comprende unas 100 especies distribuidas por las regiones templadas del hemisferio boreal; una docena de ellas son indígenas en Europa y dos en América del Norte, mientras que 50-60 especies se encuentran en Asia; los *Lilium* son muy utilizados para ramos, para floreros y también en los jardines de aficionados; sus flores ofrecen una gran diversidad de formas, tamaños y colores, así como es muy variada la morfología de los bulbos; los *Lilium* híbridos explotados en horticultura se distribuyen en varios grupos que incluyen al *Lilium longiflorum*, así como los *Lilium* asiáticos y orientales; estos híbridos son corrientemente utilizados para cultivo forzado y flor cortada, así como para el cultivo en macetas (Albouy y Claude, 1999).

2.7.1 Clasificación

Según Vidalie (2001) menciona la clasificación tradicional y las especies más importantes:

L. candidum (*Lilium* blanco); floración en junio; rústica.

**L. longiflorum* (*Lilium* de largas flores o japoneses); floración en julio; blanca; poco rústica como: White Europe, Snow Queen.

**L. speciosum* (*Lilium* notable); floración en agosto-septiembre; rosa punteada de rojo; rustica; ejemplo: Uchida.

L. trigrinum (*Lilium* rayado), floración en Julio-agosto; roja punteada de negro; rustico; ejemplo: Fortunei.

**L.* híbridos: floración en junio-julio; bastante rustica:

-- Híbridos Mid Century o híbridos asiáticos; ejemplo: Connecticut King (amarillo), Avignon (rojo), Hilde (amarillo), Monte Rosa (rosa), Elite (naranja).

-- Híbridos orientales igualmente muy cultivados; ejemplo: Star Gazer (rojo y blanco punteado de rojo), Casa Blanca (blanco), Le Reve (rosa).

Las especies o híbridos marcados con un asterisco son los mas cultivados para la producción de flor cortada.

Debido al desarrollo de la polinización y el rescate de embriones y los métodos de poliploidización se desarrollaron una serie de híbridos interseccionales (interespecíficos) obtenidos de cruces entre Longiflorum x híbridos asiáticos (o híbridos LA) este fue el primer grupo, de manera similar surgieron otros cruces entre (Longiflorum x Oriental) LO, entre (Oriental x especies Trompeta) OT y (Oriental x Asiático) OA (van Tuyl y Arens, 2011).

2.7.2 Propagación

Vidalie (1992) indica que las diferentes formas de propagación se realizan de acuerdo a lo siguiente:

1. Semillas (obtención de nuevos cultivares)

En tierra (tierra arenosa de 20-25° C) al final del verano; germinación más o menos rápida e irregular; floración: alrededor de los cuatro a seis años.

2. Utilización de pequeños bulbos o bulbillos

Estos se desarrollan a partir de los bulbos madre; floración de dos a tres años de cultivo.

3. Esquejado de las escamas

Colocadas en tierra ligera o vermiculita humedecida y en cajas a partir de finales de noviembre a 23° C durante 3 meses; se plantan los bulbillos obtenidos en marzo-abril; floración del 2° al 5° año.

4. Cultivo in vitro

Está actualmente muy desarrollado.

2.8 Exigencias Climatológicas

2.8.1 Luz

El suministro lumínico natural en ciertas latitudes en periodos de otoño-invierno es insuficiente para el cultivo de *Lilium* ya que es una planta de día largo; esta exigencia en luz es de carácter varietal y por lo que su necesidad no será igual cuantitativamente para todos los cultivares, son más acusadas las exigencias de luz por parte de los híbridos asiáticos y de estos los cultivares que tienen el ciclo de producción más largo; a continuación se sitúan los *L. longiflorum* y el resto de los grupos los requerimientos son menores (Bañón *et al.*, 1993). El *Lilium* necesita una intensidad de luz de al menos 25 klx para minimizar el aborto y abscisión (caída) de flores (De Hertogh, 1989). La falta de iluminación puede corregirse con la instalación de luz al invernadero que suple esa diferencia; para zonas con grandes carencias de luz se hace necesario el apoyo con iluminación de carácter asimilativo o fotosintético, se utilizaran lámparas de mercurio o sodio de alta presión durante las 24 hrs del día, de 400 watos; en cambio en regiones con menos carencias, es suficiente una iluminación de tipo fotoperiódico proporcionando un “día largo”, de unas 12-16 hrs de luz diarias al cultivo, con lámparas incandescentes normales de 100 watos (Bañón *et al.*, 1993).

La limitación impuesta al cultivo por la falta de luz se traduce en una disminución de rendimientos y pérdida en la calidad de la flor, y cuyo efecto se agrava en presencia de temperaturas elevadas. Las causas son ciertos desordenes florales como la abscisión y el aborto del botón floral; en ambos, el botón no evoluciona y por tanto no se produce la flor; en el primero, el botón floral cae una vez que el estrechamiento del pedúnculo es total (Bañón *et al.*, 1993).

2.8.2 Temperatura ambientales en el invernadero

2.8.2.1 Híbrido Oriental

Al comienzo del cultivo se debe mantener una temperatura baja, que permanecerá durante tres semanas a una temperatura de 13°C. Tras la formación de su sistema radical, la temperatura óptima deberá de ser constante durante las 24 horas del día y se pueden mantener entre 15 °C y 17 °C como media. Durante el día y bajo la influencia solar podemos aumentar hasta los 20 °C a los 25 °C y eventualmente, con mucho control, superar los 25°C. Debemos tener en cuenta que las temperaturas por debajo de los 15 °C pueden causar defoliación o hacer que las hojas adquieran una coloración amarillenta (Soriano y CIBF, 2000).

2.8.2.2 Híbridos Asiáticos

Soriano y CIBF (2000) mencionan que las condiciones de temperaturas, se deben de mantener aproximadamente en 14 °C a 15 °C durante las 24 horas del día.

No obstante, y para aumentar la calidad, durante el día podemos subir la misma hasta 20 °C e incluso hasta los 25 °C, pero la temperatura nocturna deberá descender hasta entre 8 °C y 10 °C. Cuando los cultivos se vean afectados por la falta de luminosidad, podemos mantener unas temperaturas medias entre los 14 °C y los 15 °C.

2.8.3 Humedad relativa

La humedad relativa óptima se encuentra entre el 60 y 75%, siendo un factor del cultivo y esto dependerá de la variedad. Cuando los niveles de humedad son muy elevados y queremos controlarlos, no se debe de bajar de forma drástica, ya que en caso de hacerlo el desecamiento rápido del agua sobre los órganos de la planta puede llavar a un empardecimiento de las hojas y ligeras quemaduras en sus limbos (Bañon *et al.*, 1993).

2.9 Requerimientos edáficos

Es posible llevar a cabo cultivos de *Lilium* en todos los tipos de suelos, siempre que tengan una buena estructura y una correcta permeabilidad durante todo el periodo de cultivo, en especial para la capa superior, en donde se encuentran los bulbos, que es donde se desarrollan las raíces; los suelos ligeramente pesados o muy arcillosos son los menos recomendados, pero se pueden mejorar, mezclando a una profundidad de 30 cm con un sustrato, rico en humus, para conseguir suficiente capacidad de retención de humedad, por lo que también en estos suelos la humedad puede asimilar suficiente oxígeno (Buschman y Soriano, 2004).

2.9.1 pH

Es importante mantener un pH adecuado en el suelo para garantizar el desarrollo de las raíces de las plantas de *Lilium* y asegurar una absorción correcta de los elementos nutritivos; un pH demasiado bajo causa una absorción en exceso, de manganeso, aluminio y de hierro, mientras que un pH demasiado alto, causa una absorción insuficiente de fósforo, manganeso y de hierro; se recomienda mantener un pH entre 6 y 7 para los híbridos asiáticos, híbridos *Longiflorum* y los híbridos L/A, y con un pH entre 5.5 y 6.5, para los híbridos orientales (Buschman y Soriano, 2004).

2.10 Manejo del cultivo en invernadero

2.10.1 Programación

La ruptura de la latencia y la inducción floral son provocadas por las bajas temperaturas, debiendo recibir por lo menos seis semanas de vernalización a 2 °C (*Lilium* híbrido Asiático) y ocho semanas (*Lilium* híbrido oriental) (De Hertogh, 1989; Vidalie, 2001).

2.10.2 Cultivo en cajas

Posadas (2004) describe que el cultivo en cajas se realiza de la siguiente manera:

El tipo de sustrato que se puede o suele utilizarse para el cultivo de *Lilium*, es la turba o fibra de coco, también el suelo más o menos enriquecido con turba; el suelo para sembrar *Lilium* se prepara una vez al año con un enriquecimiento de 10-20 kg m⁻² de turba; los agricultores que cultivan esta flor, lo hacen en el suelo cuando hablamos de *Lilium* asiático, aquellos que producen los híbridos orientales lo hacen mayoritariamente en cajas, las mismas donde son transportados los bulbos; la plantación se hace extendiendo una capa de sustrato de 2-3 cm, seguidamente se colocan los bulbos encima; la densidad de plantación es dependiendo del calibre: si este es entre 10-14 cm de circunferencia será de 64 bulbos m², si es de 14-16 cm se pondrán 50 bulbos m², y si es mayor (16+ cm) 40 bulbos m²; una vez colocados los bulbos, añadimos sustrato, hasta alcanzar los 18 cm de altura total; es mucho más importante respetar la altura por encima del bulbo que la de abajo, ya que las verdaderas raíces, van a estar ahí; un mínimo de 5 cm en invierno, y 10 cm en verano por encima del bulbo sería la recomendación. Para evitar problemas en las plantaciones de verano el sistema de cajas es una solución: se planta en el almacén, se paletizan las cajas, y se guardan en una cámara frigorífica a 10 °C con el sustrato húmedo, así en el momento de la diferenciación de la corona radical tendrá su máximo desarrollo y cuando las puntas (brotes) de una caja emergen, las llevamos al invernadero.

2.10.3 Riego

Con unos días antes de la plantación se debe de humedecer el suelo para que la formación de raíces pueda comenzar inmediatamente; después de la plantación se debe regar con abundancia distribuyendo el agua de forma fragmentada, para evitar que el suelo se apelmace y se deteriore su estructura; las raíces del tallo se van a desarrollar en la capa superior del suelo y se debe de mantener esta humedad continua, sin embargo se tiene que evitar un exceso de humedad, ya que perjudicaría el suministro de oxígeno a las raíces y también el buen funcionamiento de las mismas, la cantidad de agua a suministrar depende, de la clase de suelo, del clima, del cultivar y del desarrollo del cultivo; en períodos secos el consumo de agua puede alcanzar los 8 a 9 L por m²/día (CIBF 1995).

2.10.4 Nutrición

Posadas (2004) menciona que las primeras tres semanas se puede regar con agua sola; una baja CE promoverá la creación de raíces; posteriormente se incrementará la CE hasta llegar, como mucho, a los máximos valores que se muestran a continuación:

Nitratos: entre 8 y 14 mM

Potasio: entre 5 y 7.5 mM

Calcio: entre 3.5 y 5.5 mM

Magnesio: entre 1.5 y 2 mM

Fosfatos: entre 1.25 y 1.5 mM

Sulfato: entre 1 y 2 mM

Por otra parte Alcantar (2007) señala que nutrimentos como el Fe, Mn, Cu, Zn, Mo y el P, cuya solubilidad es afectada por el pH, la cual presentan disponibilidad en el rango de 5.5 a 6.5; se recomienda utilizar ácido sulfúrico o ácido nítrico, para incrementar la concentración de iones H^+ y bajar el pH.

2.11 Plagas

2.11.1 Pulgón (*Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*)

El pulgón *M. persicae* se ha identificado en *Lilium*, peonía y tulipán, principalmente cuando las plantas están formando botones florales causa desecación de los mismos y además suele alojarse entre los pétalos florales; en hojas provoca deformaciones o rizado de las hojas y también forma abundantes colonias en tallos. El daño causado por *M. euphorbiae* es que estos pulgones inhiben el crecimiento de brotes; estos pulgones transmiten distintos tipos de virus (Aguilera y Chahín, 2008).

2.11.2 Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los trips para alimentarse, raspan las plantas y dejan huellas o puntos negros, de esta manera ingieren la savia; a los trips de las les gustan las de color claro, se arrastran dentro de los botones y comienzan a alimentarse de ellos. Estos pueden tornarse café y no abrir; si abren las flores pueden tener bordes café (BBG, 2001).

2.11.3 Acaro de los bulbos (*Rhizoglyphus echinopus*)

Ataca cultivos en condiciones de campo, invernadero y en bodegas; los bulbos atacados por el ácaro presentan galerías con numerosas colonias protegidas por las escamas del bulbo, causando ablandamiento y pudriciones; en condiciones de cultivo las plantas atacadas se presentan amarillentas con deformaciones y hojas pequeñas. El acaro de los bulbos suele ser potador de hongos y bacterias fitopatógenas que transmiten al bulbo (Aguilera y Chahín, 2008).

2.12 Enfermedades

2.12.1 Enfermedades fungosas transmitidas por el suelo

Las enfermedades del bulbo, la raíz y del tallo causada por *Fusarium oxysporum*, *Cylindrocarpon radicola*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.* y *Phytophthora spp.* han sido más ampliamente investigadas en *L. longiflorum* (Linderman, 1985). Estas enfermedades también están presentes en los *Lilium* asiáticos y orientales donde los síntomas de la enfermedad son similares (Lawson, 2011).

Los síntomas en el bulbo a menudo aparecen de un color azulado a marrón, decoloración en las raíces y las escamas del bulbo; cinco diferentes hongos pueden causar pudrición de la raíz. *Fusarium oxysporum f. sp. lilli* se especializa en bulbos y pueden sobrevivir en el suelo por tiempo indefinido; un síntoma común es el amarillamiento del follaje durante todo el período de crecimiento; no es un marchitamiento vascular, si no una pudrición del tejido cortical en la raíz. La enfermedad es más frecuente en suelos frescos y húmedos con una putrefacción gris que se extiende desde la placa basal en las escamas; las escamas se

desprenden de la placa basal a medida que avanza la putrefacción; además de la pudrición de la raíz y de la escama el hongo puede producir infecciones en el tallo. Algunos *Lilium* híbridos asiáticos muestran un alto nivel de resistencia a *Fusarium* y LMoV (Shahin *et al.*, 2009).

Los bulbos de *L. longiflorum* que muestran un color amarillo en lugar de color blanco en la cosecha puede ser infectado con *Rhizoctonia solani*. El Amarillamiento también puede estar asociado con la penetración de las hifas de *Fusarium* en las células de la superficie del bulbo. Varios hongos diferentes, incluyendo *Colletotrichum lilli* y *Cylindrocarpon radicola* también puede estar asociada con este complejo de enfermedades (Lawson, 2011).

La Pudrición del tallo es una enfermedad causada por el hongo *Rhizoctonia solani*, que se caracteriza por superficies secas, y áreas superficiales marrón necróticas que tienen poco efecto sobre el crecimiento de las plantas. Por el contrario, el cancro del tallo es una infección causadas por *R. tuliparum*. La pudrición del tallo difiere del cancro del tallo en que es una pudrición blanda en el tejido del tallo. La pudrición del tallo provoca amarillamiento de la planta en el estado de roseta; la enfermedad se observa cuando los *Liliums* son plantados después de los tulipanes (Lawson, 2011).

La lesión del tallo es el nombre recibido a las infecciones que se presentan debajo de la tierra causados por un complejo que incluye *F. oxysporum*, *Cylindrocarpon* y *Pseudomonas* veces. Los síntomas varían desde lesiones superficiales amarillas necróticas de la longitud del vástago por debajo del suelo, a lesiones graves, profundas estranguladoras en el punto de emergencia del vástago del bulbo (Linderman, 1985).

En el noroeste del Pacífico de los EE.UU. la podredumbre de la corona y la podredumbre gris del bulbo, causada por *S. delphinii*, y la podredumbre gris del bulbo, causada por *Rhizoctonia tuliparum*, se producen en zonas con temperaturas frescas. Aplicación en el suelo de PCNB (Terraclor) se utiliza para controlar la podredumbre gris del bulbo, en bulbos de iris (Chastagner, 2002).

Daughtrey *et al* (2000) indican las recomendaciones de control para los hongos que se mencionan a continuación:

Fusarium oxysporum, se ha comprobado que clorotalonil, tiofanato-metil y benzimidazol controlan las podredumbres de la raíz y de la corona de este hongo.

Los fungicidas metalaxil, propamocarb y fosetil-Al son eficaces contra *Pythium* y *Phytophthora spp.* de forma preventiva.

2.12.2 Botrytis (*Botrytis elíptica* y *Botrytis cinerea*)

La enfermedad puede darse en todos los órganos aéreos de la planta. Comienza a manifestarse por una serie de punteaduras de color gris pardo o naranja oscuro en el órgano afectado, normalmente en las hojas; si las condiciones son favorables evolucionan estos puntos y llegan a formar manchas de 1 a 2 cm, de forma redondeada o elíptica con el perímetro muy pronunciado en forma de anillo (Bañon *et al.*, 1993).

Cuando los botones florales son atacados en sus primeras fases de desarrollo, los más afectados son los del extremo floral. Si la enfermedad aparece en los tépalos los síntomas son una serie de punteaduras, similares a la viruela, de color gris en forma de podredumbre (Bañon *et al.*, 1993).

El poder infeccioso de Botrytis es siempre elevado debido a su constante presencia en los restos inertes próximos a las plantas. Las sustancias químicas para su control son: benomilo, carbendazim, captan, iprodiona, etc., (Pierre *et al.*, 1990).

2.13 Virus

2.13.1 Las manchas necróticas de la azucena

Los síntomas foliares se manifiestan por manchas cloróticas, alargadas paralelamente a las nervaduras y que llegan a ser progresivamente necróticas; las hojas se arrollan formando una especie de roseta y las flores deformadas, de

pequeño tamaño, se abren difícilmente. La enfermedad de las manchas necróticas es producida por una infección mixta por dos virus: uno de ellos es el *Lily symptomless virus* (LSV), cuando está solo, está latente en muchos cultivares. Otros virus, en sinergia con el (LSV), permiten la exteriorización de los síntomas, tal es el caso de *Cucumber mosaic virus* (CMV), que ocasiona estrías necróticas foliares o de *Lily mottle virus* (LMoV) o el virus del variegado del tulipán *Tulip breaking potyvirus* (TBV) que produce necrosis en el bulbo (Albouy y Claude, 1999).

El LSV es el responsable del *streak mottle* sobre *L. speciosum* y de la enfermedad de los anillos pardos sobre *Lilium Enchantment*, que se manifiesta en las escamas por manchas redondeadas con centro necrótico (Asjes *et al.*, 1974).

2.13.2 El jaspeado de la azucena

El Jaspeado o *mottle*, en *L. longiflorum* se produce un jaspeado neto, manchas en forma de estrías, una torsión y un estrechamiento de las hojas. Sobre *L. formosanum*, la infección se traduce en una amarillez generalizada del limbo en el que se ven islotes de color verde, así como enanismo. *L. tigrinum* reacciona con manchas grises deprimidas y con amarillez. Las flores pueden presentar también deformaciones y variegados, son más intensos si las plantas son infectadas también por LSV (Albouy y Claude 1999).

Son varios virus que intervienen en los síntomas del jaspeado. El *Lily mottle virus* (LMoV) está relacionado serológicamente con el TBV (Dekker *et al.*, 1993; Derks *et al.*, 1994) así como con otros Potyvirus como el *Rembrandi tulip breaking virus* (ReTBV). Además, el LMoV no es solo transmisible al tulipán y a *Lilium* si no también a dicotiledóneas como *Chenopodium* spp. o *Nicotiana benthamiana*, mientras que la serie de huéspedes del TBV está estrictamente limitada a las monocotiledóneas (Alper *et al.*, 1982; Dekker *et al.*, 1993).

2.13.3 El virus X de la azucena

El LVX es un potexvirus (ICTVdB Management, 2006). El virus no produce los síntomas en la mayoría de los cultivares de *Lilium* (Derks, 1995). Cuando los síntomas están presentes, pueden aparecer como manchas cloróticas en las hojas con lesiones necróticas en ocasiones marrones. El virus aumenta la expresión de los síntomas en presencia del LSV (Stone, 1980).

El LVX solamente infecta de manera ocasional en *Lilium* y no se le conocen otros huéspedes naturales. El virus está relacionado con *Commelina virus X* (CoVX). No se propaga rápidamente y el vector es desconocido (Stone, 1980). El LVX se detecta con DAS-ELISA en hojas y bulbos utilizando el mismo protocolo para LSV (Memelink *et al.*, 1990).

2.14 Cosecha

Al momento del corte debe realizarse con la planta lo más hidratada posible, siendo preferible regar antes de la cosecha y evitar las temperaturas mayores a 20 °C (Sola y Cano, 1999). Por tal motivo las flores cortadas deben ser cosechadas generalmente temprano en las mañanas, cuando éstas se encuentran totalmente turgentes, ya que el agua contenida en las flores es el factor más importante en la vida de postcosecha (Dole y Wilkins, 1999).

Las excepciones se presentan en algunas especies en que la alta calidad está referida al contenido de azúcares de reserva; es el caso de las rosas, donde se recomienda cortar las flores lo más tarde posible del día, permitiendo con ello una máxima acumulación de azúcares debido a la fotosíntesis (Sola y Cano, 1999).

Se aconseja cortar la flor con un cuchillo bien afilado curvado en su extremo o con tijeras, según el tipo de flor. La forma de corte, en lo posible se debe realizar en dirección oblicua para lograr una mayor superficie de absorción de agua (Sola y Cano, 1999).

En *Lilium* se debe cortar cuando uno o dos botones desarrollados, están mostrando color (De Hertogh, 1989; Sacalis, 1993).

2.14.1 Selección y confección de ramos

Una vez cosechados los tallos, la primera operación a realizar es la limpieza de las hojas basales del tallo hasta una altura de 10 cm con lo cual se mejora la apariencia e incluso influye en la duración de la vida de postcosecha de la flor al aumentar la absorción del agua (Bañon *et al.*, 1993).

La selección se hace de acuerdo a su comercialización por número de botones o por la longitud de su tallo. Una vez clasificadas, se agrupan en ramos de 5 unidades y se protegen con papel celofán perforado y si su expedición es inmediata se colocan en cajas de cartón con orificios de ventilación que permitan la salida de etileno emanado por las flores y se envían al centro de consumo en transportes frigoríficos donde se deben mantener a 1 y 2° C (Bañon *et al.*, 1993).

2.15 Postcosecha

La senescencia de la flor se acelera cuando se separa de la planta, lo que determina que en pocos días la flor pierda su valor comercial. Se considera como longevidad de la flor el tiempo que ésta conserva sus cualidades decorativas, es decir, el tiempo que tardan en aparecer claros síntomas de marchitez. Este proceso de senescencia está programado genéticamente y controlado por la hormona etileno, produciéndose los cambios relacionados con él por la expresión de genes específicos (Van Alvorst y Bovy, 1995).

Los dos procesos metabólicos que ocurren durante la senescencia de los pétalos son: el incremento en la respiración y la hidrólisis de los componentes celulares (Halevy y Mayak, 1979). Al inicio de la senescencia de determinadas especies de flor cortada se produce un ligero aumento de peso durante los primeros días desde la recolección y posteriormente éste desciende de forma muy acusada, coincidiendo con el inicio de la pérdida de peso fresco, también comienza a aumentar la tasa de producción de etileno. Por ello, los primeros síntomas de

envejecimiento se detectan cuando se inicia la producción de etileno, lo que coincide también con el descenso del peso fresco (Woodson y Lawton, 1988).

Por otra parte, van Doorn (1997) comenta que muchas flores muestran marchitez temprana del pétalo o tépalo debido a las relaciones hídricas adversas. El marchitamiento puede deberse directamente a un potencial bajo de agua o puede ser senescencia avanzada como resultado de un potencial bajo de agua. La disminución en el potencial de agua se debe a una obstrucción en el xilema. Hay muchos factores que pueden contribuir a este bloqueo del xilema, pero un factor importante es el crecimiento de bacterias en la solución que está el florero.

Después de haber confeccionado los *Liliums* si no se van a la venta inmediata (Chain *et al.*, 2002), menciona que el manejo del etileno se hace de dos maneras: 1) Evitar su formación por la planta mediante uso de productos específicos anti-etileno por ejemplo chrysal y 2) Evitar la presencia de etileno en los recintos de almacenamiento de flores.

2.15.1 Soluciones preservantes

Chahín *et al.*, (2002) comenta que una buena solución preservante para evitar el deterioro rápido debe contener:

1. 1.5 a 2 % de azúcar o sacarosa para mantener la respiración.
2. Acido soluble que baje el pH a nivel de 3.3 a 4 para evitar el desarrollo bacteriano y el tapón mucoso (Ej. Acido cítrico, tartárico, benzoico, ascórbico en dosis entre 50 y 800 ppm).
3. Un bactericida o fungicida para reforzar la detección del desarrollo microbiano (Ej. Rovral, Scala).
4. Un anti-etileno

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

La investigación se llevo a cabo en el estado de Puebla, municipio de Atlixco en la comunidad de La Trinidad Tepango localizada entre las coordenadas 18° 54' N de latitud y 98° 26' O de longitud con una altura de 1840 msnm (INEGI, 2011). El clima es semicalido subhumedo con precipitación promedio anual que va de 900 - 1300 mm de mayo a septiembre (INEGI, 2009).

3.2 Material vegetal

Se utilizaron bulbos de *Lilium* hibrido oriental calibre 16/18 cm de circunferencia, cultivar Conca D'or importados de Holanda.

3.3 Diseño, estructura y condiciones del túnel

El túnel es de tipo semicircular en la parte superior, con orientación de Norte-Sur, con estructura metálica, cubierto en la parte superior de plástico y encima de este se coloco una maya al 50% de sombra. La ventilación es de tipo natural.

3.4 Suelo

Como sustrato se utilizó suelo de la región de Atlixco y fue analizado en el CENID-RASPA de Gómez Palacio Durango, se tomo la cantidad suficiente de suelo de un terreno agrícola para todos los contenedores, posteriormente se mezclo bien y de esa cantidad se tomaron 2 kg para su análisis Cuadro 1.

Cuadro1. Análisis de suelo utilizado para el cultivo de *Lilium*.

pH	CE	M.O.	NT	P	K	Na	Mg	Ca	SO ₄ ⁻
	dS/m	%	————	mg/kg	————	-----	me L ⁻¹	-----	-----
7.95	0.44	0.45	4.60	11.90	210	0.46	1.88	1.94	2.2

3.5 Plantación

La plantación se llevo a cabo según las consideraciones de (Posadas, 2004). La cual se realizo en cajas con las que llegan los bulbos de *Lilium*, la profundidad de plantación fue de 10 – 12 cm, colocando 10 bulbos por contenedor dispuestos a tres bolillo.

3.6 Diseño experimental y tratamientos

El diseño del experimento es completamente al azar con 30 repeticiones por tratamiento y un arreglo factorial, 3². La unidad experimental consistió en una caja con 10 repeticiones (plantas).

3.7 Solución nutritiva

Se tomo como base la solución nutritiva Steiner (1984), la cual tiene un potencial osmótico 0.72 atm y una concentración en me L⁻¹ como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química de la Solución Nutritiva Universal Steiner.

Aniones			Cationes		
NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
12	1	7	7	9	4
60%	5%	35%	35%	45%	20%
Σ A = 20 me L ⁻¹			Σ C = 20 me L ⁻¹		

Los tratamientos se obtuvieron a partir de la solución Steiner, y se estudiaron tres concentraciones de N-NO₃, tres concentraciones de Ca²⁺ (Cuadro 3) y la presión osmótica se mantuvo al 40% de la concentración original.

Cuadro 3. Factores y niveles de N y Ca²⁺ en las soluciones nutritivas.

Factores	Niveles		
NO ₃	9	12	15
Ca ²⁺	7	9	11

La combinación de los factores y los niveles dio un total de 9 tratamientos, cada uno aplicado a tres cajas de cultivo, los cuales se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Composición química de las soluciones nutritivas de los tratamientos estudiados en el cultivo de *Lilium*.

T	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
----- me L ⁻¹ -----						
T1	3.6	.55	3.85	3.30	2.8	1.89
T2	3.6	.55	3.85	2.8	3.6	1.6
T3	3.6	.55	3.85	2.29	4.4	1.30
T4	4.8	.4	2.8	3.30	2.8	1.89
T5	4.8	.4	2.8	2.8	3.6	1.6
T6	4.8	.4	2.8	2.29	4.4	1.30
T7	6	.25	1.75	3.30	2.8	1.89
T8	6	.25	1.75	2.8	3.6	1.6
T9	6	.25	1.75	2.29	4.4	1.30

Estos valores están calculados al 40% de la solución original.

T: tratamiento.

Para la solución de micronutrientes se utilizo la de Steiner 1984 Cuadro 5.

Cuadro 5. Solución de micronutrientes.

Ppm					
Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo
3	0.7	0.02	0.09	0.5	0.04

3.7.1 Preparación

Las soluciones nutritivas se prepararon en recipientes (botes) para cada tratamiento y se utilizó agua de pozo. Una vez medido la cantidad de agua para preparar las soluciones nutritivas se realizó lo siguiente: antes de incorporar los macro y micro se midió el pH con un potenciómetro portátil, ajustando el pH cerca

de 5.5 con H_2SO_4 o HNO_3^- . Seguidamente se incorporaron los macro y los micronutrientes. Después se midió nuevamente el pH para mantener o ajustarlo a un rango de 5.5 y 6.5.

3.8 Manejo del cultivo

3.8.1 Riegos

Al inicio del cultivo las primeras tres semanas se rego con agua sola. Posteriormente se aplicaron las soluciones nutritiva junto con el riego, cada tercer día de 17:00 a 18:00 h manteniendo el suelo a capacidad de campo. La cantidad de agua que se aplico por caja fue de 1.64 L al inicio del cultivo y posteriormente fue de 2.05 L por caja, el riego se calculo según las necesidades de la planta, y las condiciones de clima.

El agua de pozo que se uso para preparar las soluciones nutritivas se analizo en el laboratorio del IMTA y los resultados se muestran en el siguiente Cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis de agua de pozo para preparar las soluciones nutritivas.

NO_3^-	H_2PO_4^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	Na^{2+}	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CE	pH
----- $\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ -----										mS m^{-1}	
0.805	<0.106	1.04	0	5.51	0.25	2.192	0.148	1.838	3.473	.487	7.04

3.8.2 Entutorado

En cada esquina de la cama se colocaron varillas y a los lados de la cama se colocaron rafias, de un extremo al otro, para soporte de las plantas y para realizar mejor las actividades culturales.

3.8.3 Enfermedades

Como el experimento se realizó de Enero a Abril en la región se presentaron lluvias y días nublados en febrero, por este motivo se aplicaron fungicidas para prevenir daños por botrytis ya que es una de las enfermedades más comunes de

la parte aérea de la planta. Se realizaron dos aplicaciones durante el desarrollo del cultivo con Rovral®.

3.8.4 Cosecha

El corte de las flores de *Lilium* se realizó de acuerdo a la consideración de (Sacalis, 1993) cuando uno o dos botones desarrollados, están mostrando color Figura 1.



Figura 1. Punto de corte del cultivo de *Lilium*.

3.9 Variables de respuesta evaluadas

Las variables de respuesta se midieron de la siguiente manera, para la altura de la planta se realizó cada 7 días, para el diámetro basal del tallo cada 14 días, el peso seco de la planta y extracción de macronutrientes fue en cada estado de desarrollo y la vida de florero se evaluó a partir de la fecha de corte. Para el análisis estadístico se tomó de la siguiente manera: altura de la planta los días 23, 43, 57 y 85 ddp; diámetro basal del tallo a los 85 ddp; peso seco de la planta y la extracción de N y Ca^{2+} se analizaron los días 44, 56, 90 ddp; y la vida de florero fue a los 90 ddp.

3.9.1 Altura de la planta

Con una cinta métrica se midió desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta. Se midieron 30 repeticiones por tratamiento.

3.9.2 Diámetro basal del tallo

Se midió desde la base del tallo con un vernier y se tomaron 30 repeticiones.

3.9.3 Peso seco de la planta

Se realizó por cada etapa de desarrollo y se colocaron las plantas completas (tallos, hojas e inflorescencia) en una estufa con circulación de aire forzado para su secado a una temperatura de 70° C durante 48 h hasta alcanzar un peso constante.

3.9.4 Extracción de macronutrientes

Se tomaron tres plantas por tratamiento, seleccionando aquellas con características similares en cuanto a altura y vigor, se lavaron con agua destilada y se metieron en bolsas de papel para llevarlas al laboratorio. Para el análisis químico de tejido primero se molieron las muestras en un molino, posteriormente se hicieron las siguientes determinaciones: N-total, por el método de micro-Kjeldahl por titulación; para P, K, Ca y Mg se hizo una digestión húmeda para obtener los extractos y se cuantificaron en el equipo ICP (VARIAN 725-ES).

3.9.5 Vida de florero

Una vez cosechados los tallos florales se colocaron en floreros con 0.5 L de agua y permanecieron en un cuarto a temperatura ambiente con iluminación proveniente de una ventana, previamente el agua se acidificó a un pH de 5.5 con vinagre, el agua se cambió cada tercer día. Se contaron los días a partir del corte de la flor hasta un día antes que se marchitara la última flor de cada tratamiento.

3.10 Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables de respuesta, se analizaron estadísticamente realizando un análisis de varianza y una prueba de medias de Tukey con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.1.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Altura de la planta

En el análisis de varianza para la altura de la planta con respecto al N-NO₃ en la solución nutritiva, obtuvo lo siguiente: solo a los 23 ddp mostro diferencia altamente significativa y sin deferencia para las subsecuentes fechas de muestreo.

Las alturas promedio para el nitrógeno se muestran en la Figura 2 y Cuadro 7, en donde a los 23, 43 y 57 ddp la concentración de 15 me L⁻¹ NO₃⁻ produjo la mayor altura y la concentración de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻ presento los valores más bajos; a los 85 ddp las mayores alturas se obtuvieron con 9 y 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ y el nivel que mostro el valor más bajo fue el de 12 me L⁻¹ NO₃⁻.

De acuerdo con Castillo *et al.*, (2012) encontró que con 10.71 me L⁻¹ de NO₃⁻ las plantas de *lisianthus* presentaron mayor altura y concentraciones más elevadas que esta, disminuyo la altura de las plantas. Por lo que no coincide con esta investigación, ya que en la última fecha de evaluación (85 ddp) se obtuvo mayor altura con 9 me L⁻¹ de NO₃⁻; y obteniendo los mismos resultados con 15 me L⁻¹ de NO₃. Sin embargo desde el punto de vista económico sería mejor utilizar la concentración de 9 me L⁻¹ de NO₃⁻ en la solución nutritiva para la producción de *Lilium*.

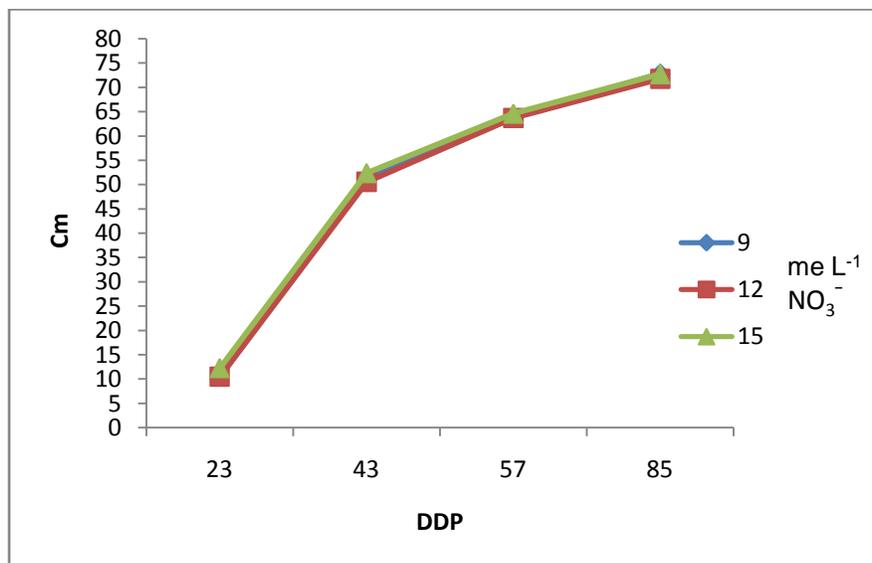


Figura 2. Altura de la planta de *Lilium* por efecto de los niveles de NO₃⁻, en la solución nutritiva.

Cuadro 7. Altura de la planta durante el ciclo de cultivo, por efecto de los niveles de NO_3^- , en la solución nutritiva.

Factor (me L^{-1})	Días después de la plantación			
	23	43	57	85
NO_3^-				
9	10.5733 b	51.0811 a*	64.017 a*	72.740 a*
12	10.4944 b	50.5489 a	63.667 a	71.710 a
15	12.2478 a	52.3678 a	64.590 a	72.710 a

*Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas ($\alpha= 0.05$).

Respecto al Ca^{2+} los resultados del análisis de varianza, muestran que no existió diferencias significativas para los 23, 43, y 57 ddp, en cambio para los 85 ddp se observo diferencia significativa.

La prueba de medias, para el calcio en los 23, 43, 57 y 85 ddp, la mayor altura de planta se obtuvo con 7 me L^{-1} de Ca^{2+} y la menor altura se produjo con 11 me L^{-1} Ca^{2+} en todas las etapas de desarrollo (Figura 3 y Cuadro 8).

Los resultados obtenidos a los 85 ddp coinciden con Salazar-Orozco *et al.*, (2011) quien obtuvo una mayor altura en *Lilium* oriental con una concentraciones de 8 me L^{-1} de Ca^{2+} , respuesta muy similar se presentan en nuestros resultados.

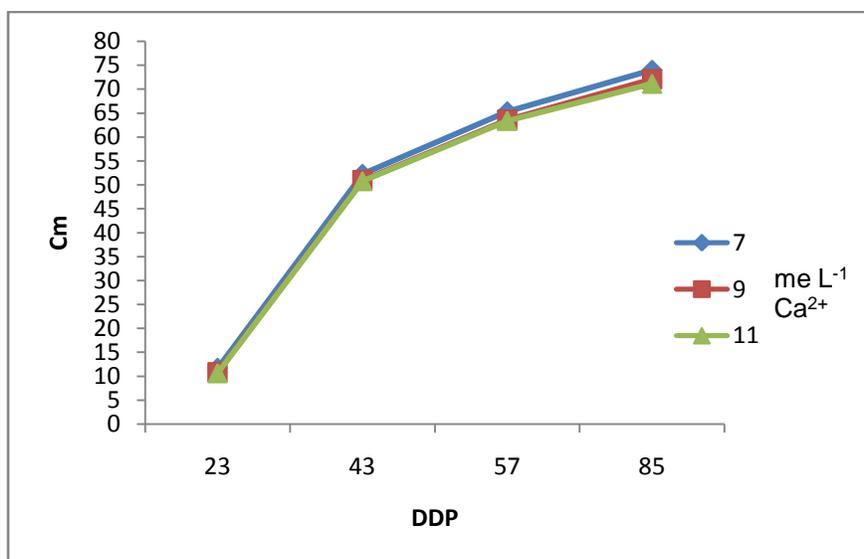


Figura 3. Altura de la planta de *Liliun* por efecto de los niveles de Ca²⁺, en la solución nutritiva.

Cuadro 8. Altura de la planta durante el ciclo de cultivo, por efecto de los niveles de Ca²⁺, en la solución nutritiva.

Factor (me L ⁻¹) Ca ²⁺	Días después de la plantación			
	23	43	57	85
7	11.7533 a*	52.2467 a*	65.317 a*	73.985 a
9	10.8678 a	50.9533 a	63.572 a	72.043 ab
11	10.6944 a	50.7978 a	63.385 a	71.132 b

*Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$).

4.2 Diámetro basal del tallo

El análisis de varianza, para el diámetro basal del tallo a los 85 ddp no presento diferencias significativas para los factores evaluados incluyendo su interacción.

En la prueba de medias, los valores para el grosor del tallo fueron similares para los factores evaluados (Cuadro 9).

En *Lisianthus* al probar diferentes concentraciones de N-NO₃⁻ en la solución nutritiva, obtuvieron que el mayor diámetro de tallo fue con 7.14 me L⁻¹ de N-NO₃⁻ (Castillo *et al.*, 2012), por lo tanto los resultados de la presente investigación a los

85 ddp indican lo contrario al no tener diferencias significativa. Esto podría deberse a que hay una respuesta diferente para cada especie vegetal.

Para el calcio los resultados reportados en el presente estudio no coinciden con (Choi *et al.*, 2005) quien al incrementar las concentraciones de Ca^{2+} de 6, 9 y 12 me L^{-1} el grosor del tallo aumento a 12.8 mm, 14.2 mm y 14.2 mm, sin embargo, concentraciones mayores que 12 me L^{-1} de Ca^{2+} disminuyeron el grosor.

Cuadro 9. Diámetro medio del tallo de *Lilium* por efecto de los niveles de NO_3^- , Ca^{2+} en la solución nutritiva.

NO_3^-	Diámetro	Ca^{2+}	Diámetro
9	8.8958 a*	7	8.9028 a*
12	8.7431 a	9	8.8403 a
15	8.9167 a	11	8.8125 a

*Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas ($\alpha= 0.05$).

4.3 Peso seco de la planta

El análisis de varianza, en la última etapa de desarrollo (90 ddp) presento diferencia significativa en el factor NO_3^- .

El mayor peso seco de la planta se exhibió con la concentración de 15 me L^{-1} de NO_3^- y el nivel que reporto el menor peso seco es el de 9 me L^{-1} (Figura 4 y Cuadro 10).

Bugarín *et al.*, (1998) en su trabajo con crisantemo reporto que obtuvo mejores resultados con altos niveles de nitrógeno, lo que es similar a lo encontrado en este cultivo ya que a los 90 ddp la concentración de 15 me L^{-1} de NO_3^- mostro el mayor peso seco, debido a que el nitrógeno es un nutrimento que limita el crecimiento optimo de la mayoría de las plantas (Scott, 2008), por lo cual el peso seco se vio afectado cuando el abastecimiento de nitrógeno era menor.

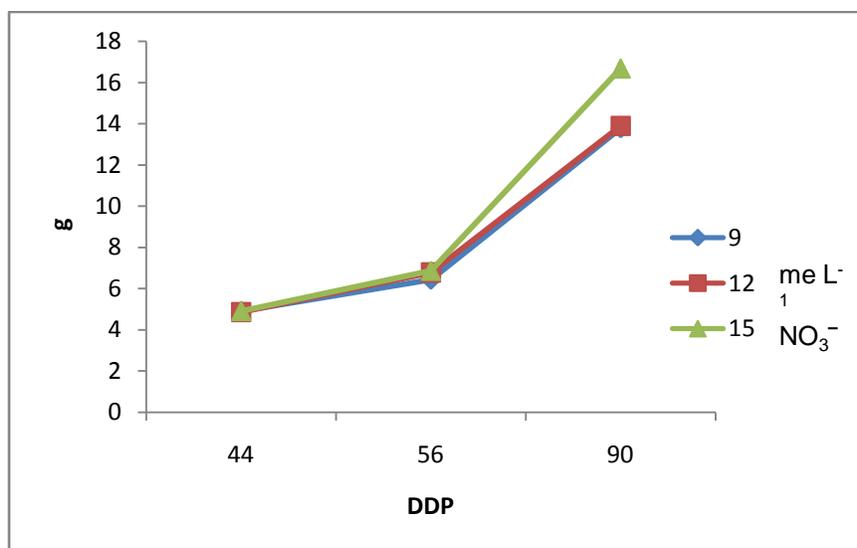


Figura 4. Peso seco de *Lilium* por efecto de los niveles de NO₃⁻, en la solución nutritiva.

Cuadro 10. Peso seco en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de NO₃⁻ en la solución nutritiva.

Factor (me L ⁻¹) NO ₃ ⁻	Días después de la plantación		
	44	56	90
9	4.9111 a*	6.4333 a*	13.7778 b
12	4.8556 a	6.7778 a	13.8889 b
15	4.9111 a	6.8667 a	16.6778 a

*Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$).

Para el Ca²⁺ en la solución nutritiva el análisis de varianza para el peso seco presento significancia solo para la última fecha de evaluación (90 ddp).

En la comparación de medias el factor calcio, el mayor peso seco se presento con el nivel 7 me L⁻¹ de Ca²⁺ con 15.3667 g y al incrementar la concentración a 11 me L⁻¹ se mostro el menor peso seco con 13.9111 g (Figura 5 y Cuadro11).

En *Lilium* el peso seco en estado de cosecha con 12 me L⁻¹ Ca²⁺ fue de 28.1 g dando el mayor peso seco, pero mayor concentración que 12 me L⁻¹ de Ca existió una disminución gradual en el peso seco (Choi *et al.*, 2005). Estos resultados,

difieren de los obtenidos en esta investigación debido a que la mayor materia seca a los 90 ddp estuvo relacionada con la concentración de 7 me L⁻¹ de Ca²⁺ y disminuyó el peso seco de la misma forma que se aumenta la concentración de calcio.

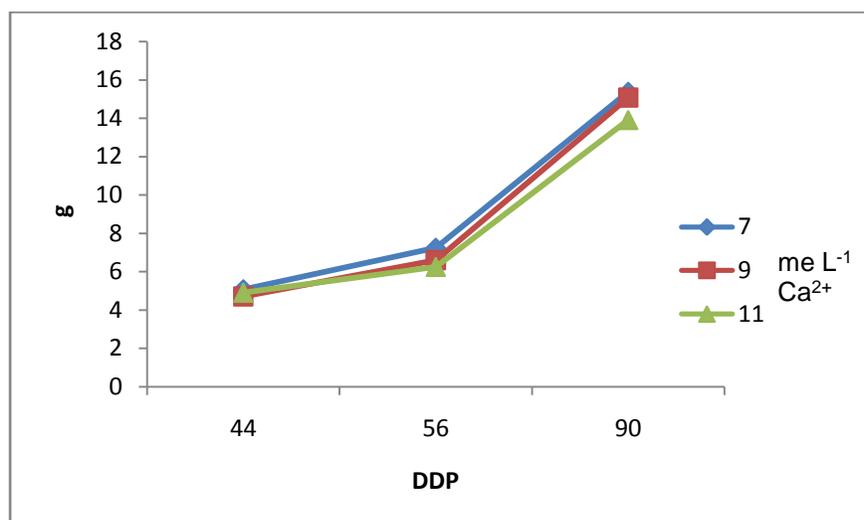


Figura 5. Peso seco de *Lilium* por efecto de los niveles de Ca²⁺, en la solución nutritiva.

Cuadro 11. Peso seco en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de Ca²⁺ en la solución nutritiva.

Factor (me L ⁻¹) Ca ²⁺	Días después de la plantación		
	44	56	90
7	5.0667 a*	7.2333 a*	15.3667 a
9	4.7000 a	6.5889 a	15.0667 ab
11	4.9111 a	6.2556 a	13.9111 b

*Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$).

4.4 Extracción nutrimental

4.4.1 Extracción de Nitrógeno

Los resultados obtenidos para la extracción de nitrógeno en el análisis de varianza indican que, el factor N-NO₃⁻ a los 44 ddp y 90 ddp existieron diferencia significativa, y en la segunda etapa de desarrollo 56 ddp no se encontró diferencia.

En la Figura 6 y Cuadro 12 de comparación de medias los resultados para el factor nitrógeno se observó que: a los 44 ddp, la concentración que destacó fue con 9 me L⁻¹ de NO₃⁻ y la absorción más baja fue con el nivel 12 me L⁻¹ de NO₃⁻; a los 56 ddp la mayor demanda de nitrógeno fue con la concentración de 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ y el nivel que indicó el valor más bajo de extracción fue el de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻; a los 90 ddp la mayor absorción se obtuvo con la concentración de 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ y disminuyó con la concentración de 9 me L⁻¹ de NO₃⁻ mostrando la extracción más baja.

Castro *et al.*, (2004) en tomate de cascara evaluaron cinco niveles de nitrógeno, y encontraron que la mayor absorción se produjo en los tratamientos con 9, 11 y 13 me L⁻¹ de NO₃⁻ con 8.18, 8.25, 8.03 g de N por planta respectivamente, pero tendió a disminuir la extracción a medida que incrementaba la concentración de N-NO₃ en la solución nutritiva, sin embargo las plantas manifestaron la más alta producción de fruto con 13 meq·L⁻¹ de N-NO₃; por lo cual nuestros resultados a los 90 ddp se comportaron inversamente ya que al ir incrementando el N-NO₃⁻ a 15 me L⁻¹ se encontró que incrementó la absorción de nitrógeno en la planta, y con respecto al rendimiento de las flores de corte de *Lilium* (número de botones por tallo) ya está determinado genéticamente, sin embargo se puede relacionar la mayor extracción de nitrógeno con los valores más altos de altura de la planta, la cual fue similar con 9 y 15 me L⁻¹ NO₃⁻; de acuerdo con estos resultados se puede decir que no se encontró exceso de extracción con el nivel 15 me L⁻¹ de NO₃⁻, ya que también se debe tener en cuenta el rango óptimo de suficiencia y en este nivel se tuvo 3.04 % N, Dole y Wilkins (2005) señalan que una concentración óptima en el tejido para tener plantas de *Lilium* bien nutridas es de 2.4-4.0 % de N.

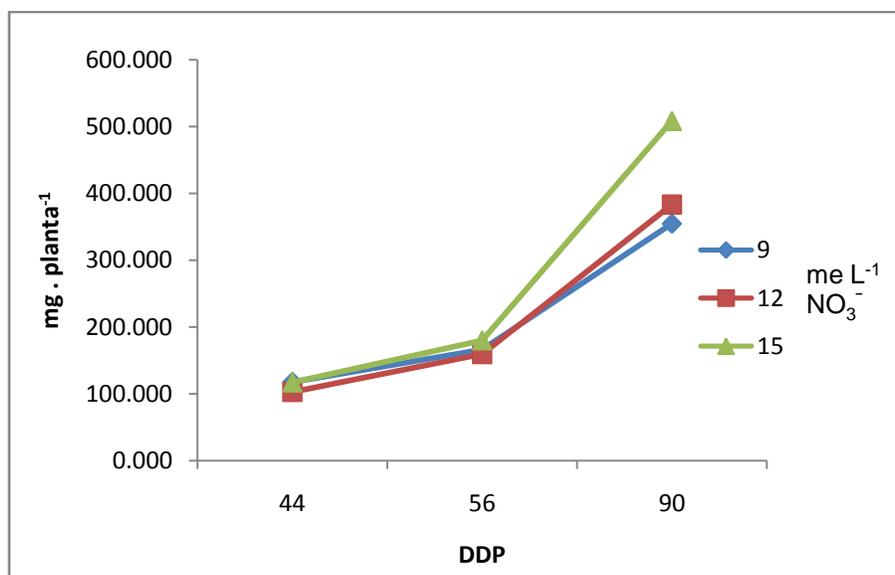


Figura 6. Extracción de nitrógeno en *Lilium* por efecto de los niveles de NO₃⁻, en la solución nutritiva.

Cuadro 12. Extracción de nitrógeno en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de NO₃⁻ en la solución nutritiva.

Factor (me L ⁻¹) NO ₃ ⁻	Días des pues de la plantación		
	44	56	90
9	117.500 a*	165.96 a*	354.84 b
12	102.806 a	159.61 a	383.15 b
15	117.248 a	180.27 a	508.62 a

*Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas ($\alpha= 0.05$).

El análisis de varianza para la extracción de nitrógeno, a los 44 y 90 ddp mostro diferencia estadística significativa el Ca²⁺ en la solución nutritiva, pero en la fecha 56 ddp no presento significancia.

La Figura 7 y el Cuadro 13 de prueba de medias correspondiente para el factor calcio se comporta de la siguiente manera, a los 44 ddp el nivel 7 me L⁻¹ Ca²⁺ fue el que mayor favoreció la absorción de nitrógeno y con la concentración de 11 me L⁻¹ de Ca²⁺ se observo la menor absorción; a los 56 ddp siguió sobresaliendo el nivel 7 me L⁻¹ Ca²⁺ y el menor valor que se observo fue con 11 me L⁻¹ de Ca; a los

90 ddp la mayor extracción de nitrógeno se obtuvo con la concentración de 9 me L⁻¹ Ca²⁺, que cualquier otra concentración y al incrementar el nivel a 11 me L⁻¹ Ca²⁺ exhibe la menor absorción.

Ortega-Blu *et al.*, (2006) para determinar la acumulación de nutrientes en tres variedades de *Lilium* aplicaron una dosis en fertirriego (de N, P, K y Ca) en donde suministraron 2.6 g m⁻² de Ca²⁺, y el efecto de esta concentración de calcio en la solución nutritiva con relación al nitrógeno acumulado a punto de cosecha, fue de 182.5 mg por planta de la variedad oriental. Estos resultados no coinciden, con el presente trabajo debido a que se encontró una mayor absorción a los, con respecto a los niveles 9 y 11 me L⁻¹ de Ca²⁺ que favorecieron la mayor y la menor absorción de nitrógeno en la última etapa de desarrollo (56-90 ddp), ya que el efecto de las concentraciones antes mencionadas, mostraron cambios en la extracción de nitrógeno con 444.20 y 396.03 mg por planta respectivamente, esto podría deberse a que usamos mayor calibre de bulbo, ya que a mayor calibre del bulbo mayor altura de planta y mayor demanda de nutrimentos.

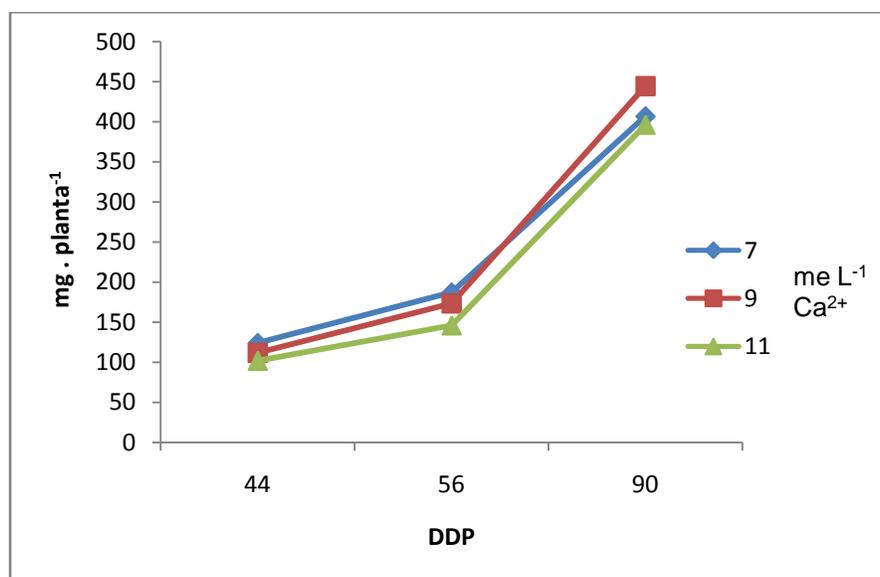


Figura 7. Extracción de nitrógeno en *Lilium* por efecto de los niveles de Ca²⁺, en la solución nutritiva.

Cuadro 13. Extracción de nitrógeno en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de Ca^{2+} en la solución nutritiva.

Factor (me L^{-1}) Ca^{2+}	Días después de la plantación		
	44	56	90
7	123.863 a	186.79 a*	406.37 b
9	111.689 ab	173.02 a	444.20 a
11	102.001 b	146.03 a	396.03 b

*Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas ($\alpha= 0.05$).

4.4.2 Extracción de Calcio

En la extracción de calcio el análisis de varianza exhibió los siguientes resultados, con respecto al factor NO_3^- a los 44 y 56 ddp no se encontró significancia, pero para los 90 ddp mostro diferencias altamente significativas.

De acuerdo con la prueba de medias, del factor nitrógeno, a los 44 ddp la concentración de $9 \text{ me L}^{-1} \text{ NO}_3^-$ presento el valor más alto de acumulación de calcio y la concentración de $12 \text{ me L}^{-1} \text{ NO}_3^-$ exhibió la menor absorción; a los 56 ddp el nivel de 15 me L^{-1} de NO_3^- indico la mayor demanda de calcio y con el nivel de 9 me L^{-1} de NO_3^- mostro menor absorción; a los 90 ddp al incrementar la concentración hasta 15 me L^{-1} de NO_3^- , se observo la mayor extracción de calcio y con la concentración de 9 me L^{-1} de NO_3^- manifestó la menor absorción (Figura 8 y Cuadro 14).

En *Lilium*, (Ortega-Blu *et al.*, 2006) aplicaron una dosis en fertirriego (de N, P, K y Ca), en la variedad oriental adicionaron 16.5 g m^{-2} de N, y la influencia de esta concentración de nitrógeno en la dosis, con relación al calcio absorbido a punto de cosecha, fue de 85.62 mg por planta. Lo que no coincide, en la presente investigación debido a que se encontró mayor absorción en la etapa de desarrollo de la flor (56-90 ddp), ya que la respuesta de la planta al suministrar concentraciones de 9 y 15 me L^{-1} de NO_3^- , mostraron diferencias en la extracción de calcio obteniendo 109.64 y 134.78 mg por planta respectivamente, como ya se

menciono podría deberse a que usamos mayor calibre de bulbo. Se puede observar que al aumentar la concentración de N-NO_3^- en la solución nutritiva se relaciona con un incremento en la extracción de Ca^{2+} .

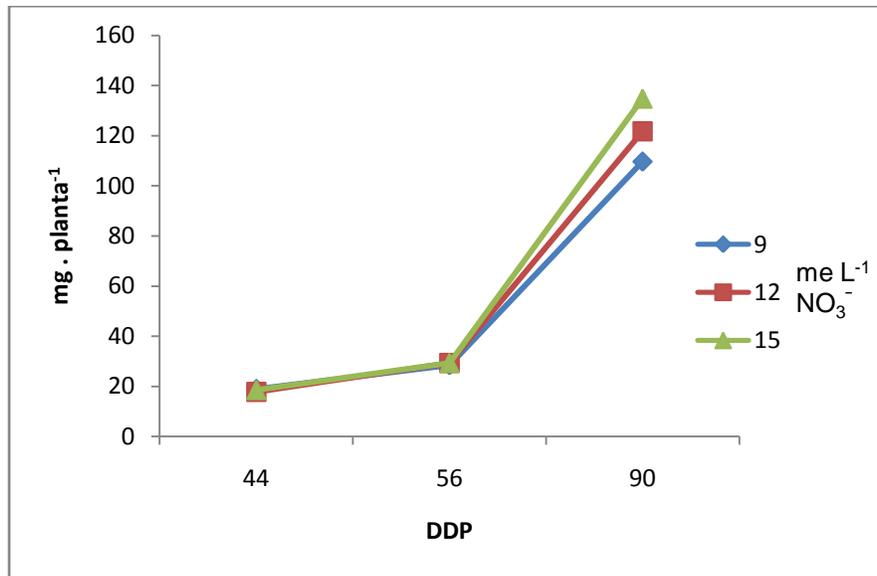


Figura 8. Extracción de calcio en *Lilium* por efecto de los niveles de NO_3^- , en la solución nutritiva.

Cuadro 14. Extracción de calcio en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de NO_3^- en la solución nutritiva.

Factor (me L ⁻¹) NO_3^-	Días después de la plantación		
	44	56	90
9	18.893 a*	28.409 a*	109.647 b
12	17.711 a	29.263 a	121.670 ab
15	18.538 a	29.336 a	134.783 a

*Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas ($\alpha= 0.05$).

Los resultados en el análisis de varianza para la extracción de calcio, expusieron lo siguiente: para el factor calcio a los 44 y 56 ddp no hubo diferencias significativas, pero a los 90 ddp mostro diferencias significativas.

En la Figura 9 y el Cuadro 15 se muestran la prueba de medias respecto al factor calcio, el cual a los 44 y 56 ddp con 9 me L⁻¹ de Ca^{2+} fue el que mostro la mayor absorción y la concentración de 11 me L⁻¹ Ca^{2+} presento la extracción más baja; a

los 90 ddp se encontró significancia y la planta demando mas calcio con el nivel de 9 me L⁻¹ de Ca²⁺ y la menor absorción se exhibio con 11 me L⁻¹ de Ca²⁺.

Los resultados del presente estudio coinciden con (Álvarez *et al*, 2008) quien al suministrar diferentes concentraciones de Ca en dos variedades de *Lilium* encontraron que las mayores acumulaciones de calcio fueron con 9 me L⁻¹ para Dream land y 9.94 me L⁻¹ para Vermeer, obteniendo 210 y 51.2 mg por planta respectivamente; ya que a los 90 ddp nuestros resultados indican que con 9 me L⁻¹ Ca²⁺ se obtuvo la mayor absorción de calcio con 128.63 mg por planta, lo cual se puede observar que hay diferencia en la absorción para los diferentes híbridos.

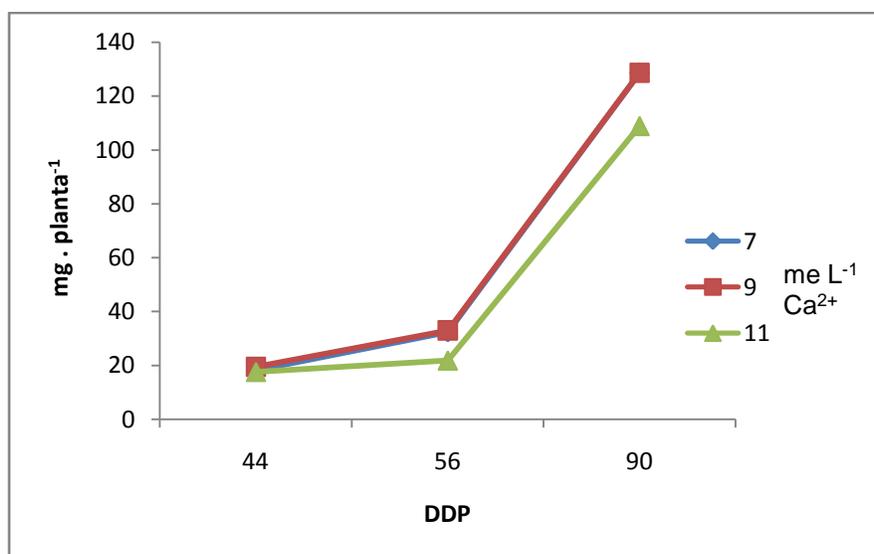


Figura 9. Extracción de calcio en *Lilium* por efecto de los niveles de Ca²⁺, en la solución nutritiva.

Cuadro 15. Extracción de calcio en la parte aérea de la planta, por efecto de los niveles de Ca²⁺ en la solución nutritiva.

Factor (me L ⁻¹) Ca ²⁺	Días después de la plantación		
	44	56	90
7	18.127 a*	32.250 a*	128.582 a
9	19.432 a	32.938 a	128.634 a
11	17.583 a	21.820 a	108.883 b

*Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$).

4.5 Vida de florero

El análisis de varianza para postcosecha no mostro diferencia significativa para los factores (NO_3^- , Ca), pero si en la interacción.

Los valores de la vida de florero en la prueba de medias, fueron similares para los factores evaluados Cuadro 8.

En gerbera aplicaron diferentes regímenes de fertilización nitrogenada en tres variedades, la cual reportaron que la postcosecha fue afectada por la concentración de nitrógeno, obteniendo mayor días de florero con 8 me L^{-1} de N para la variedad Tzigana (Ortega-Arenas *et al.*, 2006). Lo anterior no se relaciona con los datos reportados en este experimento debido a que no hubo significancia para los días de postcosecha con respecto al factor N- NO_3 .

Ramírez *et al.*, (2010) demostró que el calcio afecto la vida de florero en tulipán, donde la mejor respuesta de postcosecha fue con la concentración de 9 me L^{-1} de Ca^{2+} , de acuerdo con los resultados presentados anteriormente no coinciden con este autor ya que no se encontró diferencia significativa para esta variable por que las cada especie o híbrido responde de manera diferente.

Cuadro 16. Vida de florero de *Lilium* por efecto de los niveles de NO_3^- , Ca^{2+} en la solución nutritiva.

NO_3^-	Días	Ca	Días
9	11.8333 a*	7	11.444 a*
12	11.2778 a	9	11.7222 a
15	11.7222a	11	11.666 a

*Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas ($\alpha= 0.05$).

V CONCLUSION

- Las plantas de mayor altura se lograron con 9 y 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ y 7 me L⁻¹ de Ca²⁺; el diámetro del tallo fue similar en los factores evaluados; el mayor peso seco de la parte aérea de la planta se exhibió con 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ y 7 me L⁻¹ de Ca²⁺; en la extracción nutrimental de nitrógeno y calcio, las plantas que mayor absorción presentaron fueron con 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ y 9 me L⁻¹ de Ca²⁺; y la vida de florero no presentó diferencias para ambos factores en estudio.
- De acuerdo con lo anterior, la hipótesis que anuncian “Por lo menos una de las concentraciones de Nitrógeno y Calcio presenta efecto positivo en crecimiento y vida de florero, **se acepta** para el crecimiento ya que con 7 me L⁻¹ de Ca²⁺ alcanzaron la mayor altura; y para la vida de florero **se rechaza** debido a que no mostró diferencia significativa.

VI LITERATURA CITADA

- Adams, P. 1994.** Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. *Acta Hort.* 361: 245-257.
- Adams, P. y L.C. Ho. 1993.** Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and the incidence of blossom-end rot. *Plant Soil* 154: 127-132.
- Aguilera, P. A. y Chahín, A. M. G. 2008.** Flores bulbosas: Insectos y otros invertebrados asociados a estas especies en el sur de Chile. *Boletín INIA N° 176.* Temuco, Chile.
- AIPH. 2005.** Union Fleurs: International Statistics Flowers and Plants.
- Albouy, J. and Claude, D.J. 1999.** *Maladies a Virus des Plantes Ornamentales.* Editorial INRA. Paris, Francia. 480p.
- Alcantar, G. y Trejo-Tellez L. I. 2007.** *Nutricion de Cultivos.* Mundi-Mprensa México, Colegio de Posgraduados, México.454p.
- Alper, M., Koenig, R., Lesemann, D.E. and Loebenstein, G. 1982.** Mechanical transmission of a strain of *Tulip breaking virus* from *L. longiflorum* to *Chenopodium* spp. *Phytoparasitica* 10:193-199.
- Álvarez S, M. E.; Maldonado T. R.; García M. R.; Almaguer V. G.; Rupit A. J. y Zavala E. F. 2008.** Suministro de calcio en el desarrollo y nutrición de *Lilium asiático.* *Agrociencia* 881-889 p.
- Armenta B., A. D. 1998.** Relaciones óptimas de aniones y cationes en la solución nutritiva en riego por goteo para la producción de tomate. Tesis de doctor en ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México.
- Asher, C.J. y D.G. Edwards. 1983.** Modern solution culture techniques. *In:* A. Pirson y M.H. Zimmermann (ed.). *Encyclopedia of Plant Physiology.* Vol. 15-A Springer-Verlag, Berlin. pp. 94-119.
- Asjes, C. J.; Bunt, M. H. y Slogteren, D. H. M. 1974.** Production of hyacinth mosaic virus-free hyacinths and lily symptomless virus-free lilies by meristem tip culture. *Acta Hort.* 36:223-228.

- Ayers, R.S. y D.W. Westcot. 1987.** La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO riego y drenaje # 29. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 174 p.
- Bañon, A.S.; Cifuentes, D.; Fernández, J.,A y Gonzalez, A. 1993.** Gerbera, Lilium, Tulipán y Rosa. Madrid, Mundi-Prensa. 250p.
- Beltrán y Productores Villa Guerrero, 2011.** Comunicación personal. Villa Guerrero, Estado de México.
- 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.
- Betancourt-Olvera, M.; Rodríguez, M. M. N.; Sandoval, V. M. y Gaytán, A. E. A. 2005.** Fertilización foliar una herramienta en el desarrollo del cultivo de lilium cv. Stargazer Revista Chapingo. Serie Horticultura 372-378 p
- Bouma, D. 1983.** Diagnosis of mineral deficiencies using plant test. *In:* A. Pirson and M.H. Zimmermann (ed.). Encyclopedia of Plant Physiology. Vol. 15-A Springer-Verlag, Berlin. pp. 120-146.
- Brooklyn Botanic Garden. 2001.** Control natural de insectos. Editorial Trillas. 124p.
- Bugarín, M. R., Baaca, C. G. A., Martínez, H. J., Tirado, T. J. L. y Martínez, G. A. 1998.** Amonio/nitrato y concentración iónica total de la solución nutritiva en crisantemo. I. Crecimiento y floración. TERRA Latinoamericana. 16:113-124.
- Buschman, J.C.M. 2005.** Globalisation - flower - flower bulbs - bulb flowers. Acta Hort. (ISHS) 673:27-33.
- Buschman, J. C. y Soriano G.J.M. 2004.** Cultivo de Lilium de calidad. Revista Horticultura Internacional.
- Castellanos, J.Z. y Ojodeagua, J.L. 2009.** Manejo de la fertirrigación del tomate en suelo. En: Manual de producción de tomate en invernadero. INTAGRI. Celaya, Gto. México. 458p.
- Castillo G. A. M. Avitia G. E. Pineda P. J. Trejo T. L.I Valdez A. L. A. Hernández H. C. 2012.** Respuesta de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) a diferentes dosis de nitrógeno. Memorias

del segundo simposio de nutrición de ornamentales. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 66 p.

- Castro-Brindis, R., A. Galvis-Spínola, P. Sánchez-García, A. Peña-Lomelí, M. Sandoval-Villa, G. Alcantar-González. 2004.** Demanda de nitrógeno en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo serie horticultura. 10(2): 147-152.
- Chahín A. M. G.; Verdugo R. G. y Montesinos V. A. 2002.** Manejo de poscosecha de flores. Boletín INIA N° 82. Temuco, Chile. 33p.
- Chalate, M. H., Hernandez, R. S. J., Lazcano, G. D. y Pérez, H. P. 2008.** Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena productiva horticultura ornamental en el estado de Veracruz. FUNPROVER A. C. (Fundación produce Veracruz). Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. 105p.
- Chastagner, G.A. 2002.** Potential alternatives to PCNB to control the development of crown rot and gray bulb rot on bulbous iris. Acta Hort. 570:301-306.
- Choi, J. M., K. H. Lee and E. M. Lee. 2005.** Effect of Calcium Concentrations in Fertilizer Solution on Growth of and Nutrient Uptake by Oriental Hybrid Lily □ Casa Blanca□ . Proc IXth International. Symp. On Flower Bulbs. Eds.: H. Okubo, W. B. Miller and G. A. Chastagner. Acta Hort. 673: 755-760.
- Claridades agropecuarias. 2006.** La floricultura mexicana, el gigante que está despertando. Edición mayo-junio. No. 154. México D.F. 60p.
- Coic Y. 1973.** Les problémes de composition et de concentration des solutions nutritives en culture sans sol. En *Proc. 3rd Int. Cong. Soilless Cult.* Sassari, Italy. pp.: 158-164.
- Daughtrey, M. L.; Wick, R. L.; Peterson, J. L. 2001.** Plagas y enfermedades de las plantas en maceta con flores. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España. 90p
- De Hertogh, A. A. 1989.** Holland Bulb Forcer's Guide. Hillegom, The Netherlands: International Flower Bulb Centre.

- Dekker, E.L., Derks, A.F.L.M., Asjes, C.J., Lemmers, E.C., Bol., J.F. and Langeveld, S.A. 1993.** Characterization of potyviruses from tulip and lily which cause flowerbreaking. *J. Gen. Virol.* 74:881-887.
- De Kreij, C., J. Jansen, B.J. van Goor y J.D.J. van Doesburg. 1992.** The incidence of calcium oxalate crystals in fruit walls of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by humidity, phosphate and calcium supply. *J. Hort. Sci.* 67: 45-50.
- De Rijck, G. y E. Schdrevens. 1997.** pH influence by the elemental composition of nutrient solutions. *J. Plant Nutr.* 20 (7&8): 911-923.
- De Rijck, G. y E. Schrevens. 1998.** Cationic specification in nutrient solution as a function of pH. *J. Plant Nutr.* 21 (5): 861-870.
- Derks, A.F.L.M., Lemmers, M.E.C. and Van Gemen, B.A. 1994.** *Lily mottle virus* in lilies: characterization, strains and its differentiation from tulip breaking virus in tulips. *Acta Hort.* 377:281-288.
- Derks, A.F.L.M. 1995.** Lily. p.313-321. In: G. Loebenstein, R.H. Lawson and A.A. Brunt (eds.), *Virus and Virus Diseases in Bulb and Flower Crops.* Wiley, New York.
- Dole, J.M. and Wilkins, H.F. 199.** *Floriculture Principles and Species.* Pearson Prentice Hall. 613p.
- Dole, J.M. and Wilkins, H.F. 2005.** *Lilium, Easter.* p.656-670. In: *Floriculture Principles and Species, 2nd ed.,* Pearson Prentice Hall, Upper Saddle Rier, New Jersey.
- Domínguez, V. A. 1989.** *Tratado de fertilización. Segunda Edición.* Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 51p.
- Ehret, D.L. and L.C. Ho. 1986.** Effects of osmotic potential in nutrient solution on diurnal growth of tomato fruit. *J. Exp. Bot.* 37: 1294-1302.
- Goyal, S.S. y R.C. Huffaker. 1984.** Nitrogen toxicity in plants. pp. 97-117. *In:* R.D. Hauck (ed.). *Nitrogen in crop production.* ASA, CSSA, and SSSA, Madison, Wi., U.S.A.
- Grassotti, A. and Gimelli, F. 2011.** Bulb and cut flower production in the genus *Lilium*: current status and the future. *Acta Hort. (ISHS)* 900:21-35.

- Guill, M.A. y H.M. Reisenauer. 1993.** Nature and characterization of ammonium effects on wheat and tomato. *Agron. J.* 85: 874-879.
- Halevy, A. H. y Mayak, S. 1979.** Senescencia y postcosecha en flor de corte. *Horticulturae Reviews.* 3:59-143.
- ICTVdB Management. 2006.** Lily Virus X. In: ICTVdB - The Universal Database, Columbia University, New York.
- INEGI. 2009.** Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.
<http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datosgeograficos/21/21019.pdf>
- Internacional Flower Bulb Centre.(I.F.B.C). 1995.** El liliom para flor cortada y maceta. Hillegom—Holland.
- Juárez, H. M. J. 2010.** Relaciones de amonio-cationes, de fosforo-aniones y presión osmótica de la solución nutritiva en *Lilium* híbrido asiático. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México. 233p.
- Lawson, R.H. 2011.** Detection, diagnosis and control of lily diseases. *Acta Hort. (ISHS)* 900:313-324.
- Leszczyńska-borys, H. 1990.** Elementos Básicos en el Arte del Diseño Floral. Ediciones UPAEP, Puebla, Puebla, México. Serie Manuales de Horticultura Ornamental No. 4, 40p.
- Leszczyńska-borys, H.; Borys, M.W. 2002.** La Flora en la Cultura del Estado de Puebla. Ed. SIZA-CONACYT, UPAEP, Fundación Produce Puebla. Puebla Mexico. 216p.
- Lewis, O. A. M., D. M. James. and E. J. Hewitt. 1986.** Nitrogen assimilation in barley (*Hordeum vulgare* cv. Mazurka) in response to nitrate and ammonium nutrition. *Ann. Bot.* 49: 39-49.
- Linderman, R.G. 1985.** Easter Lilies. p.9-40. In: Diseases of Floral Crops. Vol. 2. Praeger Publishers, New York.

- Lips H. S., E. O. Leidi, M. Silberbush, M. I. M. Soares y O. E. M. Lewis. 1990.** Physiological aspects of ammonium and nitrate fertilization. J. of Plant Nutrition. 13: 1271-1289.
- Marschner, H. 1995.** Mineral nutrition of higher plants. 2nd 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.
- Memelink, J., Van der Vlugt, C.I.M., Linhorst, H.J.M., Derks, A.F.L.M., Asjes, C.J. and Bol, J.F. 1990.** Homologies between the genomes of a carlavirus (lily symptomless virus) and a potyvirus from lily plants. J. Gen. Virol. 71:917-924.
- Michigan State University Extensión. 1996.** Grower guides. Potted plants. Publication number 10000114.
- Miliev, K. 1997.** Effects of two nutrient solutions at different conductivities on some growth parameters of tomato plants. Acta Hort. 462: 641-648.
- Morard, P., A. Pujos, Bernadac y G. Bertoni. 1996.** Effect of temporary calcium deficiency on tomato growth and nutrition. J. Plant Nutr. 19: 115-127.
- Oaks, A. 1986.** Biochemical aspects of nitrogen metabolism in whole plant context. *In*: Fundamental, ecological and agricultural aspects of nitrogen metabolism in higher plants. (ed) Lambers, H., Neeterson, J. J and Stulen, I. pp 3-21.
- Ortega, L.D. Miranda, D.M.; Sandoval, M. 2006.** Densidad de huevos y ninfas de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*(West.) en *Gerberajamesonii*H. Bolus con diferentes regímenes de fertilización nitrogenada. Agrociencia, 40: 363-371 p.
- Ortega-Blu, R.; Correa, M. y Olate, E. 2006.** Determinación de curvas de acumulación en tres cultivares de *Lilium spp.* para flor cortada. Agrociencia 40: 77-88.
- Pierre, B. J.; Claude, M. J. y Tharaud, M. 1990.** Patología de los cultivos florales y ornamentales. Editorial Mundi-prensa. 233p.

- Posadas, S.F. 2004.** Cultivo de plantas ornamentales. *En:* Tratado del cultivo sin suelo. Tercera Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 914p.
- Preciado, R.P., Baca, C.G.A., Tirado, T, J. L., Kohashi, S.J., Tijerina, Ch. L. y Martínez, G. A. 2004.** Fertirrigación nitrogenada, fosfórica y programa de riego y sus efectos en melón y suelo. *Terra Latinoamericana*. 22:2: 175-186.
- Pujos, P. y P. Morard. 1997.** Effects of potassium deficiency on tomato growth and mineral nutrition at the early production stage. *Plant Soil* 189: 189-196.
- Ramírez M. M. Trejo T. L. Gómez M. F. C., Sánchez G. P. 2010.** La relación de la solución nutritiva afecta el crecimiento y calidad postcosecha del tulipán. *Revista fitotecnia Mexicana*, vol. 33 núm. 2, Sociedad mexicana de fitogenetica, A.C. México. 149-156 p.
- Rincón, S. L. 1997.** Características y manejo de sustratos inorgánicos en fertirrigación. I Congreso Ibérico y III Nacional de fertirrigación. Murcia, España.
- Sacalis, J. N. 1993.** Cut flowers, prolonging freshness. Second edition. J.L. Seals, editor. Ball Publishing, Batavia, Illinois. 110p.
- Salazar-Orozco, G., Valdez-Aguilar, L.A., Tello-Marquina, J., Grassotti, A., Burchi, G. and Castillo-González, A.M. 2011.** Calcium affects quality and nutrition of cut lily flowers. *Acta Hort. (ISHS)* 900:113-117
- Schubach, A. 2010.** International Statistics Flowers and Plants 2010 AIPH/Union Fleurs. Vol. 58. ISBN978-90-74486-19-4.
- Scott, P. 2008.** Physiology and behaviour of plants. John Wiley & Sons Ltd. West Sussex, England. 305p.
- Segal B. G. 1989.** Chemistry: Experiment and Theory. Wiley. Nueva York, EEUU. 1008 pp.
- Shahin, A., Arens, P., van Heusden, S. and van Tuyl, J.M. 2009.** Conversion of molecular markers linked to *Fusarium* resistance in Asiatic lily hybrids. *Acta Hort.* 836:131-134.

- SIAP-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2011.** Cierre de la producción agrícola por cultivo.
http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=15.
- Sola, A. M. y Cano, E. A. 1999.** Punto, momento de corte y manejo de la recolección. *Plantflor, cultivo y comercio*. 12:(2)
- Soriano G.J.M. y C.I.B.F. 2000.** La bulbicultura en el Siglo XXI. *Revista Horticultura*.
- Steiner, A.A. 1961.** A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil*. 15: 134-154.
- Steiner, A.A. 1966.** The influence of chemical composition of a nutrient solution on the production of tomato plants. *Plant Soil*. 24: 454-466.
- Steiner, A.A. 1968.** Soilless culture. *Proceedings of the 6th Colloquium of the Internacional Potash Institute*. pp: 324-341.
- Steiner, A.A. 1973.** The selective capacity of tomato plants for ions in a nutrient solution. pp. 43-53. *In: Proceedings 3rd International Congress on Soilles Culture*. Wageningen, The Netherlands.
- Steiner, A.A. 1980.** The selective capacity of plant for ions and its importance for the composition and treatment of the nutrient solution.
- Steiner, A.A. 1984.** The universal nutrient solution. pp. 633-650. *In: Proceedings 6th International Congress on Soilles Culture*. Wageningen. The Netherlands.
- Stone, O.M. 1980.** Two new potyvirus from monocotyledons. *Acta Hort*. 110:59-63.
- Taiz, L. y Zeiger, E. 2006.** *Plant physiology*. Fourth Edition, Ed. Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts U.S.A. 764p.
- Van Alvorst, A. C.; Bovy, A. G. 1995.** The role of ethylene in the senescence of carnation flowers, a review. *Plant Growth Regulation* 16: 43-53.
- van Doorn, W.G. 1997.** Water relations of cut flowers. *Hortic. Rev.* 18:1-85.
- Van Rijswick, C. 2008.** *European Floriculture Wholesale and Trade - Make a Move, Rabobank - Rabobank International Food & Agribusiness Research Reports*.

- van Tuyl, J.M. and Arens, P. 2011.** *Lilium*: Breeding history of the modern cultivar assortment. Acta Hort. (ISHS) 900:223-230.
- Vidalie, H. 1992.** Produccion de flores y plantas ornamentales. Segunda Edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. 269p.
- Vidalie, H. 2001.** Produccion de flores y plantas ornamentales. Tercera Edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. 269p.
- White, P. J. y Broadley, M. R. 2003.** Calcium in plants. *Ann. Bot.* 92: 487-511.
- Whipker, B.E., Barnes, J., McCall, I., Gibson, J. and Poole, H. 2011.** Nitrogen concentration and form effects on leaf tissue concentrations and lower leaf expansion of *lilium longiflorum* 'Nellie white'. Acta Hort. (ISHS) 900:125-132.
- Woodson, W. R.; Lawton, K. A. 1988.** Ethylene-induced gene expression in carnation petals. Relationship to autocatalytic ethylene production and senescence. *Plant Physiol.* 87: 498-503.