



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Evaluación del contenido de azúcares en el bulbo y flor de *Lilium* 'Original

love´ en cultivo sin fertilizar

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN FLORICULTURA

PRESENTA:

PAULA JUÁREZ MONTIEL

ASESORES:

DR. OMAR FRANCO MORA

M. C. AARAN A. MORALES PÉREZ

CAMPUS UNIVERSITARIO, "EL CERRILLO", PIEDRAS BLANCAS,

TOLUCA MÉXICO, MAYO 2015.



RESUMEN

CINÉTICA DEL CONTENIDO DE AZÚCARES EN EL BULBO Y FLOR DE *LILUM* ‘ORIGINAL LOVE’ EN CULTIVO SIN FERTILIZAR

Juárez Montiel Paula. Ingeniero Agrónomo en floricultura.

Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México.

1. Asesor de tesis. Dr. Omar Franco Mora. Laboratorio de Genética, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. (e-mail: ofrancom@uaemex.mx).
2. Asesor de tesis. M. C. Aaran A. Morales Pérez. Laboratorio de Genética, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. (e-mail: aram_morper@yahoo.com.mx).

En pláticas con productores, se ha discutido sobre la falta de heterogeneidad en la calidad de las lilis, incluso con bulbos del mismo origen. Por ello se hipotetizó que el tamaño del bulbo y algunas características intrínsecas i.e. contenido de azúcar, podía explicar este efecto.

Se dividió a los bulbos de una caja de *Lilium* ‘Original love’ en chicos y grandes, aquellos con peso menor a 39.0 g fueron considerados chicos, y con peso mayor a 40.0 g grandes, el cultivo fue sin fertilizar. Posteriormente se determinó el contenido de azúcares en el bulbo y flor de *Lilium* ‘Original Love’. Los análisis se llevaron a cabo a la llegada de los bulbos, a los 15 días después de siembra (dds) (brote), 42, 54, y 76 dds (botones florales).

Sólo a los 76 dds se observaron diferencias significativas para el contenido de azúcares en bulbo y botones florales, mientras que en el brote se observó diferencia en la única fecha de observación (15 dds). Al final de la etapa del cultivo, el número de botones florales por planta no varió estadísticamente, es decir el tamaño del bulbo no afectó este parámetro de acuerdo a la clasificación realizada, pero si existió diferencia en el peso de los botones florales, siendo de mayor peso, aquellos que se originaron de los bulbos grandes.

Palabras clave: peso fresco, diferenciación floral, azúcares, carbohidratos, fotosíntesis, vernalización.

ABSTRACT

KINETICS OF THE CONTENTS OF SUGARS IN THE BULB AND FLOWER OF LILUM 'LOVE' ORIGINAL CULTURED WITHOUT FERTILIZE

Juárez Montiel Paula.

B. Sc. Agronomist in Ornamental Plant Sciences. Faculty of Agriculture, Universidad Autónoma del Estado de México.

Academic Supervisor: Prof. Omar Franco Mora, Ph. D. Laboratory of Horticulture, Faculty of Agriculture, Universidad Autónoma del Estado de México. Campus el Cerrillo, Toluca, México. E-mail: ofrancom@uaemex.mx

Academic Supervisor: M. C. Aaran A. Morales Perez. Genetics Laboratory, Faculty of Agricultural Sciences, Universidad Autónoma del Estado de México. Campus el Cerrillo, Toluca, México. E-mail: aram_morper@yahoo.com.mx

In talks with producers, has been discussed on the lack of heterogeneity in the quality of the lilies, even with bulbs of the same origin. Why is hypothesized that the size of the bulb and some intrinsic characteristics i.e. sugar content, could explain this effect.

It is divided to the bulbs of a box of Lilium 'Original love' in small and large, those with smaller weight to 39.0 g were considered small, and with greater weight to 40.0 g major, the crop was without fertilization. It was subsequently determined the content of sugars in the bulb and flower of Lilium 'Original Love'. The analyzes were carried out to the arrival of the bulbs, its 15 days (outbreak), 42, 54, and 76 days (floral buttons).

Only the 76 dds significant differences were observed for the sugar content in bulb and flower buds, while in the outbreak difference was observed in the single date of observation (15 dds). At the end of the stage of cultivation, the number of flower buds per plant did not change statistically, according to the classification, but if there was difference in the weight of the flowers blooming, being of greater weight, those that originated from the large bulbs.

Key Words: Fresh weight, floral differentiation, sugars, carbohydrates, photosynthesis, vernalization.

INDICE

RESUMEN	IV
ABSTRACT	VI
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Origen, distribución y características botánicas	3
2.2. Fenología de <i>Lilium</i>	3
2.3. Cultivo de <i>Lilium</i>	4
2.4. Suelo	5
2.5. Temperatura	6
2.5.1. Almacenamiento del bulbo	8
2.6. Importancia económica	8
2.7. Comercialización del bulbo	9
2.8. Azúcares como reserva principal del bulbo	12
2.9. Fotosintatos	14
2.9.1. Carbohidratos y floración	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Ubicación del proyecto	18
3.2. Material vegetal	18
3.3. Manejo del cultivo	18
3.4. Variables a evaluar	19
3.4.1. Azúcares por espectrofotometría	19
3.4.2. Azúcares en bulbo, brote y botones florales	19
3.4.3. Determinación de medición de órganos vegetativos	20
3.5. Diseño experimental y análisis estadístico	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	21
4.1. Peso fresco del bulbo	21
4.2. Azúcar en el bulbo	22
4.3. Peso fresco de brotes	24
4.4. Peso fresco de botones florales	25
4.5. Azúcar de brote y botones florales	26
4.6. Número de botones florales	27

4.7. Correlaciones	29
4.7.1. Correlación entre azúcar del bulbo y azúcar de botones florales	29
4.7.2. Correlación entre peso de bulbo y azúcar del bulbo	30
4.7.3. Correlación entre peso de botones florales y azúcar en el bulbo	31
4.7.4. Correlación entre diámetros de botones flores y azúcar del bulbo	31
4.7.5. Correlación entre azúcar del bulbo y peso del mismo con el azúcar de botones florales	32
4.7.6. Correlación entre peso de botones florales y bulbo con azúcar de botones florales.....	33
4.7.7. Correlación entre número de flores y peso de botones florales	34
4.7.8. Correlación entre diámetro de botones florales y número de flores	35
V. CONCLUSIONES	37
VI. RECOMENDACIONES	38
VII. ANEXOS	39
VII. BIBLIOGRAFÍA	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Temperaturas (°C) adecuadas para el desarrollo de <i>Lilium</i>	7
2	Calibres del bulbo existentes en el mercado para <i>Lilium</i>	11
3	Análisis de correlación para el azúcar de los bulbos con el azúcar del brote y botones florales de <i>Lilium</i> ‘Original love’, sin fertilizar.....	30
4	Ámbito de análisis de correlación entre peso del bulbo y azúcar en el bulbo de <i>Lilium</i> ‘Original love’, sin fertilizar.....	30
5	Correlaciones presentadas entre peso de botones florales y el azúcar en el bulbo <i>Lilium</i> ‘Original love’, sin fertilizar.....	31
6	Correlaciones manifestadas entre los diámetros de los botones florales con el azúcar del bulbo de <i>Lilium</i> ‘Original love’, sin fertilizar.....	32
7	Correlaciones entre el azúcar del bulbo y el azúcar en el brote y botones florales de <i>Lilium</i> ‘Original love’, sin fertilizar.....	33
8	Análisis de correlación presentada entre el peso de brote y botones florales con el azúcar del brote y botones florales de <i>Lilium</i> ‘Original love’, sin fertilizar.....	34
9	Correlaciones entre diámetros y número de flores con el peso de botones florales de <i>Lilium</i> ‘Original love’, sin fertilizar.....	35
10	Correlaciones entre diámetros de botones florales y número de flores con diámetros y número de flores de <i>Lilium</i> ‘Original love’, sin fertilizar.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Ciclo de crecimiento del <i>Lilium</i> (Montesinos, 2007).....	4
2	Peso fresco del bulbo de <i>Lilium</i> ‘Original love’ sin fertilizar. Los datos son la media de 3 repeticiones. *, significativo a 0.05; NS, no significativo al 0.05 con la prueba de t de student.....	21
3	Contenido de azúcar en el bulbo de <i>Lilium</i> ‘Original love’ sin fertilización. Los datos son la media de 3 repeticiones por bulbo. ***, significativo al 0.001; NS, no significativo, con la prueba de t de student.....	24
4	Peso fresco de los botones florales de <i>Lilium</i> ‘Original love’. Los datos son la media de 3 repeticiones, la clasificación a y b se obtuvo con la prueba de t de student (0.05).	25
5	Contenido de azúcar en botones florales generados en bulbos chicos y grandes de <i>Lilium</i> ‘Original love’, sin fertilizar. Los datos son la media de 3 repeticiones. *, Significativo a 0.05; ** significativo a 0.01; NS, no significativo al 0.05 con la prueba de t de student.....	27
6	Número de botones florales de acuerdo al tamaño de bulbos de <i>Lilium</i> ‘Original love’, sin fertilizar. Los datos son la media de 3 repeticiones, un tallo por repetición. NS, no significativo con la prueba de t de student (0.05).....	28

I. INTRODUCCIÓN

El género *Lilium*, de la familia Liliaceae, reúne a la mayoría de las plantas conocidas como azucenas o liliun. Son herbáceas, perennes, originarias del hemisferio norte y presentan bulbos compuestos por brácteas escamosas. Las escamas protegen a un meristemo apical que da origen a un tallo folioso no ramificado de crecimiento definido. En el extremo caulinar se desarrollan las flores, solitarias o en inflorescencias racimosas. En la actualidad se cultivan y comercializan en prácticamente todo el mundo y su potencial económico que se vislumbra alto.

Aunque la calidad en *Lilium* depende del mercado destino, está dada principalmente por el tamaño del tallo, el número de botones por tallo, dimensiones de la flor, color de la misma y la duración en la postcosecha, principalmente. Todos estos factores son producto de la genética y de las condiciones a las que se somete la planta durante el cultivo (ambiente más la interacción genotipo \times ambiente). En este sentido, *Lilium* spp. no se caracteriza por sus exigencias nutricionales, pero una fertilización apropiada es esencial para producir plantas de alta calidad. El primer fotosíntato, la glucosa, permite la generación de otros carbohidratos, entre ellos la fructosa y sacarosa. Dichos carbohidratos juegan un papel importante en numerosos procesos metabólicos y de desarrollo. Por ejemplo, para el desarrollo y la apertura floral una larga cantidad de carbohidratos son requeridos, particularmente como sustrato para la respiración, síntesis

de la pared celular y como osmolito para mantener el potencial osmótico de las células en crecimiento (Enomoto *et al.*, 2004).

El tamaño del bulbo se considera como un factor inicial de calidad, ya que se esperaría a mayor tamaño del mismo, un mayor número de botones florales y mayor largo y grosor del tallo. Sin embargo no existen muchos estudios sobre si el contenido inicial de carbohidratos en el bulbo está relacionado con el tamaño de la flor. Es claro que durante el cultivo, la adición de nutrimentos mejorará el proceso de fotosíntesis, pero en este trabajo se decidió trabajar sin fertilización para cumplir el objetivo de verificar el contenido de azúcares en el bulbo y en la flor de *Lilium* 'Original love' y la influencia de estos carbohidratos en el tamaño final de la flor durante un ciclo de cultivo. Con la hipótesis de que el número y tamaño de flores de *Lilium* está en función de la concentración de azúcares en el bulbo, esto está determinado por el tamaño del bulbo, donde a mayor tamaño mayor concentración de azúcar, utilizando para este fin el cultivo sin fertilizar. Todo esto observando la problemática que tiene los productores para la producción de esta variedad, puesto que sus gastos económicos se incrementan cada año ya que tienen que comprar cada ciclo los bulbos, y estos se incrementan cuando los bulbos pierden peso y nutrimentos durante su traslado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen, distribución y características botánicas

El *Lilium* pertenece a la familia de las Liliaceas. Del género *Lilium* existen unas 90 especies, cuyo origen está en el hemisferio norte (Herreros, 1983). Las especies del género *Lilium* son plantas geófitas formadas por un bulbo escamoso constituido por hojas modificadas que se agrupan en torno a un disco basal. Estas hojas modificadas son escamas carnosas que almacenan las sustancias de reserva necesarias para el desarrollo de la planta, antes de la emergencia del sistema radical. Este sistema, está compuesto por raíces carnosas que nacen del disco basal y raíces adventicias del tallo ubicadas en la porción superior del bulbo. Las raíces adventicias tienen la función de absorber nutrimentos y agua (de Hertogh y Le Nard, 1993). El bulbo es la fuente de energía para el crecimiento de brotes y raíces (Miller, 1993); además, puede mantener la planta sólo hasta que emerjan las raíces adventicias del tallo (Aimone, 1986). Según Beck (1984), este órgano es una excelente reserva de nutrimentos, aún hasta la floración.

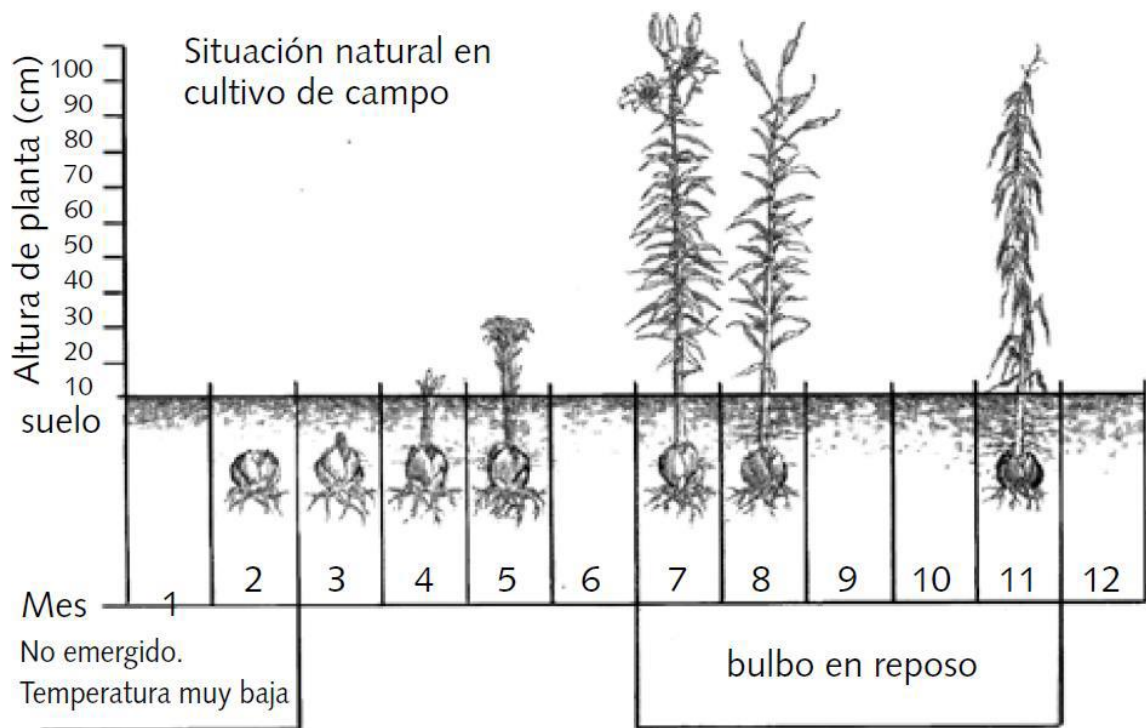
2.2. Fenología de *Lilium*

Montesinos (2007) indica que el período vegetativo en variedades asiáticas es de 9 a 15 semanas, desde la plantación hasta el corte, pero esto puede variar dependiendo a la época que se plante.

El mismo autor señala que, el *lilium* se describe como una especie de ciclo anual. El ciclo de crecimiento del *lilium* tiene las siguientes fases: brotación, crecimiento,

floración y senescencia o muerte natural, estas fases se observan en la **Figura 1**. El bulbo entra en dormancia desde la floración. Ello significa que un bulbo plantado en esas condiciones no brota, sólo emite raíces, y el quiebre de esta situación se realiza con exposición de los bulbos a temperaturas bajo 10°C. Por eso, el tratamiento de frío de los bulbos de *lilium* se efectúa a 2 °C, para acelerar el proceso de dormancia.

Figura 1. Ciclo de crecimiento del *Lilium*.



Fuente (Montesinos, 2007).

2.3. Cultivo de *Lilium*

El cultivo de *Lilium* para flor de corte se lleva a cabo normalmente en invernaderos de cubiertas plásticas, directamente en el suelo o en cajas. La posibilidad de plantar *Lilium* al exterior sólo se puede realizar en regiones con clima favorable, y según los meses del

año. Durante el período del cultivo se deben tener en cuenta los problemas que puedan presentarse, como fuertes vientos, granizo, heladas y exceso de humedad que provocarán enfermedades (principalmente *Botrytis*) (Buschman y Soriano, 2004).

Es conveniente mojar el suelo días antes de plantar para permitir un rápido crecimiento de raíces inmediatamente después de colocar los bulbos en el suelo. Enseguida debe regarse con rocío y riego profundo, de tal manera que se logre una buena adherencia de las raíces con la estructura del suelo (Buschman y Soriano, 2004).

2.4. Suelo

Es prácticamente posible llevar a cabo este cultivo en todos los tipos de suelos, siempre que posean una buena estructura y una correcta permeabilidad, durante todo el período de cultivo. La permeabilidad es sobre todo 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 para dicho cultivo, pero se pueden mejorar, y convertirlos en suelos apropiados. Para ello se deberá de mezclar a una profundidad de 30 cm con un buen sustrato, rico en humus, de esta forma, se consigue una capa superficial ligera, y a su vez con suficiente capacidad de retención de humedad, por lo que también en estos suelos, se podrá asimilar el oxígeno de una forma adecuada (Buschman y Soriano, 2004).

Además del agua y de los elementos nutritivos, el oxígeno, es un elemento indispensable en el suelo para lograr un sistema radicular de los bulbos, sano y abundante, lo cual

repercutirá, sin duda alguna en la calidad de la flor. Se deben de evitar los suelos sensibles al apelmazamiento, para ello se debe cubrir con una capa, por ejemplo: paja de arroz, cascarillas del mismo, hojas secas, turba de jardín, etc. (Buschman y Soriano, 2004).

Resulta de gran importancia mantener un pH adecuado en el suelo para garantizar el desarrollo de las raíces de las plantas de *Lilium* y asegurar una asimilación correcta de los elementos nutritivos. Un pH demasiado bajo causa una asimilación en exceso de algunos nutrientes. Se recomienda mantener un pH entre 6 y 7 para los híbridos asiáticos. Para conseguir, una reducción del pH se deben de mezclar en la capa superior del suelo productos que provoquen una baja del mismo, como productos orgánicos, procedentes de turberas (Buschman y Soriano, 2004).

2.5. Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo de *Lilium* tiene un carácter estacional, y depende de la época del cultivo. La mayoría de los híbridos requieren temperaturas nocturnas entre 12 y 15 °C y las diurnas a 25 °C. Además, la temperatura del suelo no debe superar los 20 °C, en especial en un periodo de tres semanas después de la plantación. En general, la planta presenta una temperatura crítica a -2 °C, con la cual se hiela y muere (Alcaraz y Sarmiento, 1989).

En el **Cuadro 1** se mencionan las temperaturas ideales para los diferentes grupos de *Lilium*.

Cuadro 1. Temperaturas (°C) adecuadas para el desarrollo de *Lilium*.

Grupo	Ideal	Limites	
		Día	Noche
Oriental	15 a 17	25	15
Longiflorum	14 a 16	22	11
Asiático	14 a 15	25	8 a 10

Fuente: Francescageli, (2007).

Las temperaturas bajas alargan en el período vegetativo de todas las variedades, lo que debe ser considerado, cuando se efectúan los programas de producción ya que la descripción de las variedades normalmente vienen indicadas para los períodos primaverales. Además, los daños por frío se manifiestan en los botones florales los que muestran quemaduras en las puntas o deformaciones como torceduras, amarillamiento general de la planta (Herrerros, 1983).

Las temperaturas altas llevan a un desarrollo vegetativo demasiado rápido, lo que se traduce en plantas de menor tamaño, menor número de botones por planta y mayor peligro de desórdenes fisiológicos como quemadura de las hojas. Por ello, es muy importante hacer instalaciones de sombra sobre el invernadero cuando se cultiva *Lilium* bajo condiciones de calor (Herrerros, 1983).

2.5.1. Almacenamiento del bulbo

Los bulbos pertenecientes al grupo de los híbridos Asiáticos pueden almacenarse en la cámara de frío hasta un año manteniendo su calidad. Los bulbos que se hayan conservado durante más tiempo provocarán una brotación más rápida, con lo cual la duración del cultivo será más corta, pero los tallos, tendrán menos capullos florales (Osset, 1977).

Los bulbos de *Lilium* que no hayan sido congelados, se podrán conservar durante un breve período de tiempo. La duración del período de conservación dependerá de la temperatura, así como de las circunstancias climáticas del año. De esta forma, se conservarán durante más tiempo los bulbos fríos, durante los meses de enero y febrero, mejor que en los meses otoñales. Como término medio, se puede considerar que a una temperatura de aproximadamente 1°C, se pueden mantener los bulbos un máximo de 2 semanas, y a una temperatura de 5°C hasta un máximo de una semana (Osset, 1977).

2.6. Importancia económica

En la actualidad, en el Estado de México la floricultura tiene importancia económica y social. La producción de *Lilium* en el 2007, en el Estado de México ocupó el primer lugar con una superficie de 107 ha y una producción de 344,616 gruesas. El segundo lugar lo ocupó el Estado de Jalisco con una superficie de 0.78 has y una producción de 1,170 gruesas (Sagarpa, 2008).

El escenario futuro se diseñó para elevar la superficie sembrada de flores en 50% o 3,000 hectáreas con un presupuesto de \$ 21,973,881.00, otorgando un mayor apoyo a productores de *Lilium*, género que ha adquirido popularidad en México y en todo el mundo (Sagarpa, 2004). A nivel nacional, en cuanto a la flor de corte, existe una gran variedad de estas, sin embargo las principales por la cantidad que demanda el mercado son; Rosa (*Rosa* spp.), Gerbera, Clavel, Crisantemo (*Chrysanthemum* spp.), Gladiolo (*Gladiolus* sp.) y *Lilium* (Asocolflores, 2004).

2.7. Comercialización del bulbo

En México, el bulbo para producción de flor de *Lilium* es importado. Este, produce flor de calidad solamente en la primera cosecha, por lo que el productor debe comprar nuevamente material para poder mantener sus programas de siembra. Sin embargo, con la vernalización del bulbo que queda después del corte de la flor se pueden obtener más flores de buena calidad (Rodríguez, 2009).

Para la comercialización los calibres ideales de los bulbos oscilan entre 10 y 18 centímetros. Los bulbos son muy sensibles a la desecación, por lo que deben mantenerse a una humedad relativa de 90%, en cámaras de tratamiento; mientras que en embalajes, con tierra húmeda.

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

híbridos asiáticos se realiza a una temperatura de 2 a 4 °C, en agua; mientras que los orientales, a 5 °C (Centro Internacional de Bulbos de Flor, 1992).

Durante el ciclo 2001-2004, respecto a las importaciones de lilis en México fueron aumentando teniendo un incremento para el ciclo 2001-2002 de 129.28%, en el ciclo 2002-2003 de 98.81%, y para el ciclo 2003-2004 de 162.97% (Sagarpa, 2004).

La cosecha anual de bulbos de *Lilium* comienza en septiembre y termina para principios de octubre, la parte más seca y caliente del año. Las plantas madre replantadas (añales) se separan de los bulbos de tamaño comercial y se replantan tan pronto como sea posible. Los bulbos comerciales se clasifican de acuerdo al tamaño de su circunferencia. En forma comercial, las clases que actualmente se conocen son tamaños de 6-7 y 7-8 pulgadas y los bulbos se empacan en turba para su envío (Larson, 1998). Cuando se planta un bulbo de *Lilium*, el resultado final, dependerá de los calibres, así como de las condiciones favorables que se registren.

Esto sería en el caso de las plantaciones en el período de diciembre hasta marzo inclusive, en condiciones de poca luz (invierno), o en períodos con altas temperaturas como las de verano, deberán de utilizar calibres mayores (Osset, 1977). El calibre del bulbo a elegir, también depende de la calidad de la flor deseada. En general, se puede decir que cuanto más pequeño es el calibre del bulbo, habrá menor cantidad de capullos florales por tallo, menor longitud del mismo y menor peso seco de la planta (Osset,

1977). En el **Cuadro 2**, se indican los calibres de los bulbos que pueden utilizarse en cada grupo de *Lilium*.

Cuadro 2. Calibres del bulbo existentes en el mercado para *Lilium*.

Grupo	Calibre del bulbo
Híbridos Asiáticos	9-10 cm, 10-12 cm, 12-14 cm 14-16 cm, 16 cm y más.
Híbridos Orientales	12-14 cm, 14-16 cm, 16-18 cm 18-20 cm, 20-22 cm, 22 cm y más.
Híbridos Longiflorum	10-12 cm, 12-14 cm, 14-16 cm 16 cm y más.
Híbridos L/A	10-12 cm, 12-14 cm, 14 cm y más.

Fuente: Moolenaar, (2000).

A nivel comercial el *Lilium* se propaga mediante bulbos, los cuales son muy costosos, y son el factor más importante que limita la expansión del cultivo. Según Auzaque *et al.* (2009), los bulbos para producción de flor de corte de *Lilium* deben ser importados y mantenidos en cadena de frío hasta su siembra en campo. Este bulbo sembrado produce flor de calidad de exportación solamente en la primera cosecha, el bulbo que queda después del corte de la flor produce flores de baja calidad y generalmente es desechado, por tanto, el productor de *Lilium* debe comprar nuevamente material para poder mantener sus programas de siembra, lo que incrementa los costos de producción y disminuye la rentabilidad del cultivo.

Otra cuestión es cuánto tiempo se pueden tener los bulbos almacenados en la cámara frigorífica para plantarlos cuando se desee. Las temperaturas de vernalización de 2 a 5° C no evitan que pasadas las seis u ocho semanas, según variedades, comiencen a brotar los bulbos. Para evitar la brotación hay que mantener el bulbo por debajo de 1° C. En estas condiciones puede permanecer desde nueve hasta trece meses.

Para guardar los bulbos en la cámara frigorífica se usan varios sistemas. Uno muy utilizado, para un espacio de tiempo corto, es poner los bulbos en cajas de madera con turba húmeda. La cantidad de turba debe ser tal que entre bulbo y bulbo haya un poquito de turba, como mínimo. La turba nunca debe quedar muy seca. Otro sistema es la utilización de bolsas de plástico, con agujeros de 3 a 5 mm de diámetro, con turba o serrín entre los bulbos o sin nada. Con esto se consigue una maduración larga, pero es necesaria la desinfección previa de los bulbos utilizando benimolo más captafol durante quince o treinta minutos.

Si se utilizan cajas de cartón se debe poner un plástico por dentro, no solo para conservar la humedad sino para evitar que se produzcan daños si durante el transporte se rompe el cartón debido a la humedad. Es muy importante que durante el almacenamiento el bulbo no se seque mucho, pues perderá peso y disminuirá el rendimiento en la cosecha posterior (Herreros, 1983)

2.8. Azúcares como reserva principal del bulbo

Los azúcares sirven de fuentes de energía, materiales estructurales, y desempeñan papeles esenciales en el crecimiento y desarrollo de la planta (Gibson, 2000; Zhu *et al.*,

2009). En las plantas, la producción de azúcar a través de la fotosíntesis es un proceso vital, y el estado del azúcar modula y coordina los reguladores internos y las señales ambientales que regulan el crecimiento y el desarrollo de estas (Koch, 1996; Smeekens, 2000).

Algunos órganos de la planta actúan como almacenamiento de azúcares (raíces, tallo, hojas, flores), otros como las flores en desarrollo actúan como un sumidero. Por lo tanto, dependiendo del tejido floral y la fase de desarrollo de la sacarosa pueda tener efectos complejos sobre los niveles endógenos de la sacarosa y el estado fisiológico de los diferentes tejidos florales (Arrom, 2012).

En las plantas, los carbohidratos están clasificados en estructurales y no estructurales. Los primeros forman parte de la pared celular y están involucrados en la estructura rígida de la planta, entre estos se encuentran la celulosa, hemicelulosa y pectina: éstos son causantes de la fibrosidad de las plantas, no están disponibles para el metabolismo energético de las mismas, son insolubles en agua. Los no estructurales comúnmente llamados carbohidratos solubles o de reserva se almacenan en órganos vegetativos como raíces, rizomas, estolones, bulbos y partes inferiores del tallo (Smith, 1972).

Los principales órganos de almacenamiento de los bulbos son las escamas, las bases de las hojas, y el tejido del tallo (Aimone, 1986). Por esto, las escamas exteriores del bulbo por lo general son carnosas y contienen nutrimentos de reserva, mientras que las escamas que se encuentran hacia el centro del bulbo funcionan en menor grado como órganos de almacenamiento y son más semejantes a las hojas (Hudson *et al.*, 1976).

Beck (1984) y Bañón *et al.*, (1993) y Schiappacasse, (1999) indican que las reservas nutricionales del bulbo serían suficientes para el desarrollo inicial de la planta, hasta que emerjan las raíces adventicias. Luego se necesitarían aportes externos de nutrimentos, provenientes del suelo o de la fertilización, dependiendo si el cultivo se realiza sobre suelo o sustrato.

2.9. Fotosintatos

Los fotosintatos se producen principalmente en las hojas y otros órganos específicamente adaptados, particularmente en los tallos verdes, brácteas florales y partes de los frutos, y se van transformando en distintas sustancias como carbohidratos complejos (Bidwell, 1979). En el cloroplasto de una célula fotosintética, como producto estable de la fotosíntesis, el fotosintato, genera triosas-fosfatos (triosas-P); las cuales pueden seguir la ruta de la síntesis del almidón o exportarse hacia el citoplasma. Posteriormente, las enzimas fructosa-fosfatasa, sacarosa-fosfato-sintetasa y sacarosa-fosfato-fosfatasa generan sacarosa, la cual puede ser translocada (Prioul, 1984; Bidwel, 1979) o almacenada temporalmente en vacuolas (Lucas y Madore, 1988) y su regulación estará dada por la etapa fenológica particular y el ambiente, principalmente (Daie, 1985).

La translocación de carbohidratos solubles desde el cloroplasto, donde se producen primeramente, es estrictamente controlada por la concentración de fósforo inorgánico en el citoplasma y el encargado de dichos carbohidratos al floema está regulado por translocadores específicos disparados por bombas metabólicas. Este tipo de transporte

activo concentra asimilados en el interior de los tubos cribosos y en consecuencia, provoca un movimiento de agua hacia su interior que induce el flujo en masa de los órganos de demanda (Prioul, 1984).

Las plantas almacenan cantidades importantes de carbono reducido, que sirve como fuente de energía para el crecimiento del año siguiente (Bidwell, 1979). La acumulación de carbohidratos en las plantas tiene la función de proveer monosacáridos que son utilizados durante el crecimiento y desarrollo. La sacarosa es el principal producto de la fijación de carbono durante la reacción fotosintética y es la forma en la cual la mayor parte del carbón orgánico se transporta desde el tejido fuente fotosintética a órganos de almacenamiento no fotosintéticos. Después de la sacarosa, el almidón es el principal carbohidrato de reserva en las plantas. Su sitio de acumulación está localizado en los plástidios, en los cloroplastos de las hojas y los amiloplastos de tejidos no fotosintéticos (Pajic *et al.*, 1992; Avigad y Dey, 1997). El tamaño, eficiencia y duración del aparato fotosintético están relacionados con la producción de la planta; el rendimiento está considerado como resultado final de los procesos fisiológicos, éstos se reflejan en la morfología de la planta (Kohashi, 1979), por ejemplo, entre 85 y 90% del peso seco de la planta es material orgánico derivado de la fotosíntesis (Duncan, 1975). En el desarrollo de la planta existen procesos fisiológicos que determinan la acumulación de fotosintatos y su distribución a órganos de importancia. Particularmente, Hay y Walker (1989), mencionaron que la fotosíntesis es controlada por la concentración de asimilados en la hoja, si la fuerza de demanda es baja, en la hoja se acumulan azúcares y almidón

reduciendo su actividad, como si ya hubieran sido satisfechas las necesidades del órgano demandante.

Según Hay y Walker (1989) los azúcares solubles dominantes en los bulbos de *Lilium* son fructosa, sacarosa y glucosa, siendo la sacarosa la que tiene mayor relevancia. La sacarosa en la fotosíntesis se transporta desde las hojas maduras y se desliza hacia los órganos de reserva como raíces (bulbos, rizomas, tubérculos), meristemos, hojas jóvenes, flores, y semillas en desarrollo. Los bajos niveles de azúcar aumentan la fotosíntesis, la movilización de nutrimentos, y la exportación. Por el contrario, los niveles más altos de azúcar promueven el crecimiento y el almacenamiento de hidratos de carbono (Koch, 1996). La luz y los azúcares regulan las actividades de crecimiento por una modulación coordinada de la expresión génica, y la actividad enzimática regula la exportación de carbohidratos (fuente) y los tejidos (disipador) de hidratos de carbono importadores (Stitt y Krapp, 1999; Grossman y Takahashi, 2001). Durante la germinación y el desarrollo temprano de la plántula, los azúcares pueden reprimir la movilización de nutrimentos, el alargamiento del hipocótilo, reverdecimiento de cotiledones y la expansión y desarrollo de los brotes. Con relación a la formación de bulbos, se sabe que la sacarosa estimula la formación de órganos de reserva en las plantas bulbosas (Smeekens, 2000; Gazzarrini y McCourt, 2001).

2.9.1. Carbohidratos y floración

Para la floración, la exportación de hidratos de carbono aumenta en la hoja así como la movilización de almidón, es decir, los carbohidratos del floema tienen una función crítica en la transición floral (Corbesier *et al.*, 1998). La sacarosa rescata el fenotipo de floración tardía (Araki y Komeda, 1993; Roldan *et al.*, 1999) y promueve la floración (Roldan *et al.*, 1999). Los azúcares pueden controlar la transición floral (Ohto *et al.*, 2001). La detección de azúcar está implicada en la regulación de la senescencia de la hoja que coincide con una disminución en el contenido de clorofila y la actividad fotosintética (Jiang *et al.*, 1993). Varias líneas de investigación señalan que el metabolismo anabólico de los azúcares (especialmente de la sacarosa) posee un rol crucial en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Roitsch y González, 2004). Además del desarrollo vegetativo, la distribución de carbono y las señales que los azúcares generan, controlan el desarrollo reproductivo. La inducción a floración está asociada a la movilización de almidón y a un aumento transitorio en la exportación de fotoasimilados hacia el meristemo apical, sugiriendo que los azúcares transportados por vías floemáticas son un factor crítico (Rolland *et al.*, 2006). El éxito reproductivo de una planta depende que la inducción floral, y posterior floración, tengan lugar en el momento más adecuado, cuando las condiciones ambientales sean favorables (Bernier *et al.*, 1993). La iniciación floral es un proceso regulado por muchos factores internos y externos de las plantas, los cuales interactúan espacial y temporalmente, lo que hace que el entendimiento de estos procesos sea muy complejo (Tan y Swain, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del proyecto

El presente trabajo se realizó en el invernadero número 6 y en el Laboratorio de Horticultura del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento (CIEAF) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), ubicada en El Cerrillo Piedras Blancas, Estado de México, a 18 km al norte de la Ciudad de Toluca, a 19° 24' 03" y 19° 25' 11" de Latitud Norte y 99° 41' 01" y 99° 41' 53" de Longitud Oeste, a altitud de 2,600 m (INEGI, 2003). El clima predominante en el área es templado con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 12.6 °C, y presencia de heladas y precipitación promedio anual de 878.4 mm (García, 1988).

3.2. Material vegetal

Para este trabajo, el material vegetativo provino de la Empresa Coxflor®, ubicada en el municipio de Villa Guerrero. Se utilizaron bulbos de *Lilium* sp. del híbrido asiático 'Original love' (cal.14/16).

3.3. Manejo del cultivo

A pesar de tener una clasificación de la empresa, los bulbos de la caja se subdividieron en bulbos chicos y grandes; con peso menor a 39.0 g el bulbo fue considerado chico, y con peso mayor a 40.0 g grande.

Los bulbos se sembraron en una mezcla de agrolita, tepojal y tierra como sustrato con una proporcionalidad de 1:1:1 en macetas de 6.5", un bulbo por maceta y se establecieron en el invernadero número 6. Los riegos se realizaron cada 5 días. No se llevó a cabo ningún tipo de fertilización.

La medición de las variables fue en tres bulbos tomados al azar de cada tamaño (chicos y grandes), durante las siguientes fechas de evaluación: los bulbos originales (0 días), a los 15 días (brotación), a los 42 días (crecimiento), 54 días (floración) y 76 días (senescencia), todos estos después de la plantación.

3.4. Variables a evaluar

3.4.1. Azúcares por espectrofotometría

Para determinar la cantidad de azúcares se utilizó el método de ácido 3,5 dinitrosalicílico modificado (Miller, 1959), descrito en el apartado de anexo.

3.4.2. Azúcares en bulbo, brote y botones florales

Los azúcares se determinaron en el bulbo en las siguientes fechas: a la recepción del bulbo, a los 15 días después de siembra (brotación), 42 días (crecimiento), 54 días (floración) y 76 días (senescencia). También se determinó la cantidad de azúcar en el brote a los 15 días después de siembra, y en los botones florales a los: 42, 54 y 76 días después de siembra.

3.4.3. Determinación de medición de órganos vegetativos

Para determinar la longitud del bulbo se midió su diámetro al momento de la plantación y posteriormente en las etapas de aparición de botones florales y tallos. Esto se realizó con calibrador vernier. Este mismo procedimiento se llevó a cabo al momento de aparición de los botones florales.

Para tomar el peso del bulbo, se pesaron los bulbos en las diferentes fechas antes mencionadas. Para obtener el peso fresco de los brotes sólo se tomó el brote a los 15 dds, y para los botones se pesaron sólo los botones florales sin hojas, todo esto con ayuda de una balanza OHAUS Scout-Pro 400 g,

3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar, con dos tratamientos, el factor fijo fue el tamaño del bulbo, es decir chico o grande. Cada lote de bulbos, es decir por tamaño, constó de 15 plantas cada uno. En cada etapa de muestreo se tomaron tres plantas, cada una fue una repetición, para determinar las variables correspondientes. De los resultados obtenidos se realizó una ANDEVA con el programa SPSS versión 13, y cuando el valor de F fue significativo se realizó una comparación de medias con la prueba de t de student ($p \leq 0.05$) y posteriormente se realizó un análisis de correlación con el mismo programa.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Peso fresco del bulbo

En los dos tamaños de bulbo, la emergencia de los brotes sucedió a los 15 días después de la siembra (dds). A partir de esa fecha, como lo muestra la **Figura 2**, el peso de los bulbos disminuyó, siendo que para bulbos chicos su peso a partir de los 42 dds lo mantuvieron, y para los bulbos grandes del día 42 a los 54 dds elevaron su peso paulatinamente, pero para el día 76 dds disminuyó lentamente, esto de manera similar a lo reportado por Ortega-Blu *et al.* (2006) en bulbos de *Lilium*, y Toit *et al.* (2004) en bulbos de *Lachenalia*.

Ellos explicaron que al ser el almidón el principal carbohidrato de reserva del bulbo, la disminución de este carbohidrato observada durante las primeras 6 semanas de brotación, influyó en la disminución del peso del bulbo.

Esto se explicaría por el consumo y exportación de azúcares y nutrientes iniciales hacia raíces y hojas a partir del desdoblamiento del almidón; lo cual ha sido explicado en otras especies por la alta correlación entre la concentración de almidón y el peso de los bulbos (Toit *et al.*, 2004).

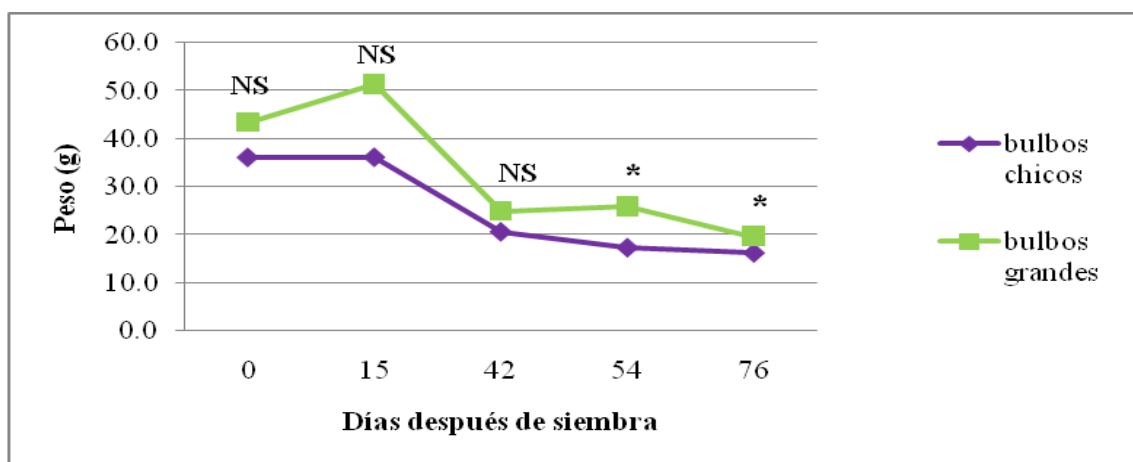


Figura 2. Peso fresco del bulbo de *Lilium* 'Original love' sin fertilizar. Los datos son la media de 3 repeticiones. *, Significativo a 0.05; NS, no significativo, con la prueba de t de student.

4.2. Azúcar en el bulbo

La **Figura 3** indica que durante la emergencia del brote (es decir, en los primeros 15 dds) para los dos tamaños del bulbo, el porcentaje de azúcar disminuyó. Esto, particularmente en los bulbos denominados chicos, de 1.1 a 0.5% de azúcar. A partir de los 15 dds se incrementó las concentraciones de azúcares en el bulbo, de 0.5 a 1.5 para bulbos chicos y de 0.8 a 1.3 para bulbos grandes. Este efecto puede estar relacionado por el contenido de los azúcares disponibles, la transformación de almidón a azúcares simples y su transporte a otros órganos de la planta (Toit *et al.*, 2004).

En estudios realizados, se sabe que inicialmente existe almidón almacenado en las escamas de los bulbos, el cual debe desdoblarse en azúcares más sencillos (Rolland *et al.*, 2006). Los azúcares en el bulbo de *Lachenalia* 'Ronina', tuvieron un incremento de azúcares solubles de la semana 2 a la 10 y posteriormente un decremento en estos

contenidos (Toit *et al.*, 2004), el cual se debe a la necesidad de traslocar dichos carbohidratos a los órganos demanda (ápices, hojas pequeñas, raíces, etc.). En el presente trabajo, de los 42 a los 54 dds, los bulbos chicos mantuvieron su concentración de azúcar, mientras que los grandes presentaron un ligero descenso de este anabolito.

Las reservas iniciales del bulbo, fueron empleadas para apoyar la demanda de los diferentes órganos en crecimiento. Posteriormente, para las dos clasificaciones de bulbos se observó una disminución hasta los 76 dds. Dicha disminución de azúcares en el bulbo en esta etapa se debe a alguna de las dos situaciones siguientes: la demanda por carbohidratos fue menor, ya que se habían formado hojas y botones, las primeras implicadas en la producción fotosintética (Toit *et al.*, 2004). Y esa misma capacidad de fotosíntesis permitió a las hojas abastecer a las flores y al resto de la planta (Bosque, 2010). La otra es que el almidón almacenado en el bulbo se hubiese acabado y por tanto no hubo posibilidad de mayor producción de azúcares.

De acuerdo a los resultados se sugiere un estudio que contemple la determinación de almidón para evidenciar la situación real.

En general, los datos confirman el comportamiento de pérdida de peso y azúcares en el bulbo dicho por Ohyama (1991), donde este comportamiento es temporal y reflejó una translocación inicial de reservas desde el bulbo madre a raíces, hojas y flores.

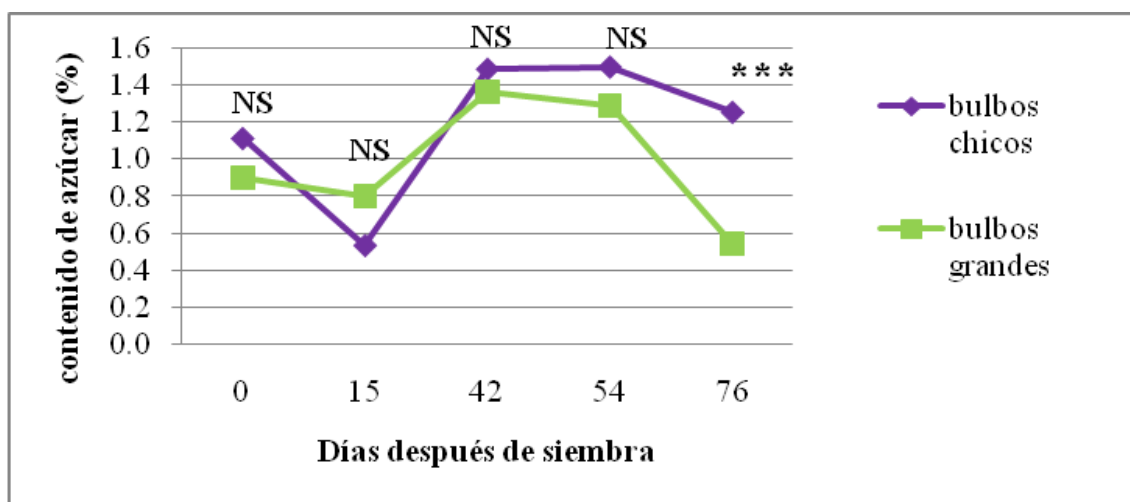


Figura 3. Contenido de azúcar en el bulbo de *Lilium* ‘Original love’ sin fertilización. Los datos son la media de 3 repeticiones por bulbo. ***, Significativo al 0.001; NS, no significativo, con la prueba de t de student.

4.3. Peso fresco de brotes

A los 15 dds, el peso fresco de los brotes de los bulbos chicos fue de 9.1 g, mientras que los grandes fue de 14.8 g (sólo se tomó en esta fecha, puesto que fue cuando se presentó el brote). Los resultados obtenidos muestran un resultado lógico, que a mayor tamaño de bulbo, mayor brote ($P \leq 0.01$) y viceversa, a menor tamaño de bulbo menor brote. Facchinetti y Marinangeli (2008) indican que la calidad del botón floral, largo de vara y grosor del mismo dependen del tamaño o calibre plantado.

En la práctica, el tamaño del bulbo, es decir, su calibre está relacionado con su precio de venta, esto dentro de cada cultivar.

4.4. Peso fresco de botones florales

El peso de los botones florales sólo se tomó a los 54 y 76 dds, ya que en estas fechas fue cuando los botones florales ya mostraban mayor tamaño y mejor apariencia, y su peso fue mayor ($P \leq 0.05$) para los bulbos grandes como lo muestra la **Figura 4**. Se puede observar que los bulbos chicos, en 22 días aproximadamente (de 54 a 76 dds) casi duplicaron su peso de botón floral, en los bulbos grandes el crecimiento fue menor.

De estos resultados se puede deducir que en bulbos chicos, sin un programa de nutrición, hubo una disminución en el desgaste de nutrientes en comparación de bulbos grandes. Artacho y Pinochet (2008), en su trabajo realizado en la producción de tulipán, donde el peso de las flores aumentó durante la floración y se mantuvo constante hasta la culminación del cultivo.

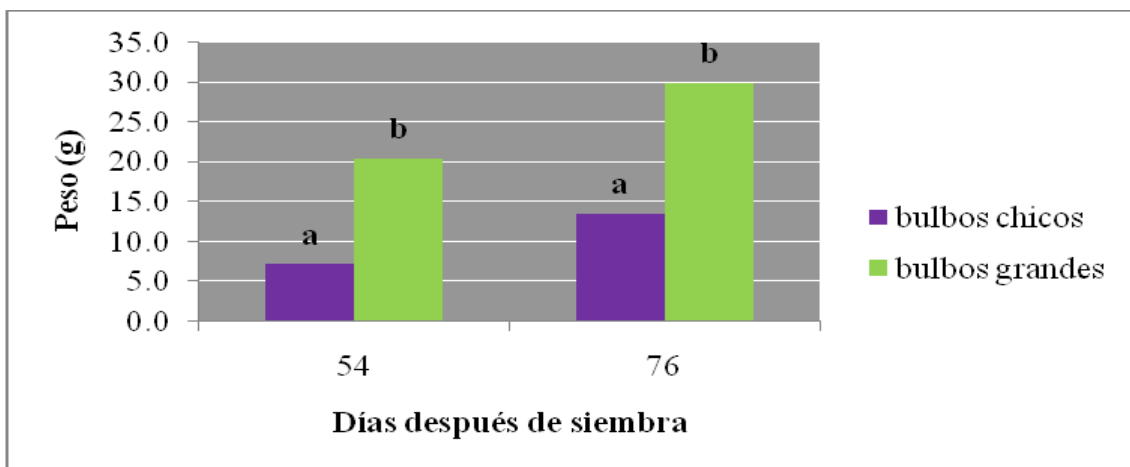


Figura 4. Peso fresco de los botones florales de *Lilium* 'Original love'. Los datos son la media de 3 repeticiones, la clasificación a y b se obtuvo con la prueba de t de student (0.05).

4.5. Azúcar de brote y botones florales

Los brotes de los bulbos chicos a los 15 dds presentaron mayor porcentaje de azúcar, en comparación con los brotes de los bulbos grandes, lo cual puede ser el resultado de una mayor acumulación en detrimento del crecimiento. Por tanto, no sólo la capacidad fotosintética y el contenido de azúcar influye en el crecimiento. Esto porque se indicó, el brote del bulbo grande tuvo mayor crecimiento que el brote del bulbo chico.

La **Figura 5**, muestra en tanto, el contenido de azúcar en los botones florales de los bulbos chicos a partir de los 42 dds hasta los 54 dds se elevó paulatinamente hasta los 76 dds.

El contenido de azúcares en los botones florales generados en bulbos grandes fue diferente, ya que del día 42 al 54 (siendo estadísticamente iguales con los botones florales de los bulbos chicos en estas fechas) hubo un incremento, disminuyendo ligeramente a los 76 dds.

Puesto que, la sacarosa es sintetizada en una hoja madura y se exporta a través del floema a otras partes de la planta. Los datos de este trabajo, siguieron una mayor actividad fotosintética, principalmente, las hojas generadas en plantas originadas por bulbos chicos. De tal manera que este azúcar puede ser transportado al botón floral.

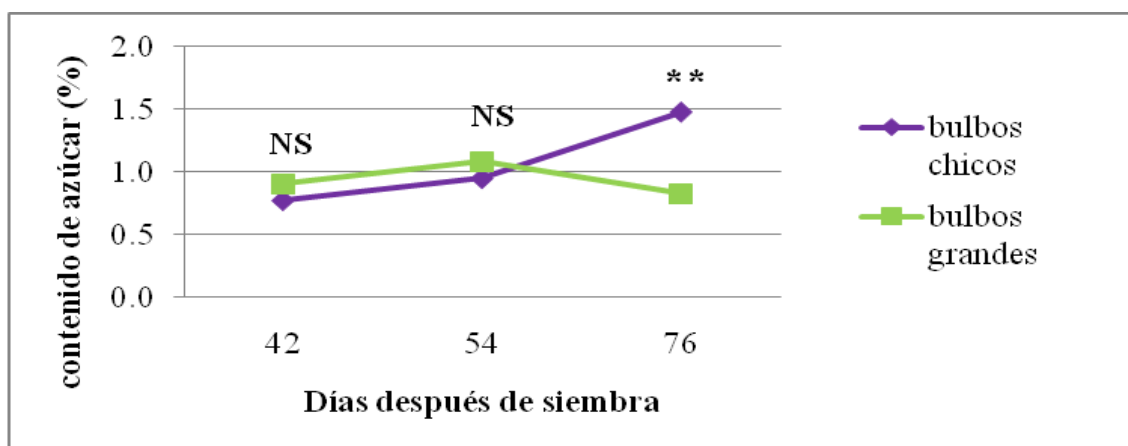


Figura 5. Contenido de azúcar en botones florales generados en bulbos chicos y grandes de *Lilium* 'Original love', sin fertilizar. Los datos son la media de 3 repeticiones. *, Significativo a 0.05; ** significativo a 0.01; NS, no significativo al 0.05 con la prueba de t de student.

4.6. Número de botones florales

Julio (2009) reportó que el calibre del bulbo modula la calidad de la flor; cuanto más pequeños menor cantidad de capullos florales por tallo, menor longitud del mismo y menor peso de la planta, sin embargo, esto se da principalmente entre calibres, y no en el presente trabajo, donde estadísticamente hubo variación en el número de flores por tallo, a pesar del tamaño inicial del bulbo de donde se originó cada tallo. Como se indica en la **Figura 6**, hubo baja producción de botones florales, influenciados principalmente, por la falta de fertilización. Sin embargo, Torres *et al.* (2009) no encontraron diferencias en el número de botones florales al comparar dos regímenes de fertilización nitrogenada contra un control sin fertilizar.

Además, se observó que la disminución de botones florales de 54 a 76 dds indica la presencia de algún estrés o enfermedades que generó caída de dichos órganos.

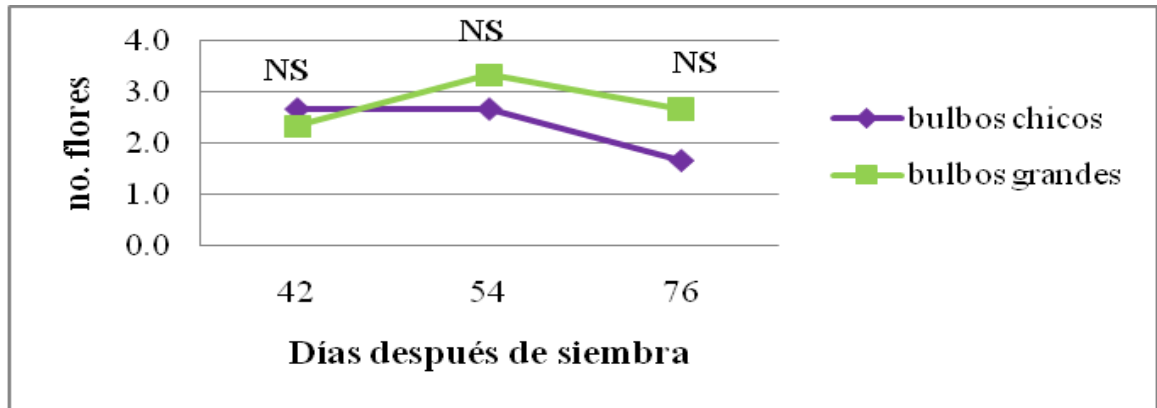


Figura 6. Número de botones florales de acuerdo al tamaño de bulbos de *Lilium* ‘Original love’, sin fertilizar. Los datos son la media de 3 repeticiones, un tallo por repetición . NS, no significativo con la prueba de t de student (0.05).

Sin embargo, aunque estadísticamente no hubo diferencias, económicamente si las hay. Por ejemplo Coxflor® (empresa proveedora del bulbo), la cual es una empresa pionera y líder en la producción de flores en México, marca una clasificación de calidad para la comercialización de *Lilium*, norma que se basa en la altura y el número de botones florales por tallo. Dicha clasificación muestra diferentes categorías, en donde la calidad *Plus* es de 4 a 6 botones por tallo y una altura de 90-110 cm; la calidad *Exp* es de 2 a 3 botones por tallo con una altura de 70 a 80 cm; y la calidad *Med* es de 1 a 2 botones por tallo con una altura de 70 cm. Con base en lo anterior, solo las plantas obtenidas de bulbos clasificados como “bulbos grandes” entran en la clasificación de *Exp*, mientras

que el resto de las plantas logran ingresar en la clasificación de *Med.* Esto solamente tomando en cuenta el número de botones.

4.7. Correlaciones

4.7.1. Correlación entre azúcar del bulbo y azúcar de botones florales

En el **Cuadro 3** se muestra las correlaciones significativas entre el azúcar de los bulbos con el azúcar de los botones florales. Sobresale el hecho de que a los 54 dds existe correlación negativa y significativamente entre el azúcar de los botones con el azúcar del bulbo.

Esto sugiere un período crítico de desarrollo, donde el azúcar del bulbo es altamente demandado por diversos órganos, entre ellos el botón. Esto es similar a lo dicho por Rees (1992), donde las reservas contenidas en el bulbo se desplazan desde el bulbo hacia la parte aérea en los primeros días de crecimiento, debido que ésta es la estructura de reserva para iniciar el crecimiento del cultivo.

De manera contraria, a los 76 dds se presentó correlación positiva y significativa entre el contenido de azúcar en el bulbo y el botón floral.

Es probable que la correlación se deba a que la demanda de los botones florales ahora sea satisfecha por las hojas, y además el proceso de acumulación de síntesis de azúcares por las hojas esté a una tasa de velocidad alta que permite que el azúcar se exporte al botón y al bulbo (Rodríguez, 1991).

Cuadro 3. Análisis de correlación para el azúcar de los bulbos con el azúcar del brote y botones florales de *Lilium* ‘Original love’, sin fertilizar.

	Azúcar botones 54 días	Azúcar botones 76 días
Azúcar bulbo 54 días	-0.814*	
Azúcar bulbo 76 días		0.934**

*Significativo al 0.05; ** altamente significativo al 0.01.

4.7.2. Correlación entre peso de bulbo y azúcar del bulbo

Se observa en el **Cuadro 4** que el contenido de azúcar del bulbo a los 76 dds tuvo una correlación negativa con el peso del bulbo a los 76 dds. Ésto sugiere que el almidón se desdobla y los azúcares se traslocan a la parte aérea (Rolland *et al.*, 2006) con la consecuente pérdida de peso del bulbo, y en este caso el aumento en el peso del botón floral.

Cuadro 4. Ámbito de análisis de correlación entre peso del bulbo y azúcar en el bulbo de *Lilium* ‘Original love’, sin fertilizar.

	Peso bulbo 76 días
Azúcar bulbo 76 días	-0.865*

*Significativo al 0.05; ** altamente significativo al 0.01.

4.7.3. Correlación entre peso de botones florales y azúcar en el bulbo

Si bien a los 76 dds las hojas ya deben estar aportando azúcar al botón, la correlación del

Cuadro 5 sugiere una alta demanda de estos carbohidratos para incrementar el peso del botón floral en *Lilium* ‘Original love’. Ortega-Blu *et al.* (2006) encontraron que la parte aérea se desarrolla a través de un rápido crecimiento en altura, aumentando su área fotosintética y se distinguen los botones florales, los nutrimentos se translocan hacia ellos, con lo cual las flores pasan a ser la demanda más importante.

Cuadro 5. Correlaciones presentadas entre peso de botones florales y el azúcar en el bulbo *Lilium* ‘Original love’, sin fertilizar.

Peso botones 76 días	
Azúcar bulbo 76 días	-0.899*

*Significativo al 0.05; ** altamente significativo al 0.01.

4.7.4. Correlación entre diámetros de botones flores y azúcar del bulbo

El contenido de azúcar del bulbo a los 42 y 54 dds presentó correlación negativa con los diámetros mayores de los botones florales a los 42, 54 y 76 (**Cuadro 6**). Esto sugiere, nuevamente, la necesidad de los carbohidratos para que el órgano floral aumente su tamaño, y que esta necesidad no ocurre, ya que no hay flores, en los inicios del desarrollo.

En plantas bulbosas, la demanda de carbohidratos de las flores usualmente no es cubierta completamente por el órgano de reserva, y por tanto, en la producción de flores,

el requerimiento interno de nitrógeno debe considerar la necesidad de producir hojas y flores (Pinochet, 1999). Es decir, el requerimiento es cubierto por las reservas del bulbo y los azúcares recién sintetizados.

Cuadro 6. Correlaciones manifestadas entre los diámetros de los botones florales con el azúcar del bulbo de *Lilium* ‘Original love’, sin fertilizar.

	Diámetro mayor 42 días	Diámetro menor 42 días	Diámetro mayor 54 días	Diámetro mayor 76 días
Azúcar bulbo 42 días			-0.877*	
Azúcar bulbo 54 días	-0.897*			-0.925**

*Significativo al 0.05; ** altamente significativo al 0.01.

4.7.5. Correlación entre azúcar del bulbo y peso del mismo con el azúcar de botones florales

Las correlaciones del azúcar en los botones florales y azúcar en el bulbo, son contradictorias a los 54 y 76 dds. Ya que los 76 dds es positiva (**Cuadro 7**).

Esto indica una posible cinética entre los requerimientos de la demanda (botón floral) y una fuente (el bulbo). Además, existe el aporte de las hojas e indica la necesidad de elaborar curvas de requerimiento nutricional (Ortega-Blu *et al.*, 2006). Por otra parte, el peso del bulbo a los 15 es negativa correlacionado con el contenido de azúcar del brote a los 15 dds.

Cuadro 7. Correlaciones entre el azúcar del bulbo y el azúcar en el brote y botones florales de *Lilium* ‘Original love’, sin fertilizar.

	Azúcar bulbo 54 días	Azúcar bulbo 76 días	Peso del bulbo 15 días
Azúcar brote 15 días			-0.828*
Azúcar botones 54 días	-0.814*		
Azúcar botones 76 días		0.934**	

*Significativo al 0.05; ** altamente significativo al 0.01.

4.7.6. Correlación entre peso de botones florales y bulbo con azúcar de botones florales

Existe correlación negativa entre el contenido de azúcar del brote a los 15 dds con el peso del bulbo a los 15 dds. El azúcar en los botones florales a los 76 dds esta negativamente correlacionada con el peso de los botones florales a los 76 dds como lo muestra el **Cuadro 8**. Esto es posiblemente, porque la planta esta enfocada a la formación de hojas y botones florales, y los nutrimentos, agua, carbohidratos, etc., mismos que a su vez pasarán a ser parte de los carbohidratos presentes en dichos órganos se enfocaran para formar nuevos brotes o en su caso botones florales.

Reid (2009) reportó que los almidones y azúcares almacenados dentro de los tallos, hojas y pétalos proporcionan la mayor parte del alimento necesario para que las flores se desarrollen, abran y mantengan su color.

Cuadro 8. Análisis de correlación presentada entre el peso de brote y botones florales con el azúcar del brote y botones florales de *Lilium* ‘Original love’, sin fertilizar.

	Peso botones 76 días	Peso bulbo 15 días
Azúcar brote 15 días		-0.828*
Azúcar botones 76 días	-.843*	

*Significativo al 0.05; ** altamente significativo al 0.01.

4.7.7. Correlación entre número de flores y peso de botones florales

Se observó que lógicamente, a mayor ganancia de peso en botones a los 54 dds, mayor número de flores por planta a los 54 dds (**Cuadro 9**). Esto indica una correlación posiblemente relacionado con la calidad del tallo, ya que a mayor número de botones florales, mayor peso del mismo.

De manera interesante, el peso de los botones florales a los 76 dds se correlacionó positivamente con el número de flores a los 76 dds. Quispe (2011), en su investigación, con la variedad Starfighter híbrido Oriental bulbos de calibre 14/16, observó 4 botones por planta, en este trabajo, también se empleó dicho calibre.

El tamaño del bulbo o calibre influye directamente en el número de botones florales, tal como lo menciona Larson (1998).

Cuadro 9. Correlaciones entre diámetros y número de flores con el peso de botones florales de *Lilium* ‘Original love’, sin fertilizar.

	No. Flores 54 días	No. Flores 76 días
Peso botones 54 días	0.895*	
Peso botones 76 días		0.876*

*Significativo al 0.05; ** altamente significativo al 0.01.

4.7.8. Correlación entre diámetro de botones florales y número de flores

En el **Cuadro 10** se encontró la correlación negativa entre el número de flores a los 42 dds con el diámetro mayor del botón floral a los 54 dds. Esto posiblemente se deba a que a mayor número de flores por planta, existe una disminución en el diámetro del botón. Al respecto, Fuentes (1994) señaló que algunos fitoreguladores tienen una acción sobre las plantas que provocan que un gran número de yemas evolucionen a flores, en consecuencia se consigue un aumento en el número de flores.

Este trabajo, como no existió fertilización, posiblemente no se obtuvo un aumento en la presencia de botones florales. Para este cultivo, el diámetro de botón floral es importante para el floricultor, puesto que cuando se tiene diámetros anchos, ya en el momento de la antesis las flores son densas, los tépalos están más contiguos, con mayor atractivo y se ven de mayor tamaño, mientras que cuando el diámetro es angosto sus tépalos son

delgados o raquíuticos, perdiendo en cierto grado parte de su calidad y atractivo (Villalobos, 2013).

Cuadro 10. Correlaciones entre diámetros de botones florales y número de flores con diámetros y número de flores de *Lilium* ‘Original love’, sin fertilizar.

	Diámetro mayor 42 días	No. Flores 42 días	Diámetro mayor 54 días
No. Flores 42 días			-0.863*
Diámetro menor 54 días		-0.863*	
Diámetro mayor 76 días	0.916*		

*Significativo al 0.05; ** altamente significativo al 0.01.

V. CONCLUSIONES

No existió diferencia significativa en el número de flores por efecto del tamaño, grande o chico, de bulbos de *Lilium* 'Original love' en cultivo sin fertilizar. El número de botones florales para ambos tamaños fue bajo en relación al ofrecido por el vendedor (4 flores por tallo). Sin embargo, el peso del botón floral originado por el bulbo grande si fue de mayor tamaño que el originado por el bulbo chico. Es decir, en este trabajo se observó que el tamaño inicial del bulbo, en un rango que el proveedor del mismo considera igual, la diferencia en el tamaño de la flor, si esta relacionada al tamaño del bulbo.

El peso del bulbo durante el desarrollo del cultivo generó diferencias a los 54 y 76 dds, donde el bulbo grande peso más que el bulbo chico. Pero a los 76 dds, los bulbos chicos presentaron mayor cantidad de azúcar.

Las correlaciones entre el azúcar del bulbo, los brotes y los botones florales indican un movimiento, y es posible ver la influencia de otros órganos vegetales que no se estudiaron como por ejemplo, las hojas.

VI. RECOMENDACIONES

Finalmente con este trabajo se puede recomendar realizar un estudio que contemple la determinación de almidón para evidenciar la situación real del cultivo de *Lilium*, ya que no se determinó la cantidad de azúcar en las hojas, lo cual permitiría establecer un mejor conocimiento sobre el desplazamiento de los azúcares a partir del bulbo, pasando por tallo, hojas y flores.

Si posteriormente se realiza este estudio más detalladamente se podría dar a conocer a los productores para que tengan noción sobre el tipo de material que adquieren, puesto que les ayudaría para seleccionar los bulbos, los cuales no siempre los más grandes llegaran a proveer mayor número y calidad de botones.

Con este trabajo se observó que no se requiere de una mayor fertilización, lo que permitiría recomendar a los productores un cultivo con mínima fertilización, ya que las flores obtenidas aunque en número no fue favorable, presentaron una buena calidad. Esto impactaría en la importancia económica, disminuyendo los gastos de producción.

VII. ANEXOS

Método de 3,5 dinitrosalicílico

Los materiales vegetativos se maceraron en un mortero, se les agregó 30 ml de agua destilada, se filtró para separar los restos sólidos y se procedió como a continuación se describe:

Se tomaron 5 ml del jugo filtrado en un matraz de 100 ml y se le adicionaron 5 ml de H:Cl (ácido clorhídrico). Se colocó a 65 °C en baño de agua por 10 min. Se dejó enfriar a temperatura ambiente, se aforó con agua destilada a 100 ml, se agregó unas gotas de fenoftaleina y se neutralizó con NaOH (Hidróxido de sodio) al 10%. En tubos de cristal de 10 ml se adicionaron 0.5 ml de la muestra y 0.5 del reactivo 3,5 dinitrosalicílico. Los tubos se colocaron en baño de agua a 100 °C por 5 min. Se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se le añadió 5 ml de agua destilada. Se agitó y se realizó la lectura a 540 nm en espectrofotómetro.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Aimone T. (1986). Success with perennials. Culture notes. Grower-Talks 49 (11): pp. 125-133.
2. Alcaraz N. y Sarmiento R. (1989). Cultivo de *Lilium*. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Murcia, España. 5:31.
3. Araki T., and Komeda Y. (1993). Flowering in darkness in *Arabidopsis thaliana*. Plant J. 4, 801-811.
4. Arrom C. (2012). Hormonal changes during flower development in floral tissues of *Lilium*. Planta. pp. 425-430.
5. Artacho P. y Pinochet D. (2008). Producción de materia seca y absorción de nitrógeno del cultivo del tulipán (*Tulipa gesneriana* L.). Agrociencia 42:37-45.
6. Asociación Colombiana de Exportadores de Flores. (2004). ¿Quiénes somos?. Disponible en: <http://www.asocolflores.org> (Revisado el 27 de noviembre de 2014).
7. Auzaque-Rodríguez, O., H.E. Balaguera-López, J.G. Álvarez- Herrera y G. Fischer. (2009). Efecto de la vernalización de bulbos reutilizados sobre la calidad de la flor de lirio (*Lilium* sp.) en la Sabana de Bogotá. Agron. Colomb. 27(1), 65-71.
8. Avigad G. and Dey P. M. (1997). Carbohydrate metabolism: Storage carbohydrates. pp. 143-204.

9. Bañón A. S., Cifuentes D. R., Fernández J. A. H. y González A. B. A. (1993). *Gerbera, Liliium, Tulipán y Rosa*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 250 pp.
10. Beck R. (1984). The “hows” and “whys” of hybrid lilies. *Florists Rev.* 175 (4529): pp. 22-27.
11. Bernier G., Havelange A., Houssa C., Petitjean A., Lejeune P., (1993). Physiological signals that induce flowering. *The Plant Cell* 5, p. 1147-1155.
12. Bidwell R.G. (1979). *Plant Physiology*. Collier McMillan. Int. Edit. pp. 713-726.
13. Bosque S. H. G. (2010). *Fisiología vegetal*. Programa global de Enseñanza-Aprendizaje. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de agronomía. Carrera de ingeniería agronómica. 69 p.
14. Buschman J. C. y J. Soriano G. M. (2004). *Cultivo de Liliium de calidad*. *Horticultura internacional* 4 p.
15. Centro Internacional de Bulbos de Flor. (1992). *El cultivo del Liliium, flor cortada y en maceta*. Centro Internacional de Bulbos de Flor. Hillegom, Holanda. 288-293 pp.
16. Corbesier L., Lejeune P. and Bernier G. (1998). The role of carbohydrates in the induction of flowering *Arabidopsis thaliana*: Comparison between the wild type and a starchless mutant. *Plant*. 206, 131-137.
17. Daie J. (1985). Carbohydrate partitioning and metabolism in crops. *Horticultural Review*. Vol. 7. pp. 69-108.

18. De Hertogh August A. and Le Nard Marcel. (1993). The physiology of flower bulbs. Elsevier Science Pub., Institut National de la Recherche Agronomique, Ploudaniel, France. 14 p.
19. Duncan W. G. (1975). Maize. In: Crop physiology: some case histories. Ed L. T. Evans. Cambridge University Press. London, Great Britain. pp. 23-50.
20. Enomoto H., Kohata K., Nakayama M., Yamaguchi Y. and Ichimura K. (2004). 2-C-methyl-D-erythritol is a major carbohydrate in petals of *Phlox subulata* possibly involved in flower developmen. Journal of plant physiology. 161, 977-980.
21. Facchinetti C. y Marinangeli P. (2008). Avances en la producción nacional de bulbos de *lilium*. AgroUNS, Año V, N° 9. 9 p.
22. Francescangeli N. (2007). El cultivo de *Lilium*. INTA. Buenos Aires, Argentina. pp. 4-35.
23. Fuentes Y., J. L. (1994). Botánica agrícola. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. Edición Mundi-Prensa, 4° Ed. Madrid, España.
24. García M. E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. D. F.
25. Gazzarrini S. and McCourt P. (2001). Genetic interactions between ABA, ethylene and sugar signaling pathways. Corr. Opin. Plant Biol. 4, 387-391.
26. Gibson S.I. (2000). Plant sugar-response pathways: Part of a complex regulatory. Plant Physiol. 124, 1532-1539.

27. Grossman A. and Takahashi H. (2001). Macronutrient utilization by photosynthetic eukaryotes and the fabric of interactions. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 52, 163-210.
28. Hay R. M. and Walker A. J. (1989). Dry-matter partitioning. Introduction to the physiology of Crop yield. New York, USA. pp. 114-121.
29. Herreros D. M. L. (1983). Cultivo del *Lilium* (Azucena híbrida). Servicio de extensión agraria, Centro Regional de Tacoronte, Junta de Canarias. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid. 28 p.
30. Hudson T. H. and Kester D. E. (1976). Propagación de plantas. Editorial Continental, Ciudad de México. pp. 594-598.
31. INEGI (2003), Carta topográfica San Miguel Zinacantepec ESC 1:50 000, México.
32. Jiang C. Z., Redermel S. R. and Shibles R. M. (1993). Photosynthesis, Rubisco activity and amount, and their regulation by transcription in senescing soybean leaves. *Plant physiol.* 101, 105-112.
33. Julio G. V. (2009). Influencia de dos intervalos de fertilización con nitrato de calcio en la vida en florero de *Lilium* “Menorca”.
34. Koch K. E. (1996). Carbohydrate modulated gene expression in plants. *Annu. Rev. Plant Physiology. Plant Mol. Biol.* 47, 509-540.

35. Kohashi S. J. (1979): Fisiología del frijol. En: contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Mark Engleman. (Ed.) Rama de botánica, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 39-58.
36. Larson R. A. (1998). Introducción a la floricultura. Departamento de Ciencia Hortícola. Universidad de Carolina del Norte. Roy A. Larson editor. México. 543 p.
37. Lucas W. J. y Madore M. A. (1988). Recent advances in sugar transport, *in* Carbohydrates. Vol. 3 of the Biochemistry of plants. Academic Press, New York. pp. 35-38.
38. Miller G. L. (1959). Método del ácido 3,5 DNS en mieles finales. Revista ICIDCA No 1, XX. 31; 426.
39. Miller W. (1993). *Lilium longiflorum In: The physiology of flower bulbs.* Elsevier Science Publishers. Amsterdam, Holanda. Pp: 391-422.
40. Montesinos V. A. (2007). Cultivo de *Lilium*. En: Manual, Producción de flores cortadas - IX Región. Chile. Salviat improres. pp. 17-36.
41. Moolenaar, S.A. 2000. Lylibase. Catálogo de variedades. Holanda. s.p.
42. Ohto M., Onai K., Furukawa Y., Aoki E., Araki T. and Nakamura K. (2001). Effects of sugar on vegetative development and floral transition in *Arabidopsis*. Plant Physiol. 127, 252-261.
43. Ohya T. (1991). Assimilation and transport of nitrogen in tulip (*Tulipa gesneriana*) as pursued by N. Jarq. 25:108-116.

44. Ortega B. R., Blu C. M. y Olate M. E. (2006). Determinación de las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium* spp. para flor de corte. *Agrociencia*, vol. 40, núm. 1. Colegio de Postgraduados México 13 p.
45. Osset S. (1977). Recorrido por la bulbicultura holandesa. *Revista de horticultura*. Centro Internacional de Bulbos. Reportaje. 22 p.
46. Pajic Z., Babio M. and Rodosvljevi M. (1992). Effect of environmental factors on changes in carbohydrate composition of sweet corn. *Genetika*. 24: 49-56.
47. Pinochet D. (1999). Fertilización de plantas bulbosas. *In: Cultivo y Manejo de Plantas Bulbosas Ornamentales*. Seemann, P., y N. Andrade (eds). Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. pp: 123-127.
48. Prioul J. L. (1984). Discussion of stomatal and non-stomatal components in leaf photosynthesis; decline under stress. *Advances in photosynthesis Research*, 4: 355-378.
49. Quispe C., M. P. (2011). Evaluación del comportamiento agronómico de tres variedades de *lilium* (*lilium* sp.) en diferentes mezclas de sustratos en tres comunidades del municipio de Combaya departamento de La Paz. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía-UMSA. La Paz, Bolivia.
50. Rees A. R. (1992). *Ornamental Bulbs, Corms and Tubers*. Wallingford, England. 210 p.

51. Reid S. M. (2009). Poscosecha de las flores cortadas. Manejo y recomendaciones. Universidad de California, Davis. 13 p.
52. Rodríguez O. A. (2009). Efecto de la vernalización de bulbos reutilizados sobre la calidad de la flor de lirio (*Lilium* sp.) en la sabana de Bogotá. Agron. Colomb. 27(1), pp. 65-71.
53. Rodríguez R. M. (1991). Fisiología vegetal. Cochabamba – La Paz, Boivia. Ed. Los Amigos del Libro. 445 p.
54. Roitsch T. y González M.C. (2004). Function and regulation of plant invertases: sweet sensations. Trends Plant Science Journal 9, p. 606-613.
55. Roldan M., Gómez M. C., Ruiz G.L., Salinas J. and Martinez Z. J. M. (1999). Sucrose availability on the aerial part of the plant promotes morphogenesis and flowering of *Arabidopsis* in the dark. Plant J. 20, 581-590.
56. Rolland F., Baena G. E., Sheen J. (2006). Sugar Sensing and Signalling in plants: Conserved and Novel Mechanisms. Annual Review of Plant Biology 57: p. 675-709.
57. Sagarpa. (2008). Consejo de la flor del Estado de México. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/Red%20fr%C3%ADo%20floricultores%20mexiquenses.pdf (Revisado el 17 de marzo de 2015).

58. Sagarpa. (2004). Sistema de información Agropecuario de Consulta por Entidad Federativa. 1980-2003 (SIACON). Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (Revisado el 18 de septiembre de 2014).
59. Schiappacasse F. (1999). Cultivo de *Lilium*. In: Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. Seemann, P., y N. Andrade (eds). Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. pp: 3-12.
60. Smeeckens S. (2000). Sugar-induced signal transduction in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 51, 49-81.
61. Smith A. (1972). Pathways of carbohydrate fermentation in the roots of marsh plants. Planta 146, 327-334.
62. Stitt M. and Krapp A. (1999). The interaction between elevated carbon dioxide and nitrogen nutrition: The physiological and molecular background. Plant Cell Environ. 22, 583-621.
63. Tan F., Swain S. M. (2006). Genetics of flower initiation and development in annual and perennial plants. Physiologia Plantarum 128, p. 8-17.
64. Toit E., Robbertse P. and Niederwieses J. (2004). Plant carbohydrate partitioning of *Lachenalia* cv. Romina during bulb production. Scientia Horticulturae 102:433-440.
65. Torres G. J. A., Benavides M. A., Ramírez H., Robledo T. V., González F. J. A., Díaz N. V. (2009). Aplicación de Lodo Industrial Textil Crudo en la Producción de Lilis Bajo Invernadero. Congreso Iberoamericano de Plásticos en la Agricultura.

66. Villalobos M. R. (2013). Efecto de biol en el cultivo de Liliun (*lilium* sp.) bajo carpa solar. Tesis de grado. Facultad de agronomía. Universidad mayor de San Andrés. 141 p.
67. Zhu T. and Wang X. (2009). Large-scale profiling of the Arabidopsis transcriptome. *Plant Physiol.* 124, 1472-1476.