



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS

AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE HIDROCIENCIAS

CULTIVO DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum*) EN SISTEMA HIDROPÓNICO Y APLICACIONES DE ÁCIDO GIBERÉLICO

JOEL BECERRA GARCÍA

T E S I S

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

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

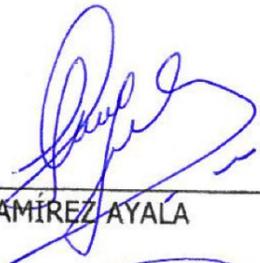
2016

La presente tesis titulada: **Cultivo de lisianthus (*Eustoma Grandiflorum*) en sistema hidropónico y aplicaciones de ácido giberélico**, realizada por el alumno: **Joel Becerra García**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
HIDROCIENCIAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. CARLOS RAMÍREZ AYALA

ASESOR



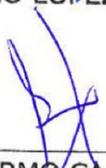
DR. ROBERTO ASCENCIO HERNÁNDEZ

ASESOR



DR. ANSELMO LÓPEZ ORDAZ

ASESOR



M.C. GUILLERMO CARRILLO FLORES

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Enero de 2016

CULTIVO DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum*) EN SISTEMA HIDROPÓNICO Y APLICACIONES DE ÁCIDO GIBERÉLICO.

Joel Becerra García

Colegio de Postgraduados, 2016

RESUMEN

Se estudiaron cuatro cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*): "ABC Blanco", "ABC Lavanda", "ABC Purpura" y "Mariachi Azul", el objetivo fue evaluar su comportamiento productivo y calidad de flor de corte, bajo las condiciones climáticas del municipio de Villa Guerrero, utilizando un sistema hidropónico y con aplicaciones de ácido giberélico (AG₃). Se realizó un diseño de bloques completos aleatorizados, el factor de evaluación fue la variación de dosis de ácido giberélico (0 ppm, 75 ppm, 150 ppm, 250 ppm), las aplicaciones se hicieron de manera aleatoria en cada uno de los bloques que corresponden a los cultivares. Las variables evaluadas fueron ciclo productivo, largo de vara, diámetro de tallo, número de botones florales, peso fresco del tallo, diámetro de flor y vida poscosecha. El análisis estadístico consistió en análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Fisher con $\alpha = 0.05$ para determinar el mejor tratamiento. Los cultivares ABC Lavanda y ABC Purpura fueron más precoces, tuvieron un ciclo de 94 y 91 días, los cultivares ABC Blanco y Mariachi Azul tuvieron ciclos de 135 y 130 días, además de tallos más largos y mayor peso de materia fresca. Las aplicaciones de ácido giberélico en concentración de 150 y 250 ppm acortaron el tiempo a floración en un rango de 5 a 8 días. No hubo diferencia estadísticamente significativa con las aplicaciones de AG₃ en las variables: diámetro de flor, diámetro de tallo, vida de florero, peso de materia fresca, sin embargo estas características fueron diferentes para cada cultivar de lisianthus. Los resultados obtenidos indican que es posible producir flores de lisianthus de calidad en cultivo hidropónico y con aplicaciones de AG₃ para mejorar altura de planta y acortar el ciclo de producción.

Palabras clave: Lisianthus, *Eustoma grandiflorum*, sistema hidropónico, ácido giberélico

CULTURE OF LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum*) IN HYDROPONIC SYSTEM AND APPLICATION OF ACID GIBBERELIC.

Joel Becerra García

Colegio de Postgraduados, 2016

ABSTRACT

Four cultivars of *Eustoma grandiflorum* were studied: "ABC White", "ABC Lavender", "ABC Purple" and "Mariachi Blue", the objective was to evaluate their productive behavior and flower quality under the climatic conditions of Villa Guerrero, Edo. of Mexico in 2015, using a hydroponic system and applications of gibberellic acid. A randomized complete block design was used, the assessment factor was the dose of gibberellic acid (AG₃) (0 ppm, 75 ppm, 150 ppm, 250 ppm). The variables studied were production cycle, stem length, stem diameter, number of buds, fresh weight of stem, flower diameter and postharvest life. Statistical analysis consisted of analysis of variance and means comparison with Fisher test with $\alpha = 0.05$ to determine the best treatment. Cultivars ABC Lavender and ABC Purple were earlier, had a cycle of 94 and 91 days, cultivars ABC White and Mariachi Blue cycles were 135 and 130 days, in addition to longer stems and greater fresh weight. The gibberellic acid concentration of 150 and 250 ppm shortened the time to flowering in a range of 5 to 8 days. There was no statistically significant difference in applications AG₃ in the variables: diameter of flower, stem diameter, vase life, and fresh weight. The results indicate that it is possible to produce quality lisianthus flowers in hydroponics and AG₃ applications to improve plant height and shorten the production cycle.

KEY WORDS: *Eustoma grandiflorum*, Hydroponics, gibberellin, floriculture

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Rafael Becerra Solano y Juana Rosa García Pichardo por su apoyo siempre.

Al Doctor Carlos Ramírez Ayala por el apoyo y consejo durante los cursos, investigación y estancia en el Colegio de Postgraduados.

Al Doctor Roberto Ascencio Hernández, Doctor Anselmo López Ordaz y Maestro en Ciencias Guillermo Carrillo Flores por su consejo y asesoría para la realización de esta investigación.

A mis compañeros y amigos que durante mi estancia en el Colegio de Postgraduados hicieron de esta etapa de mi vida una muy grata experiencia.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento de mis estudios de Maestría.

DEDICATORIA

A mis hermanos: Cinthia, Marilú, Rafael, Eduardo y Rosy.

CONTENIDO

RESUMEN	II
ABSTRACT	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE CUADROS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
INTRODUCCION GENERAL.....	1
OBJETIVOS.....	4
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
HIPÓTESIS	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Situación de la Floricultura en México.	5
Taxonomía.....	6
Origen	6
Descripción botánica.....	7
Importancia Económica	7

Cultivares	9
Propagación.....	11
Producción de Flor de Corte	15
Suelo o Sustrato.....	15
Densidad de Plantación.....	15
Luz.....	16
Temperatura.....	17
Fertilización.....	18
Riego.....	21
Ciclo del cultivo	21
Plagas	22
Enfermedades.....	23
Cosecha.....	23
Poscosecha	23
Acido Giberelico	24
Cultivo Hidroponico de Lisianthus	25
MATERIALES Y METODOS.....	29
Sitio Experimental	29
Material Vegetal	29

Instalación del Experimento	29
Solución Nutritiva	30
Diseño experimental	31
Variables Respuesta	33
RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
Ciclo de cultivo.....	35
Altura de Planta	38
Diámetro del tallo.....	41
No. Botones Florales.....	44
Peso Materia Fresca	45
Diámetro de flor	47
Vida Poscosecha.....	48
CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFIA	51
ANEXO A.	61

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de la solución universal de Steiner	19
Cuadro 2. Propiedades físicas del sustrato.	30
Cuadro 3. Fertilizantes utilizados en la preparación de la Solución Nutritiva.	30
Cuadro 4. Composición de fertilizante comercial Kelatex Multi.	31
Cuadro 5. Tratamientos de Ácido Giberélico aplicados a lisianthus.	32
Cuadro 6. Disposición de tratamientos en campo	33
Cuadro 7. Parámetros ambientales durante el desarrollo del cultivo.	36
Cuadro 8. Ácido Giberélico en el Ciclo de cultivo de lisianthus	38
Cuadro 9. Ácido Giberélico en la altura de planta en cultivo de lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i>)	39
Cuadro 10. Comparación de los cultivares de lisianthus en ciclo y altura cultivados en sistema hidropónico.	41
Cuadro 11. Comparación en Diámetro, Botones Florales y Peso Materia Fresca. ..	42
Cuadro 12. Diámetro del tallo de Lisianthus con diferentes dosis de AG3.	43
Cuadro 13. Diámetro de Flor y Vida Poscosecha de Cultivares de Lisianthus	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Días a Floración de los cultivares de lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i>) producidos en hidroponía.....	36
Figura 3. Altura de los cultivares de lisianthus producidos en hidroponía.	39
Figura 4. Diámetro de tallo de los cultivares de lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i>) con aplicaciones de AG3.	43
Figura 5. Numero de Botones Florales de los cultivares de lisianthus (<i>Eustoma</i> <i>grandiflorum</i>) con aplicaciones de AG3.	45
Figura 6. Peso Fresco de los cultivares de lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i>) con aplicaciones de AG ₃	46
Figura 7. Diametro de Flor en cultivares de lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i>) con aplicaciones de AG3.....	47
Figura 8. Vida poscosecha de cultivares de lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i>) con aplicaciones de AG ₃	49
Figura 9. Semilla de lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i>)	61
Figura 10. Plantula de lisianthus.....	61
Figura 11. Plantula lista para trasplante.	62
Figura 12. Sustrato: tepojal y Riego por Goteo.....	62
Figura 13 y 14. Lisianthus a 30 días de trasplante.....	63
Figura 15. Lisianthus cv. ABC Azul a 30 días de trasplante.	64

Figura 16. Tutoreo de Lisianthus.	64
Figura 17 y 18. Sistema Cultivo Hidropónico de Lisianthus.	65
Figura 19. Lisianthus cv. ABC Lavanda.	66
Figura 20. Lisianthus cv. ABC Blanco.	66
Figura 21. Lisianthus cv. ABC Purpura.	67
Figura 22. Lisianthus cv. Mariachi Azul.	67
Figura 23. Flor de Lisianthus cv. ABC Purpura.	68
Figura 24. Flor de Lisianthus cv. ABC Blanco.	68

INTRODUCCION GENERAL

El Lisianthus es nativo del Oeste de Nebraska, Colorado, Wyoming, sur de Dakota, Kansas, centro de Texas; así como del norte de México (Ohkawa *et al.*, 1991), su potencial como flor de corte fue desarrollado por compañías de semilla japonesas que hicieron mejoras significativas (Harbaugh, 2000).

El lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) pertenece a la familia de las Gencianáceas (Melgares de Aguilar, 1996). Es una importante planta ornamental cultivada principalmente en Europa, Japón y Estados Unidos (Halevy y Kofranek, 1984), siendo la décimo tercer flor más vendida y la octava mejor pagada en las subastas holandesas; en Japón ocupa el tercer lugar en ventas, mientras que en los Estados Unidos es la quinta flor más consumida (INFOCENTER - FIA, 2010). Existe una gran variedad de cultivares agrupados en series desarrolladas por distintas compañías de semillas, las más comercializadas en México son la serie Mariachi y ABC, antes conocidas como Ávila, Balboa y Catalina. El interés de la producción de esta especie se relaciona con la gran diversidad de flores, su alta productividad y buena duración en florero (Bárbaro *et al.*, 2009). Su cultivo no presenta grandes problemas técnicos, las estructuras de soporte y conducción son semejantes a las utilizadas en producción de claveles, crisantemos y liliun, entre otras flores; permitiendo a los productores diversificar los cultivos sin mayores complicaciones (Melgares de Aguilar, 1996).

En México *E. grandiflorum* es una especie de reciente introducción cuya demanda en el mercado nacional va en aumento, por lo que se considera un cultivo

con amplias perspectivas (Cruz–Crespo *et al.*, 2006). En el estado de México, el municipio de Villa Guerrero es el principal productor de flores de corte tanto para el mercado local, como para exportación, siendo el principal destino Estados Unidos. No existen datos de la superficie cultivada con *lisianthus* ya que es una flor de reciente introducción y su cultivo no se ha extendido debido a que se le ha considerado de gran dificultad. El principal problema que enfrentan los productores son las enfermedades criptogámicas (*Rhizoctonia spp*, *Fusarium spp*, *Phytophthora infestans*, *Pythium*, *botritis*) ya que es una planta muy sensible y se han presentado casos donde no se alcanza el periodo de cosecha. La opción que se ha dado es la desinfección con productos químicos, anteriormente con bromuro de metilo, pero a partir de la prohibición de este producto se comenzó a utilizar el Metam Sodio como principal opción para la desinfección de suelos en la región, con el inconveniente de que solo es efectiva por cierto periodo, a partir del cual se tiene que comenzar el uso de agroquímicos, fungicidas principalmente para el posterior control de las enfermedades. Además de la desinfección se requieren prácticas culturales como: camas elevadas, incorporación de materia orgánica, encalado, esto encaminado a mejorar las propiedades físico químicas del suelo.

Otra de las prácticas agronómicas en floricultura es el uso de hormonas, en este caso la aplicación de ácido giberélico, que cumple un importante papel fisiológico en el desarrollo de las semillas, el desarrollo de la floración, el crecimiento del tubo polínico y la elongación de brotes y tallos (Ikeda *et al.* 2001).

El cultivo hidropónico se presenta como una opción para la producción de lisianthus, en esta investigación se realiza una revisión bibliográfica de la información de cultivo de lisianthus en hidroponía, se resume a manera de guía para conocer aspectos relacionados con el establecimiento, el tipo de sistema hidropónico, sustrato, riego, nutrición, cosecha y poscosecha, además se evalúan cuatro cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivados en un sistema hidropónico y aplicaciones de diferentes dosis de ácido giberélico con el fin de mejorar la calidad de las flores cortadas y reducir el tiempo de cosecha.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el desarrollo y calidad de cuatro cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) bajo condiciones hidropónicas y con aplicación de ácido giberélico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.-Determinar el tiempo de floración y calidad de flores de cuatro cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) en un sistema de cultivo hidropónico, bajo las condiciones climáticas del municipio de Villa Guerrero, Edo. De México.

2.- Determinar dosis óptima de Ácido Giberélico para mejorar la precocidad y calidad de flores de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*).

HIPÓTESIS

1.-El sistema hidropónico en tepojal (piedra pomice) con riego por goteo es una opción para la producción de flor de corte de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*)

2.-La aplicación de Ácido Giberélico incrementa la calidad de flores de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*), a la vez que disminuye el tiempo de floración.

REVISION DE LITERATURA

Situación de la Floricultura en México.

Los principales estados productores de flores en el país son el Estado de México, Puebla y Morelos, en el Estado de México sobresale el municipio de Villa Guerrero, que ocupa el lugar número 16 a nivel nacional de municipios con mayor valor de producción agrícola, con una superficie cosechada de 5014 Hectáreas y un valor de producción de 2130 millones de pesos, siendo las flores de corte el cultivo principal y entre las que destacan el Crisantemo, Gladiola, Clavel, Rosa, Liliun, Áster, Gérbera, Alstroemeria. (SIAPa, 2012). En el mercado internacional México participa con menos del 1 por ciento de las exportaciones, a pesar de contar con una amplia diversidad de climas y suelos fértiles, costos de producción bajos y cercanía a uno de los mercados más importantes que es el de Estados Unidos. La industria florícola de México no se destaca como consecuencia de diversos factores que van desde bajos niveles de productividad, baja producción de flores de calidad, desorganización de productores, falta de capital para invertir en el sector, preferencia en el mercado interno, poca innovación, falta de capacitación en los productores en algunos casos (Musalem O., 2006). En la búsqueda por mejorar el mercado florícola, se pretende la introducción de nuevos cultivares como es el caso del Lisianthus, cultivo que en Estados Unidos no era muy conocido hasta la década de los ochenta a pesar de llevar mucho tiempo antes en los catálogos de semillas, y que ahora tiene y mantiene un crecimiento en la demanda mundial (Harbaugh B.K., 2000). En México aún no es popular su cultivo y no se cuenta con estadísticas sobre la superficie cosechada ni

su valor de producción, incluso las publicaciones técnicas sobre el cultivo de *Lisianthus* en México son limitadas a artículos científicos publicados por Universidades que no son propiamente guías técnicas de cultivo. Los sistemas de producción también son parte importante en el desarrollo de la floricultura en México, a pesar de la experiencia de los campesinos en la producción, hace falta mayor capacitación y la implementación de nuevas técnicas de cultivo como es el caso de la hidroponía que implica una serie de ventajas para hacer de la floricultura una industria más competitiva y lograr mayor participación internacional.

Taxonomía

Reino: Plantae, División: Angiospermas, Clase: Magnoliopsida, Orden: Gentianales, Familia: Gencianáceas, Género: *Eustoma*, Especie: *grandiflorum*. (Turner, 2014).

Origen

El *Lisianthus* pertenece a la familia de las Gencianáceas, cuyo nombre científico es *Eustoma grandiflorum* (L.) (Sinónimos *Lisianthus ruselliana* y *Eustoma rusellianum*) (Melgares de Aguilar, 1996). Esta especie también es conocida como gentiana de las praderas o campana azul de Texas, es una flor silvestre originaria del oeste de Nebraska, Colorado, Wyoming, sur de Dakota, Kansas, centro de Texas, así como del norte de México (Ohkawa *et al.*, 1991). Se le encuentra creciendo a lo

largo del cauce de los arroyos y ríos donde siempre tienen acceso al agua (Turner, 2014).

Descripción botánica

Plantas anuales o bianuales. Forma una roseta de hojas, sobre la que se desarrolla un tallo de 40 o 50 cm de largo en cuyo extremo aparecen las flores largamente pediceladas de 6 a 9 centímetros de diámetro y de colores entre el azul y el púrpura, en las variedades silvestres. Hojas simples, opuestas, sésiles, glabras, ovadas a lineal-lanceoladas. Flores vistosas, soportados sobre pedúnculos largos, terminales y solitarias o paniculadas. Cáliz profundamente hendido, con lóbulos atenuantes. Corola profundamente acampanada con lóbulos grandes, erectos, glabros de color rosa, púrpura de lavanda, a blanco. Estambres 5 o 6, insertados en la garganta de la corola; anteras versátil, lineal, de color amarillo. Estilos erectos, delgados, glabros; estigmas general 2-lobuladas, sus superficies superiores densamente y minuciosamente glandular-pubescentes. Cápsulas elipsoide, 2 con válvula glabra. Semillas numerosas, reticuladas, más o menos globosas (Turner, 2014).

Importancia Económica

El *lisianthus* es una importante planta ornamental cultivada principalmente en Europa y Asia donde se encuentra dentro del top 10 en ventas, en Estados Unidos ha crecido el interés entre los consumidores debido a la amplia variedad de colores

disponibles y a su excelente vida de florero (15 a 20 días), se cultiva tanto para flor de corte como para maceta (Harbaugh, 2006). En los últimos años el lisianthus se ha posicionado en las principales especies más vendidas y mejor pagadas dentro de las subastas holandesas, Wazir J.S.(2014) menciona que 10 millones de tallos por mes son vendidos tan solo en la subasta holandesa, seis millones de flor sencilla y cuatro millones de flores dobles de lisianthus. En las últimas dos décadas se ha extendido su comercio en Estados Unidos, Holanda, Europa Israel y Sudáfrica, la razón principal de su creciente popularidad es la gama de variedades disponibles, los tonos y formas de flores, la adaptación a diferentes climas y tener una buen vida de florero (Wazir, J.S. 2014).

En México, no se cuenta con estadísticas sobre la superficie cultivada y su comercialización, sin embargo, es una planta que se adapta fácilmente a diferentes condiciones agroclimáticas, se conoce que se cultiva en los estados de Baja California, Coahuila, Puebla, Jalisco, Morelos y el Edo. De México, se ha observado cada vez mayor aceptación en el mercado ya que anteriormente era poco conocida y en los últimos años su demanda ha ido en aumento, es considerada una flor fina ya que no se encuentra disponible en grandes cantidades y por el alto precio al que se comercializa. Olvera (2004), reporta dentro de su Evaluación Técnica Financiera de Lisianthus (*E. grandiflorum*) para Flor de Corte en Invernadero, que en la Central de Abastos (CEDA) de Iztapalapa, D. F. México, el comercio del lisianthus oscilaba entre los 1,500 a 3,000 tallos semanalmente, a un precio de \$80.00 a \$120.00 el ramillete de 10 tallos. Además de que los ramilletes de 10 tallos directamente en las

florerías de la zona de Texcoco, Edo. De México el precio oscilaba entre los \$ 100.00 y \$150.00; mientras que al productor directamente se le pagaban por ramillete de \$45.00 a \$ 55.00.

En el Mercado de Flores de Tenancingo en el 2014, el precio promedio al público fue de 80 y 120 pesos, y en el Mercado de Jamaica el precio está entre 150 y 120 el ramillete que varía entre 5 y 10 varas dependiendo el calibre y altura de tallo; además los colores que más demanda tienen son el Blanco, Morado y Rosa, Las variedades más comercializadas en México son de la serie Mariachi y de la serie ABC.

En Estados Unidos, Hankins (2009) reportó que en 2001 el precio medio de lisianthus, proveniente de California, al mayoreo era de 10 dólares el manojo de diez tallos; mientras que las flores de mayor calidad se vendieron en 1.5 dólares el tallo.

Olvera (2004), reporta que el precio de flores de Lisianthus provenientes de California en el mercado de Chicago se comercializa entre 9 y 10 dólares el ramillete con 10 flores; mientras que los provenientes de Ecuador, Florida y Holanda en el mercado de Boston oscilan entre los 10 y 11.5 dólares por ramillete.

Cultivares

Nuevos híbridos con diferente forma de flor, intensidad de color, combinación de colores (bicolor) y de pétalos múltiples o sencillos son introducidos cada año al mercado. Más de 150 cultivares únicamente para flor de corte están disponibles, la

mayoría de estas especies mejoradas en Japón. (Roh, M.S, 1989). Su introducción en Europa y Japón se hizo en los años 1830's. En Estados Unidos comienza a aparecer en los catálogos de semillas en 1886, sin embargo sigue siendo prácticamente desconocida hasta 1980 (Halevy and Kofranek, 1984; Roh and Lawson, 1984). Los productores japoneses de flores empezaron a cultivar esta especie en las regiones más frías de Japón con el propósito de obtener flores de corte, estando disponibles únicamente flores moradas. Después de varios ciclos de cultivo, mediante hibridación, cruza y/o mutaciones, se obtuvieron plantas con inflorescencias blancas y rosas (Cortés, 1998). A través de sucesivos programas de mejoramiento, realizados en su mayoría por empresas japonesas, se han obtenido cultivares híbridos F1 de flores blancas, rojas, albaricoque o con mezcla de colores, con longitudes de tallo de 60 a 90 cm y con flores sencillas o dobles; estas últimas con dos o tres filas de pétalos (Melgares de Aguilar, 1996). Algunos de los Principales ofertantes mundiales de cultivares de lisianthus son Sakata Seed, Takii, PanAmerican Seed, Evanthia. Diversos cultivares se suman año con año, con nuevos colores, reducción del arrosetamiento, resistencia al calor y a enfermedades, incremento de la germinación, mayor vigor de la planta, mayor fuerza en los tallos, uniformidad en la floración en las plantas y la vida poscosecha (Dole y Wilkins, 2005).

La selección de cultivar depende de las condiciones climatológicas de la región, principalmente de la temperatura, intensidad de luz y fotoperiodo que son los tres factores que activan el proceso de floración en orden de importancia (Sakata, 2012).

Los cultivares son divididos en series o grupos donde se seleccionan de acuerdo a la floración a un determinado número de nodos. (Sakata, 2012) Las variedades de Floración temprana se ubican en el grupo uno y la más tardía en el grupo cuatro. Algunas cultivares se enlistan enseguida:

Grupo 1. (10 nodos) Doublini, Borealis, ABC 1.

Grupo 2. (12 Nodos) Echo, ABC 2.

Grupo 3. (15 nodos) ABC 3, Mariachi, Cessna, Adom.

Grupo 4. (18 nodos) Arena IV, Croma IV, Mariachi Grande W.

Propagación

Su reproducción se realiza normalmente por semilla, aunque también se puede hacer por esqueje o por cultivo *in vitro* (Torres, 2011). La semilla se comercializa peletizada, un gramo tiene aproximadamente 700 semillas, la temperatura óptima para germinación es de 21 grados Celsius, temperaturas altas inducen la formación de rosetas (etapa de reposo inducida) la cual es difícil de curar. Se germina en charolas de 288 o más cavidades, en sustrato con buen drenaje, libre de enfermedades, pH de 6.2 a 6.5 y Conductividad Eléctrica de 0.75 dS/m (extracción 1:2). La semilla no debe ser cubierta ya que se necesita un mínimo de 1000 lux por 6 horas para la germinación. La duración de producción de plántula dura entre 8 y 10 semanas bajo condiciones controladas. Se trasplanta cuando tiene de 2 a 4 pares de hojas verdaderas dependiendo del tamaño permitido por el volumen de sustrato en la charola de germinación (Sakata, 2012).

Si no se cuenta con las condiciones adecuadas para la producción de plántulas, no se obtienen plántulas uniformes y su desarrollo es reducido, por esta razón es común entre los productores de flor de corte de *lisianthus* adquirir la plántula de alguna empresa especializada en esta labor. Bárbaro *et al.* (2009), evaluaron el sistema flotante como alternativa al sistema convencional para la producción de plántulas de *lisianthus*, que consiste en la utilización de charolas de poliestireno, las cuales flotan sobre una pileta desde la siembra al trasplante, concluyeron que el sistema flotante es una alternativa mejor que el sistema convencional y que las plántulas de *lisianthus* obtenidos son de mayor tamaño, calidad y homogeneidad en menor tiempo. Por su parte Rivas A. y Sierra J.P. (2008) investigaron la utilización de zeolita y bioestimulante en la producción de plántulas de *lisianthus* cv Blue Balboa, los materiales que produjeron los mejores resultados en germinación, índice de mortalidad y crecimiento foliar y radicular, además de menor costo fueron mezcla de fibra de coco al 75% con mantillo de bosque al 25% y mezcla de fibra de coco al 50% con mantillo de bosque al 50%, la dosis de 2 cc/L de bioestimulante comercial Evergreen demostró mejorar la cantidad de masa foliar y masa radicular. La utilización de zeolita no demostró resultados significativos para la producción de plántulas de *lisianthus*.

La propagación asexual de esta planta puede hacerse mediante esquejes debido a que presenta un fácil enraizamiento, si se realiza en sustratos como la perlita y bajo un sistema de aspersion intermitente (Hass, 1986; Havelly, 1984; citados por Cortés, 1998). Sotomayor L. *et al.* (2011) con plantas de *lisianthus* cv.

“ABC 2-3 Blue Rim”, realizaron pruebas de enraizamiento de esquejes proveniente del raleo de las plantas madre, estos fueron tratados con tres niveles de ácido B-indolbutírico (250, 500 y 1000 ppm), alcanzando entre un 92 y 100% de éxito para los diferentes niveles de auxina utilizados, en el trabajo realizado por Cortés (1998), se probaron diferentes medios de cultivo y diferentes concentraciones de éstos; así como diferentes concentraciones de auxinas para el enraizamiento, dando como resultado que el mejor medio para la propagación del lisianthus es con una intensidad luminosa de 3,200 luxes y una concentración de $1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de ácido indolbutírico para el enraizamiento.

Para la producción de plantas de lisianthus cv. Mariachi, Sakata (2012) recomienda la metodología siguiente:

Primera fase (1-14 días). Realizar la siembra en charolas de plástico de 405 cavidades preparando un sustrato con 60 % peat moss y 40 % de perlita, cubrir la semilla con una capa ligera de vermiculita. Mantener el sustrato húmedo a una temperatura de 21 °C hasta la germinación y el pH debe estar entre 6.5 y 7.2 para proporcionar niveles suficientes de calcio. La iluminación debe estar entre 100 a 300 pies candela o 1 000 a 3 000 lux.

Segunda fase (14 – 21 días). Después de que emerge la plántula, colocar las charolas en un lugar ventilado y a temperatura entre 15 °C y 20 °C. Hay que

evitar las temperaturas nocturnas por arriba de 22 °C para no favorecer problemas de arrosetamiento. Fertilizar con 150 ppm de nitrógeno usando como fuente nitrato de calcio. Usar un sistema de nebulización para mantener la humedad, usar un ligero sombreado.

Tercera fase (21 – 56 días). Las plantas jóvenes son de muy lento crecimiento y no deben ser expuestas a temperaturas nocturnas altas que inducen formación de rosetas. Otros factores que deben evitarse son los bajos niveles de luz y la humedad excesiva, que propicien enfermedad y el crecimiento excesivo de las plántulas. Hay que fertilizar las plántulas con 150 ppm de nitrógeno, según sea necesario y mantener el sustrato a una CE entre 0.7 y 1.0 dS/m.

Cuarta fase (56 – 60 días). Las plántulas deben tener cuatro hojas verdaderas en esta etapa y ahora están listas para el trasplante. El *lisianthus* tiene un sistema radical sensible por lo que se debe cuidar que la raíz llene la cavidad y tenga desarrollo hacia abajo, evitando que se pase de tiempo, ya que la raíz empieza a torcerse y acarrea pérdida de calidad y dificultades al trasplante. Para evitar la formación de rosetas en las zonas cálidas se deben mantener temperaturas nocturnas de 15 a 17 °C y diurnas de 25 a 27 °C.

Producción de Flor de Corte

Suelo o Sustrato

Se requiere un suelo o sustrato libre de enfermedades, con una carga inicial de nutrientes y pH de 6.5 a 7, de preferencia rico en materia orgánica. Para el cultivo de lisianthus en maceta el sustrato debe tener buen drenaje, un sustrato con pH de 6.5 o menor resulta en una toxicidad nutrimental; los síntomas incluyen clorosis, crecimiento radical pobre, necrosis en el borde y ápice de las hojas y un crecimiento raquítico (Dole y Wilkins, 2005). Cuando el suelo tiene pH menor a 6.2 puede haber toxicidad de microelementos, especialmente zinc, limitando el crecimiento y causando clorosis y necrosis. (Harbaugh, 2006)

Densidad de Plantación

La densidad de plantación recomendada por PanAmerican Seed™ (2012) para verano es de 84 plantas·m² neto; mientras que para invierno es de 64·m² neto. El espaciamiento dependerá de si se conducirá el cultivo a un solo tallo o se podara para llevarlo a dos o más tallos. En general, el espacio es de 10 cm entre plantas y 15 cm entre hileras, hay que tomar en cuenta organizar las plantas para mejorar el movimiento del aire y prevenir enfermedades (Sakata, 2012).

Las plántulas están listas para su trasplante cuando desarrollan 2 o 3 pares de hojas verdaderas expandidas (Camargo *et al.*, 2004).

Luz

Requiere de intensidad luminosa media-alta (40,000 a 60,000 lux). No tolera el sol directo. Se recomienda un sombreado de 40 a 50% (Martínez, 2012). Condiciones de días largos favorecen la floración sin embargo temperaturas altas y días largos pueden provocar la floración en tallos cortos. Durante invierno, cuando la duración del fotoperiodo sea menor a 12 horas se puede utilizar luz complementaria (incandescente o HID) para acelerar la floración. A partir de la sexta hoja verdadera, los días cortos reducen el periodo de floración pero se obtienen tallos más cortos, en este caso se recomienda la aplicación de luz artificial (600-900 pies candela o 6,500-9,700 luxes) para completar de 15 a 20 horas de iluminación. Durante la etapa de Germinación requiere radiación de 100 a 300 pies candela o 1000 a 3000 lux. La luz ultravioleta intensifica el color de la flor (Sakata, 2012).

Niveles óptimos de luz (40,000-60,000 lux) fomentan un mayor número de botones y buen desarrollo de flores, luz excesiva (más de 70, 000 lux) puede reducir la longitud del tallo (PanAmerican Seed TM, 2012).

En un estudio realizado en Israel Lugassi-Ben-Hamo et al. (2009), reportó reducción de largo del tallo (arriba del 15%) y de número de botones florales por tallo (arriba del 26%) cuando se utilizó sombra con 88% de reducción de intensidad de luz, menciona que un sombreado intensivo es perjudicial para el lisianthus ya que reduce ramificación y calidad de la flor.

Temperatura

Tolera temperaturas de 12°C hasta 30°C. El rango óptimo es de 15°C a 26°C. No soporta temperaturas bajas. Con temperaturas bajas incrementa el calibre y tamaño de los tallos pero se retrasa la floración. Temperaturas por arriba de 28 °C durante las primeras cuatro semanas después del trasplante pueden inducir la formación de roseta en variedades susceptibles (Martínez, 2012), Domínguez (2008) menciona que si pasa de los 30°C durante varios días después del trasplante, ocasionara problemas de roseta. En el caso de la temperatura del suelo, Ohkawa et al. (1991) informaron que las semillas de *E. grandiflorum* son sensibles a las altas temperaturas, a partir de la absorción de agua durante la germinación, los primeros meses de crecimiento y hasta que los dos primeros pares de hojas se han formado. Harbaugh et al. (1992) trabajando con plantas de los cultivares Yodel White, Yodel Pink y GCREC Blue cultivados en suelo a 28 °C durante 0, 7, 14, 21 y 28 días, determinó que el aumento en el periodo de exposición a altas temperaturas aumenta el porcentaje de plantas arrosadas. En un segundo experimento con plantas de los cultivares USDA-Pink, Yodel White, Little Belle Blue y GCREC Blue cultivados por 3 semanas en suelo a 22 °C y posteriormente expuestas, por 28 días, a temperaturas de 22, 25, 28 y 31 °C, Harbaugh et al. (1992), reportaron que el aumento en la temperatura del suelo da como resultado el aumento en el porcentaje de plantas arrosadas. Pégola (1990) y Takeda (1988); citados por Ohkawa *et al.* (1994), concluyeron que *E. grandiflorum* requiere bajas temperaturas para romper el estado de roseta e inducir la floración. Llegaron a esta conclusión después de observar que

las plantas de *lisianthus* cultivar Fukushihai, que germinan durante los meses de julio o agosto, cuando las temperaturas medias diarias son de 25.3 a 26.7 °C forman rosetas, por la exposición a las altas temperaturas, y que el desarrollo y floración de estas plantas se produce sólo cuando son expuestas a temperaturas más bajas en invernaderos que no cuentan con calefacción.

Fertilización

En cultivo sin suelo se requiere un continuo abastecimiento de nutrimentos, el cual se suministra por medio de una solución nutritiva que contiene los elementos esenciales para el óptimo desarrollo de los cultivos, son suministrados en forma asimilable para las raíces de las plantas, esto se logra disolviendo los fertilizantes en agua, los elementos se disocian y quedan en forma iónica (Resh, 1987). Según Steiner (1961) una solución nutritiva consta de agua con oxígeno y de todos los nutrimentos esenciales en forma iónica y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como quelatos de fierro y de algún otro micro nutriente que puede estar presente. La solución nutritiva está regida por las leyes de la química inorgánica, ya que tiene reacciones que conducen a la formación de complejos y a la precipitación de los iones en ella, lo cual evita que estos estén disponibles para las raíces de las planta (De Rijck y Schrevens, 1998). La solución nutritiva debe cubrir los requerimientos nutrimentales de las plantas para obtener su máximo rendimiento, por lo que se deben evitar deficiencias o consumo en exceso ya que puede provocar toxicidad, cada especie vegetal que se cultiva en hidroponía requiere

de una solución nutritiva con características específicas, sin embargo, en forma frecuente se utiliza la solución nutritiva de Steiner (1984) y se varía exclusivamente la conductividad eléctrica de la solución nutritiva manteniendo constante el equilibrio iónico (Urrestrazu, 2000)

Elementos esenciales para la mayoría de las plantas superiores son: Molibdeno, Níquel, Cobre, Zinc, Manganeso, Boro, Hierro, Cloro, Azufre, Fosforo, Magnesio, Calcio, Potasio, Nitrógeno, Oxígeno, Carbono, Hidrógeno (Navarro y Navarro, 2003; Taiz y Zeiger, 2006).

Steiner (1961), señala que una solución nutritiva verdadera debe cumplir los siguientes requisitos: 1) una relación mutua de aniones, 2) una relación mutua de cationes, 3) una concentración iónica total y 4) un pH con tolerancia de +- 0.1; de esta manera desarrolló un método para preparar soluciones nutritivas. Para diferentes cultivos y climas, la concentración iónica total puede ser distinta, así como también el pH; lo cual significa que para la misma relación pueden derivarse diferentes formulaciones (Steiner, 1984). En el cuadro 1 se presentan las concentraciones de aniones y cationes para preparar la solución nutritiva de Steiner.

Cuadro 1. Composición química de la solución universal de Steiner (Steiner, 1984)

meq.l ⁻¹					
ANIONES			CATIONES		
NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
12	1	7	7	9	4

El lisianthus no requiere alta fertilización, se debe mantener una conductividad eléctrica en el suelo de 1.2 a 1.4 dS/m (1:2 extracción). Se recomienda el uso de fertilizantes basados en nitrato de calcio para tener tallos fuertes (Sakata, 2012).

En el cultivo de lisianthus en sistema hidropónico, la conductividad eléctrica (CE) varía dependiendo de la composición química de la solución nutritiva, la variedad a cultivar y las condiciones ambientales. Para el cultivo de lisianthus durante el verano, se recomienda que la CE se encuentre entre 1 y 1.2 dS.m⁻¹, mientras que en invierno debe ser de 1.5 a 1.6 dS.m⁻¹; el pH debe estar entre 6 y 6.5. (Abou-Hadid *et al.*, 1996; Resh, 1997; Fox, 1998).

Backes *et al.* (2008) reportaron niveles de contenido nutrimental similares en la materia seca de la parte aérea de plantas de lisianthus cultivados en tres diferentes soluciones nutritivas: solución prueba, solución nutritiva de Barbosa *et al.* (2000) y solución nutritiva de Steiner con conductividad eléctrica de 1.99, 2.21 y 2.14 mS·cm⁻¹ respectivamente y pH entre 5.5 y 6.5.

Harbaugh (2006), menciona que la proporción Nitrógeno-Potasio 1:1.5 resulta en plantas de alta calidad con excelente vida poscosecha. Frett *et al.* (1988) reporta que 150 ppm de calcio en el agua de riego o solución nutritiva resulta en plantas con tallos fuertes y gran número de botones, algunos cultivadores usan calcio y boro asperjado para prevenir la ruptura de tallos que puede llegar a ser muy frágil si el calcio y boro son limitados.

Riego

En floricultura convencional durante las primeras dos a tres semanas después del trasplante, se recomienda el uso de riego por aspersión para inducir buen crecimiento radicular y mantener el sustrato húmedo y fresco ya que esta etapa presenta susceptibilidad a formar roseta. Posteriormente dado que el lisianthus es nativo de áreas con baja humedad es recomendable el uso de riego por goteo para evitar exceso de humedad y proliferación de enfermedades fungosas (Sakata, 2012). En el cultivo hidropónico siendo una técnica intensiva de producción de plantas, se caracteriza por abastecer el agua y nutrientes de manera controlada y de proporcionar a las plantas los elementos nutritivos en concentraciones y proporciones adecuadas, utilizando sustratos inertes diferentes al suelo a los que se les adiciona de forma constante una solución nutritiva, con esto se logra un medio que proporciona las condiciones físicas, químicas y sanitarias más adecuadas para el desarrollo de los cultivos. (Espinoza, 1985)

Ciclo del cultivo

El lisianthus, una vez plantado pasa por tres fases claramente diferenciadas: la primera etapa dura entre 20 y 30 días y en ella la planta desarrolla poco su parte aérea, al contrario de las raíces, la segunda comprende otros 30 días aproximadamente, en ella el tallo se alarga y la planta emite tallos secundarios en número de tres a nueve dependiendo del cultivar, estos tallos alcanzan una altura

entre 30 y 50 cm; al final de ésta aparecen los botones florales; y la tercera, en la fase final con duración de otros 30 días aproximadamente, los botones engrosan y se desarrollan, a la vez que sus pedúnculos se alargan hasta alcanzar su altura definitiva. Posteriormente los botones viran de color verde al propio de la variedad y finalmente abren. El número de éstos oscila entre cuatro y diez por tallo. En total, el ciclo desde la plantación hasta floración puede durar entre 90 y 120 días, dependiendo de la variedad y época de plantación (Melgares de Aguilar, 1996).

El *Lisianthus* ha sido descrito como planta bianual o anual, en su ambiente natural, si las semillas germinan durante el verano, las plántulas expuestas a altas temperaturas formarían una roseta y sobreviven al invierno en esta etapa de roseta, las plantas florecerán el año siguiente por esa razón se comportan como bianual; si la semilla germina en la primavera y las plántulas se desarrollan en clima fresco, las plantas florecerán el mismo año, bajo estas condiciones se clasifican como anuales (Harbaugh, 2006).

Plagas

La guía de cultivo de *lisianthus* de Sakata (2012) menciona que el cultivo es atacado por mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), araña roja, pulgón (*Myzus persicae* y *Aphis gossypii*), mosca negra, minador, trips (*Thrips palmi*, *Frankliniella occidentalis*). El fungus gnats (*Basidysia* spp.) es una de las principales plagas de *lisianthus* (Price et al., 1988), se alimenta de raíces, hojas en contacto con el suelo, e incluso pequeñas plántulas. (Harbaugh, 2006).

Enfermedades

Es muy susceptible a enfermedades fungosas, tales como la peronospora, antracnosis, fusarium, botritis (Gray mold), cenicilla, rhizoctonia, virus del bronceado del tomate, virus del pepino y virus necrótico del lisianthus (Sakata, 2012)

Cosecha

Se realiza cuando los tallos tienen de 2 a 3 flores abiertas para que tenga una buena presentación. Se hace un corte en la base del tallo, dejando 2 o 3 entrenudos para asegurar un buen rebrote. La cosecha se hace en las mañanas cuando las flores y tallos están frescos. Una vez cortados los tallos, se colocan en agua limpia lo más rápido posible para evitar deshidratación. (Sakata, 2012).

Poscosecha

La flor cortada se preserva entre 10 a 15 días. Aunque se recomienda la adición de la sacarosa en solución (100 g L⁻¹) en combinación con un germicida para alargar la vida de florero y mejorar el color de los tallos (Cruz-Crespo *et al.* 2006). Harbaugh (2006) reporta que el lisianthus tiene una vida de florero de dos semanas y esta es una de las principales características de su gran aceptación, los cultivares difieren significativamente en su vida poscosecha, variando de 10 hasta 31 días. Las flores en las condiciones de baja intensidad de luz reducen su intensidad

de color de pétalos, incluso se llegan a quedar blancos en los botones florales que aún están por abrir al momento de cosecha, (Griesbach, 1992).

Se recomienda pulsos durante 24 horas con una solución de 5 a 10% de sacarosa (Halevy and Kofranek, 1984) o con BA (N⁶-benzyladenine) seguido de una solución al 4% de sacarosa para incrementar vida de florero de lisianthus de corte (Huang and Chen, 2002).

Ácido Giberélico.

El uso de ácido giberélico en el cultivo de lisianthus se ha hecho con el fin de evitar los problemas de arrosetamiento. En Francia, se recomienda tratamientos con ácido giberélico (AG₃) de 50 ppm, con efectos en la generación de tallos florales, sin embargo en Israel se trabaja con dosis de 250 ppm de AG₃ o bien 250 ppm de AG₃ más BA (Benciladenina, Promalin) (Lijalad, 1993).

Casella, E. (2012) menciona que con la aplicación de 300 ppm de AG₃ en variedades de lisianthus ABC y Arena White es factible adelantar la fecha de inicio de la floración. Para evitar el alargamiento de las plántulas de lisianthus durante temporada de bajas temperaturas y asegurar la calidad de los tallos, Jie Li *et al.* (2002) utilizaron Uniconazole a 50 ppm para mantener las plántulas arrosetadas antes del trasplante, sin embargo este tratamiento tendría que ser revertido una vez que se hace el trasplante para evitar demasiadas flores con tallos pequeños. La aplicación de ácido giberélico a 100 ppm revierte la inhibición causada por

uniconazole e induce rápido elongación de los tallos con o sin tratamiento a bajas temperaturas.

Aplicaciones de ácido giberélico (15-25 ppm) fueron reportados ser útiles para el desarrollo rápido del tallo, después de que las plantas comenzaran a elongar (Wilkins y Grueber, 1983), pero fallaron para acelerar la iniciación floral (Hismatsu *et al.*, 1999); Roh *et al.* (1989) informa también de aplicaciones de 250 ppm de ácido giberélico que promueven la elongación del tallo en lisianthus de corte.

Cultivo Hidropónico de Lisianthus

El cultivo en hidroponía incluye los sistemas en que las plantas crecen y desarrollan en un sustrato sólido diferente al suelo o en una solución. El suministro de agua y minerales se hace agregando una solución de fertilizante, que contiene los elementos químicos esenciales para las plantas, el concepto es equivalente a "cultivo sin suelo" (Miranda, E. 2012).

Velasco E. *et al.* (2011) mencionan las ventajas de los cultivos hidropónicos respecto al cultivo en suelo:

- Obtener productos agrícolas en áreas donde a campo abierto normalmente no se producen.
- Lograr productos agrícolas fuera de época, es decir, fuera del ciclo normal de producción a campo abierto.

- Con un buen diseño de la estructura, equipo adecuado y manejo, se logra aumentar la producción por unidad de superficie, incrementar el número de ciclos por periodo o año, escalonar la producción con base a fechas, mayor calidad de los productos. Todo esto trae como consecuencia una mayor producción y mayor rentabilidad del sistema.
- Se genera empleo permanente.
- Menor riesgo en la producción.
- Uso más eficiente del agua e insumos.
- Mayor control de plagas, malezas y enfermedades.

Se han realizado diversos ensayos para el cultivo de Lisianthus en hidroponía debido a las ventajas que esta técnica supone respecto al cultivo tradicional en suelo, el principal problema al que se enfrentan los productores en la producción de flores de corte de lisianthus es a las enfermedades causadas por los hongos fitopatógenos del suelo ya que es un cultivo muy susceptible y prácticamente es necesario la desinfección del suelo (Bromuro de Metilo, Metam Sodio, Solarización, etc.) en pre plantación para poder producir. El cultivo hidropónico tiene muchas ventajas principalmente se han utilizado como herramienta para elevar la producción de vegetales en cultivos intensivos de alto rendimiento, aunque se necesita una alta inversión inicial, los costos de producción son menores. Se han desarrollado diferentes sistemas de cultivo como la Aeroponía, sistema flotante, sistema NFT (Nutrient Film Technique), sistema NGS (New Growing System), además de sistemas

abiertos utilizando sustratos baratos y de origen local, siendo estos sistemas de menor inversión. En el sector de flor de corte se han ensayado con éxito el cultivo de rosa, gérbera, liliium, lisianthus. (Urrestarazu, 2004).

Londero (2007), evaluó las características productivas y comerciales de cuatro cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*): "Mariachi Pure White", "Echo Champagne", "Balboa Yellow", "Ávila Blue Rim", en sistema de flujo laminar (NFT) utilizando además tres soluciones nutritivas distintas. En las condiciones climáticas de la ciudad de Vicoso, estado de Minas Gerais en Brasil, el tiempo de trasplante a floración más largo con 87.22 días para Echo Champagne con una altura de tallo de 57.19 cm, el más corto fue de la variedad Ávila Blue Rim con 76 días y una altura de tallo de 55 cm. En otro estudio realizado en Sicily, Italia por Fascella (2009), se evaluaron crecimiento y floración de 4 variedades de lisianthus en un invernadero sin calefacción, se utilizaron híbridos con flores doble: "Echo White", "Echo Yellow", "Dream White", "Dream White Pink", cultivados en contenedores de polipropileno con sustrato mezcla de perlita y fibra de coco, en un sistema hidropónico abierto, los resultados mostraron que es posible obtener buen rendimiento y calidad en estas condiciones y sistema. La producción de lisianthus en cultivo sin suelo también fue ensayada en la provincia de Almería, España, por De la Riva-Morales (2013) en el ciclo verano-otoño, obteniendo gran precocidad y calidad de flores en los cultivares "Mariachi Blue Picotee", "Mariachi Pink", "Mariachi Blue" y "Mariachi Green" cultivados en perlita tipo B-12 como sustrato.

Londero (2005), evaluó el cultivo de lisianthus en macetas de 3 litros de capacidad y como sustrato una mezcla de arena, suelo y estiércol, los cultivares evaluados fueron "Echo Champagne", "Echo Pink", "Mariachi Pure White", "Ávila Blue Rim" y "Balboa Yellow" en densidades de tres, cuatro y cinco plantas por maceta.

Entre las desventajas de los cultivos hidropónicos esta la necesidad de una inversión inicial alta, un alto nivel de especialización y capacitación, las condiciones óptimas para el ataque de agentes patógenos sobre todo en sistemas cerrados. (Velasco et al. 2011).

Con la información revisada, se concluye que es posible la producción hidropónica de lisianthus ya que nos proporciona diferentes ventajas respecto al cultivo en suelo, por lo que en esta investigación se realizó un ensayo con cuatro cultivares en las condiciones que se describen a continuación.

MATERIALES Y METODOS

Sitio Experimental

La presente investigación se hizo en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México. Se ubica en la parte oriente del estado en las coordenadas geográficas 18°58' N y 99°05' O, a 2160 msnm. El cultivo se desarrolló en el ciclo otoño-invierno; en un invernadero sin calefacción con cubierta de polietileno con 30 % de sombra, los datos climáticos de temperatura y humedad relativa se registraron a diario.

Material Vegetal

Se cultivaron 1152 plántulas en total, de la serie ABC los cultivares ABC 2-2 Purpura, ABC 2-3 Lavanda y ABC 3-4 Blanco, y de la serie Mariachi se cultivó la variedad Azul; adquiridos en la empresa Plántulas de Tétela del Estado de Morelos.

Instalación del Experimento

El cultivo se estableció en tepojal (piedra pomice) obtenida localmente, las propiedades físicas del sustrato se muestran en el Cuadro 2. Se usaron bolsas de polietileno de 40x40 cm como contenedores, se colocaron cuatro plantas por contenedor y un total de 72 plantas por tratamiento, se colocaron dos hileras de contenedores por cama de cultivo y tres camas distribuidas a lo ancho del macro túnel. La plantación se hizo el día 4 de Octubre de 2014, antes del trasplante se aplicó AminoRaizyn (10g/litro) y Previcur N (1ml/litro) por inmersión de charolas.

Cuadro 2. Propiedades físicas del sustrato.

SUSTRATO	Densidad (g/cm ³)	Porosidad Total %	Capacidad de Aire %	Capacidad de Retención de Humedad %
TEPOJAL	1.149	51	25	26

Solución Nutritiva

Se realizaron los riegos diarios utilizando como solución nutritiva la formulada por Steiner con una conductividad eléctrica de 2 dS·m⁻¹ y pH de 6.5. Los fertilizantes utilizados se muestran en el Cuadro 3. Se utilizó agua de pozo para la preparación de la solución Nutritiva, el pH del agua fue de 6.8 y la conductividad de 0.18 dS.m⁻¹.

Cuadro 3. Fertilizantes utilizados en la preparación de la Solución Nutritiva.

FERTILIZANTE	MEQ/l	ANIONES			CATIONES		
		NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
		12	1	7	7	9	4
NITRATO DE CALCIO	9	9				9	
NITRATO DE POTASIO	3	3			3		
SULFATO DE POTASIO	3			3	3		
SULFATO DE MAGNESIO	4			4			4
FOSFATO DE POTASIO	1		1		1		

Para el suministro de microelementos se utilizó el producto Kelatex Multi del fabricante COSMOCEL con dosis de 0.046 gramos por litro., la composición del producto se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Composición de Microelementos en Fertilizante comercial Kelatex Multi.

Microelementos	Kelatex Multi %
Boro	0.4
Manganeso	2
Zinc	2
Cobre	0.15
Molibdeno	0.05
Hierro	6.25

Diseño experimental

El diseño experimental fue el de bloques completos aleatorizados, el factor de evaluación fue la variación de la dosis de ácido giberélico (0 ppm, 75 ppm, 150 ppm, 250 ppm), aplicada de manera aleatoria en cada uno de los bloques que corresponden a cada una de los cultivares: Mariachi Blue, ABC 2-2 Morado, ABC 2-3 Lavanda y ABC 3-4 Blanco. Las variables evaluadas fueron ciclo productivo, largo de vara, diámetro del tallo a los 15 cm., número de botones florales, peso de materia fresca del tallo, diámetro de flor y vida poscosecha. Los tratamientos se enlistan en el Cuadro 5 y la disposición en campo en el cuadro 6. El análisis estadístico consistió en análisis de varianza y en los casos donde hubo diferencia estadística significativa se aplicó una prueba de comparación de medias con la prueba de Fisher con $\alpha = 0.05$ para detectar el mejor tratamiento.

Cuadro 5. Tratamientos de Ácido Giberélico aplicados a los cultivares de lisianthus.

	BLOQUE CULTIVAR	TRATAMIENTO ACIDO GIBERELICO (ppm)
I	ABC Blanco	0
	ABC Blanco	50
	ABC Blanco	150
	ABC Blanco	250
II	ABC Lavanda	0
	ABC Lavanda	50
	ABC Lavanda	150
	ABC Lavanda	250
III	ABC Purpura	0
	ABC Purpura	50
	ABC Purpura	150
	ABC Purpura	250
IV	M. Azul	0
	M. Azul	50
	M. Azul	150
	M. Azul	250

El modelo estadístico correspondiente para este diseño es:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}; \text{ con: } i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, 3, 4.$$

Donde:

y_{ij} : Variable respuesta

μ : Media general

τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j : Efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} : Error experimental del tratamiento i en el bloque j.

Cuadro 6. Disposición de tratamientos en campo

Fila 1		Fila 2		Fila 3	
ABC Lavanda 75 ppm	Mariachi Azul 150 ppm	ABC Blanco 75 ppm	Mariachi Azul 0 ppm	ABC Purpura 0 ppm	ABC Purpura 250 ppm
ABC Lavanda 150 ppm	Mariachi Azul 75 ppm	ABC Blanco 0 ppm	Mariachi Azul 250 ppm	ABC Purpura 150 ppm	ABC Purpura 75 ppm
ABC Lavanda 0 ppm	ABC Lavanda 250 ppm	ABC Blanco 250 ppm	ABC Blanco 150 ppm		

Variables Respuesta

Ciclo de Cultivo. Se determinó el número de días desde trasplante hasta que el primer botón cambio totalmente al color de la variedad.

Altura de la planta (cm). Se midió la distancia del tallo de la base de la planta al inicio del botón más alto.

Diámetro del tallo (mm). La medición del diámetro del tallo, a través de uso de un vernier, se realizó al momento del corte a los 15 cm a partir de la base del tallo.

Biomasa fresca (g). Peso de hojas, tallos, botones florales se realizó al momento de la cosecha con una balanza digital.

Botones Florales. Se contaron los botones florales totales al momento de cosecha.

Diámetro de Flor. Se midió con un vernier el diámetro de la primera Flor.

Vida de Florero. Se tomaron 5 plantas de cada tratamiento y se colocaron en agua de la llave (250mL), se repuso diariamente el agua consumida, en un cuarto cerrado con 12 horas de fotoperiodo y a temperatura ambiente, se contaron los días desde la fecha de corte hasta la marchitez de las tres primeras flores.

Se utilizó el programa Minitab 17 para realizar el análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ciclo de cultivo

La duración del ciclo productivo que considera los días desde trasplante hasta floración se muestran en la Figura 1, los cuatro cultivares tuvieron ciclos diferentes, mostrando la variedad ABC Púrpura mayor precocidad con 91 días, seguido por la variedad ABC Lavanda con 94 días, las variedades ABC Blanco y Mariachi Azul fueron los cultivares más tardíos en florecer con 135 y 130 días respectivamente. Los parámetros ambientales en el municipio de Villa Guerrero ocurridos durante el período experimental se indican en el Cuadro 7. De acuerdo a Martínez (2012) menciona una temperatura ideal para el cultivo de *lisianthus* de 15°C a 26°C, en esta investigación la temperatura media mínima llegó hasta 6.75 °C en el mes de enero y la temperatura media máxima a 21.86 °C en el mes de marzo, esto explica que la floración de los cultivares ABC blanco y Mariachi azul se haya retrasado, ya que de acuerdo a la guía de Sakata (2012), por regla general debe haber un promedio de 14 a 16 semanas de trasplante a floración. Los cultivares ABC lavanda y ABC púrpura tuvieron menor tiempo de trasplante a floración sin embargo su calidad fue menor de acuerdo a parámetros que más adelante se describen.

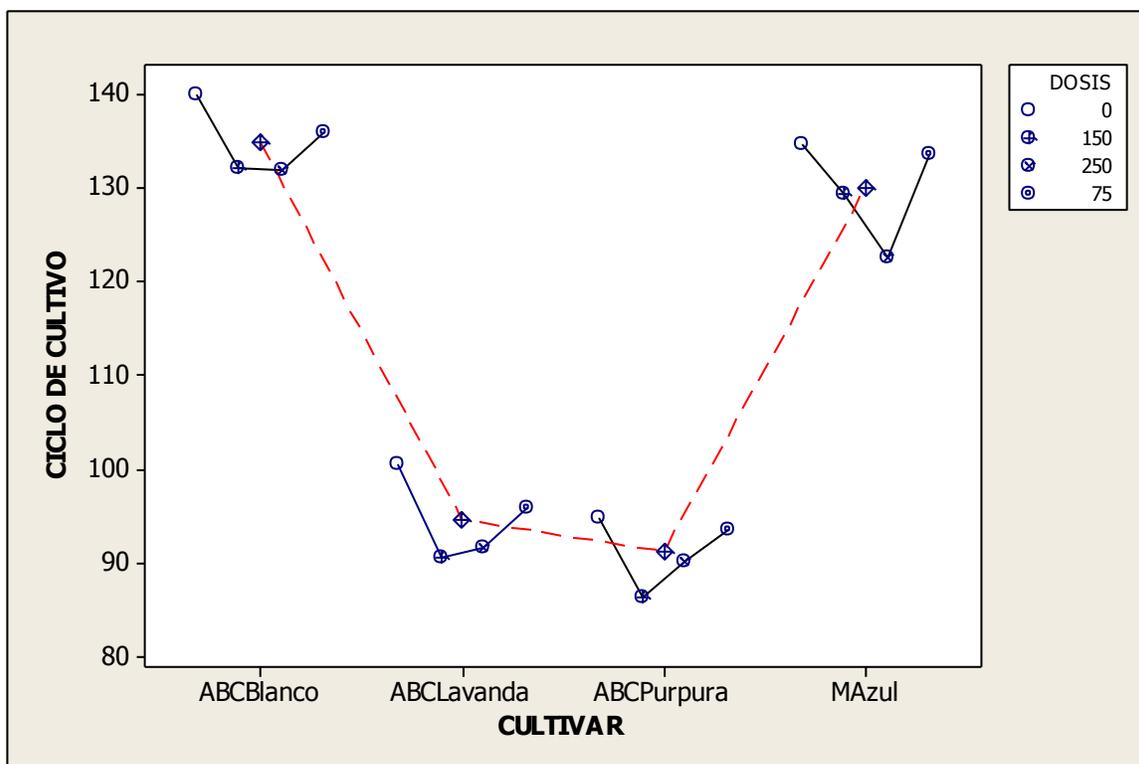


Figura 1. Días a Floración de los cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) producidos en hidroponía.

Cuadro 7. Parámetros ambientales durante el desarrollo del cultivo.

Mes	T. Max. C	T. Min. C	T. Media C	Rad. G. (w/M2)	HR (%)	ETP (mm)
Octubre	21.23	10.23	15.15	423.25	81.25	94.9
Noviembre	20.96	8.31	14.04	455.94	73.34	97
Diciembre	19.84	6.97	12.79	428.64	69.09	91.4
Enero	20.35	6.75	12.99	455.31	62.33	99.1
Febrero	21.68	7.15	13.93	493.11	56.75	104.9
Marzo	21.86	8.3	14.77	487.88	63.84	118.4

De la Riva (2013), en un ensayo de cuatro variedades de *lisianthus* en cultivo hidropónico en perlita, bajo las condiciones climáticas en Almería, España en el ciclo verano-otoño, determinaron un ciclo de cultivo con gran precocidad para todos los cultivares, entre 52 y 59 días de trasplante a cosecha de tallos florales, por otra parte los resultados encontrados por Melgares de Aguilar (1996) indica un ciclo de 90 a 120 días de acuerdo con la variedad y la época del año. Harbaugh *et al* (2000), reportan ciclos de producción de siembra a floración para variedades tempranas como "Heidi Cherry Blossom", "Ventura Purple", "Flamenco Pink Rim", y "Echo Lilac Rose" de 138 a 143 días, y para variedades tardías como "Bridal Ocean", "Mariachi White", "Mariachi Lime Green" de 162 días, tomando en cuenta que el periodo de siembra a trasplante fue de 74 días. Lo anterior demuestra la importancia de realizar ensayos con las variedades necesarias en las diferentes regiones agrícolas y en las diferentes temporadas del año, como podemos ver existe variación en el tiempo a floración dependiendo de las condiciones locales donde se desarrolla el cultivo y que varían desde 60 días de acuerdo a De La Riva (2013) hasta 130 días en esta investigación para el mismo cultivar (Mariachi Azul), sin embargo la calidad no es la misma.

De acuerdo a la comparación de medias de Fisher (1935), las aplicaciones de ácido giberélico mostraron resultados con diferencias significativas en la duración del ciclo de cultivo. Las dosis 150 ppm y 250 ppm mostraron inducir mayor precocidad a la floración en los cuatro cultivares en un rango de 5 a 8 días, los

resultados para cada cultivar se muestran en el cuadro 8. La aplicación de 75 ppm no mostró diferencia con el testigo (0 ppm). En cuanto al ciclo de cultivo en los cultivares ABC Purpura y Mariachi Azul, solo se encontró diferencia en los cultivares ABC Blanco y ABC Lavanda. Casella, E. (2012) reportó un adelanto en la floración a medida que aumentó la concentración de ácido giberélico para los cultivares ABC y Arena White, el tiempo transcurrido desde plantación hasta floración fue para las variedades ABC: 84, 84, 72 y 60 días y Arena White: 102, 92, 94 y 84 días para los tratamientos 0, 100, 200 y 300 ppm de AG₃. Estos resultados coinciden con los presentados en esta investigación, donde las aplicaciones de ácido giberélico adelantan la fecha de inicio de floración en ciclos otoño-invierno.

Cuadro 8. Ácido Giberélico en el Ciclo de cultivo de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*)

TRATAMIENTO	Mariachi Azul	ABC Blanco	ABC Lavanda	ABC Purpura
0	134.6 a	139.9 a	100.6 a	94.8 a
75	133.5 a	135.9 b	95.8 b	93.5 a
150	129.3 b	132 c	90.5 c	86.3 c
250	122.6 c	131.8 c	91.6 c	90.2 b

Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$).

Altura de Planta

Los resultados de análisis de varianza para altura de planta arrojaron diferencias significativas entre tratamientos, y de acuerdo a la prueba de medias de Fisher, las aplicaciones de ácido giberélico dieron como resultado diferencia en la altura comparado con el testigo en todos los cultivos, a excepción para la dosis de 75 ppm en el cultivar ABC Púrpura. Los resultados por cultivar se muestran en el Cuadro 9. El rango de diferencia de altura fue de 13 a 7 cm. No se detectó diferencia

significativa entre las dosis 150 y 250 ppm en ninguno de los cultivares evaluados, mientras que en las tres variedades ABC el análisis encontró diferencias significativas entre las dosis 75 y 150 ppm, en un rango de 4 a 6 cm.

Cuadro 9. Ácido Giberélico en la altura de planta en cultivo de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*)

TRATAMIENTO	Mariachi Azul	ABC Blanco	ABC Lavanda	ABC Purpura
0	58.74 b	89.54 c	67.6 c	62 b
75	67.7 a	93.48 b	72.25 b	64.64 b
150	71.03 a	97.07 a	78.34 a	69.66 a
250	71.3 a	96.27 ab	77 a	69.6 a

Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$).

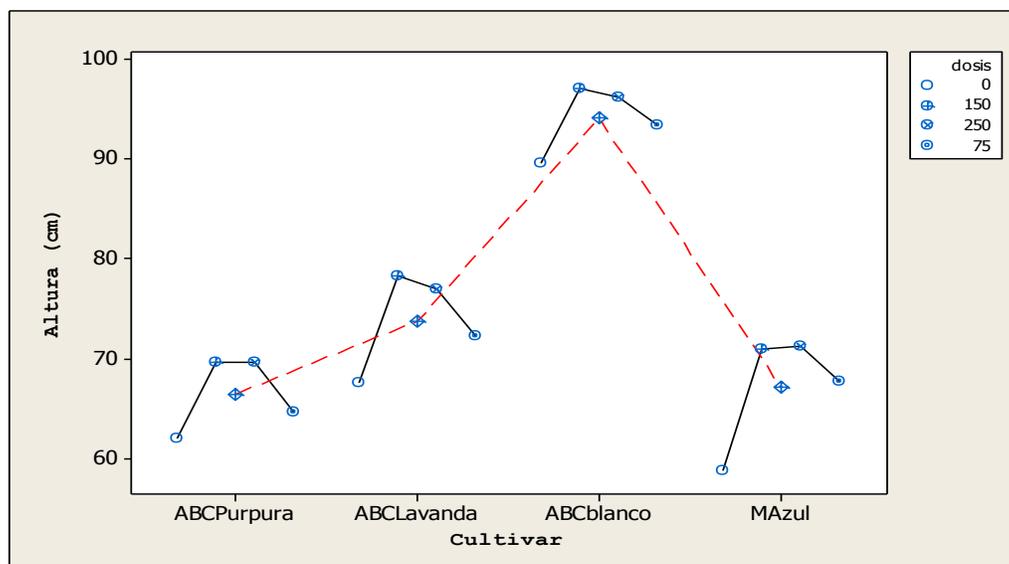


Figura 3. Altura de los cultivares de lisianthus producidos en hidroponía.

De acuerdo al ciclo de producción (Cuadro 10) el cultivar que mayor tiempo tuvo de trasplante a floración con 135 días fue la variedad ABC Blanco que coincidió

con el de mayor altura de planta con 94 cm, este no fue el caso del cultivar Mariachi Azul que con ciclo de 130 días solamente obtuvo una media de 67 cm. Esto concuerda con lo que menciona el catálogo de semillas de *G. Loeckner* para la variedad Mariachi que es una altura entre 50 y 90 cm dependiendo de las condiciones de cultivo. Las variedades ABC Purpura (66.5 cm) y Mariachi Azul (67.19 cm) no tuvieron diferencia significativa entre sí en cuanto a la variable altura de tallo. La variedad Lavanda tuvo una media de tallo de 73.79 cm.

De acuerdo a Harbaugh (2006) el lisianthus para flor de corte tiene una rango de altura entre 61 y 91 cm, dependiendo de la temporada en que se desarrolló el cultivo y del cultivar, además de que variedades mejoradas llegan a 121 a 152 cm. Camargo *et al.* (2004) observaron longitud de 90.5 cm con el cultivar Echo Blue, Backes *et al.* (2008) obtuvieron tallos de 57.19, 42.22, 51.19 y 52.22 cm de longitud en las variedades "Echo Champagne", "Mariachi Pure White", "Balboa Yellow" y "Ávila Blue Rim", respectivamente. Hernández (2011) reportó altura de planta de lisianthus de la variedad "Echo Blue" en el rango de 59.5 a 87.2 de acuerdo a tratamientos de fertilización con Nitrógeno. De la Riva (2013), reporta largo de varas para "Mariachi Blue Picotee" con media de 68.64 y para "Mariachi Azul" de 58.69. Gill *et al.* (2003) indican que obtuvieron tallos de 48 cm y recomiendan el uso de ácido giberélico para la elongación de los entrenudos.

Cuadro 10. Comparación de los cultivares de lisianthus en ciclo y altura cultivados en sistema hidropónico.

CULTIVAR	CICLO (Días)	ALTURA (cm)
ABC PURPURA	91 b	66.5 c
ABC LAVANDA	94 b	73.79 b
ABC BLANCO	135 a	94.09 a
MARIACHI AZUL	131 a	67.19 c

Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$).

Diámetro del tallo

En la variable diámetro del tallo, el cultivar ABC Blanco resultó el mayor con 9.82 mm, seguido de Mariachi Azul con 8.08 mm, para los cultivares ABC Lavanda y ABC Purpura los diámetros fueron menores con medidas de 7.29 mm y 5.49 mm; el diámetro al igual que la altura está relacionado con el ciclo del cultivo, los cultivares que tuvieron un ciclo productivo más largo, tuvieron diámetros mayores. Mendoza L. (2013) reporta diámetros de tallo para la serie Mariachi sin especificar cultivar, en el rango de 4.7 mm a 2.4 mm en un trabajo realizado en suelo con aplicaciones de Silicio, estos valores son menores a los obtenidos en la presente investigación en los cuatro cultivares, esto puede ser atribuible a las condiciones hidropónicas donde existe una disponibilidad inmediata de los elementos nutritivos al aplicarse la solución nutritiva de manera permanente y con alta frecuencia a través del sistema de riego contrario al sistema convencional donde se hacen riegos menos frecuentes

y la fertilización no suele aplicarse a diario. Hernández, C. (2011) reporta diámetros en el rango de 7.37 mm a 4.42 mm para el cultivar Echo Blue, la variación en este caso fue debido a tratamientos de Nitrógeno.

Cuadro 11. Comparación de los cultivares en Diámetro, Botones Florales y peso de materia fresca.

Cultivar	Diámetro(mm)	Botones Florales	Peso Materia Fresca (g)
ABC AZUL	5.49 d	6.7 c	84.17 d
ABC LAVANDA	7.29 c	9.3 b	100.75 c
ABC BLANCO	9.82 a	8.97 b	173.55 a
MARIACHI AZUL	8.08 b	11.1 a	132.25 b

Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$).

El análisis de varianza y comparación de medias de Fisher arrojaron diferencias significativas entre tratamientos con dosis de ácido giberélico, los resultados se muestran en el Cuadro 12. Para los cultivares Mariachi Azul, ABC blanco y ABC lavanda a pesar de la tendencia a disminuir el grosor, solo se encontró diferencia significativa cuando la dosis fue de 250 ppm, mientras que en el cultivar ABC purpura no se detectaron diferencias estadísticas significativas en diámetro de tallo con las aplicaciones de AG_3 . Yen-Hua, C. (2011) reporta diferencias en el diámetro de tallos con aplicaciones desde 50 ppm hasta 150 ppm, esto contrasta con los resultados obtenidos sin embargo es posible que la diferencia sea por el tipo de sistema de producción, como ya se ha mencionado en cultivo hidropónico la disponibilidad de nutrientes es permanente comparado con agricultura convencional,

sin embargo habría que hacer más ensayos para determinar el efecto del ácido giberélico en el diámetro del tallo de lisianthus bajo distintas condiciones.

Cuadro 12. Diámetro del tallo de cultivares de Lisianthus con diferentes dosis de AG3.

TRATAMIENTO	Mariachi Azul	ABC Blanco	ABC Lavanda	ABC Purpura
0	8.46 a	10.08 a	7.6 a	5.54 a
75	8.34 a	10 ab	7.45 ab	5.65 a
150	7.92 ab	9.71 ab	7.15 ab	5.4 a
250	7.6 b	9.49 b	6.93 b	5.37 a

Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$).

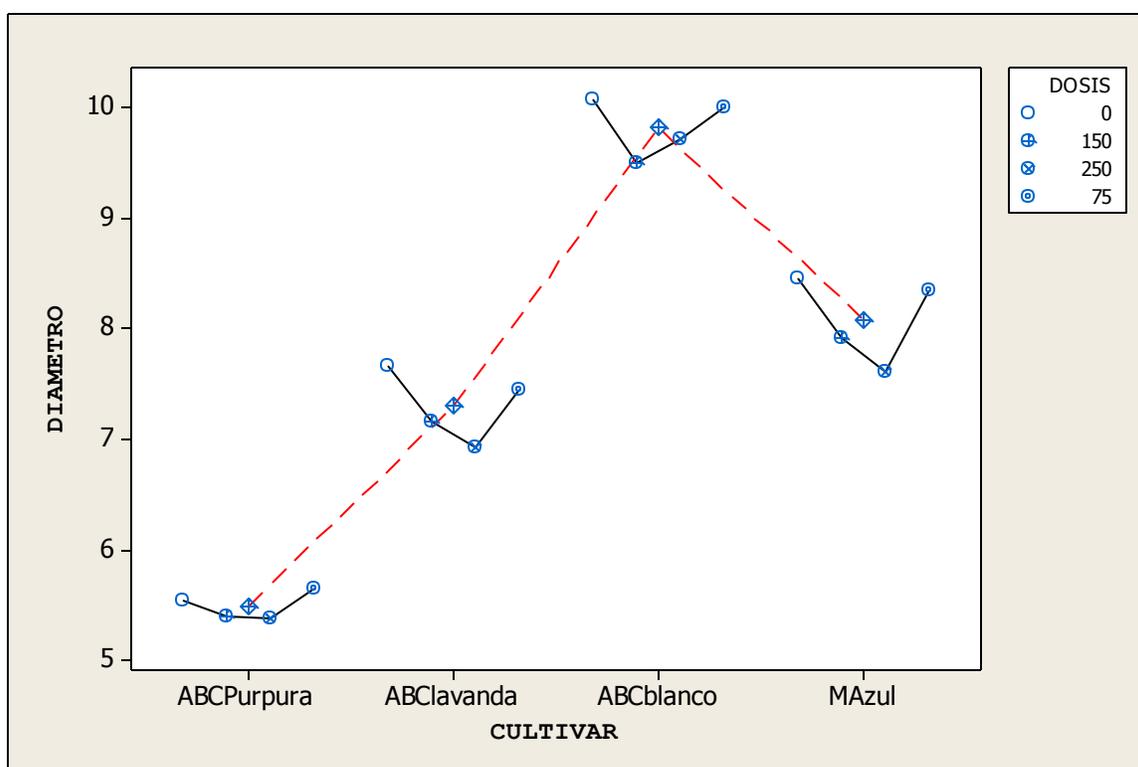


Figura 4. Diámetro de tallo de los cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) con aplicaciones de AG3.

Número de botones florales

La cantidad de Botones Florales es una variable importante al momento de la venta de Lisianthus. El punto de corte recomendado para venta local es cuando dos o tres flores han abierto, para venta de exportación se puede cosechar cuando un solo botón este abierto. De acuerdo a la cantidad de botones florales que presentan las plantas de lisianthus, es el tiempo de poscosecha que tienen, ya que tardan de 15 a 20 días en que la mayoría de los botones florezcan. De acuerdo al análisis de varianza para este parámetro, no se detectaron diferencias significativas para las dosis de ácido giberélico estudiados, pero si se encontraron diferencia entre cultivares (bloques). Entre los cultivares evaluados el ABC Blanco y ABC Lavanda tuvieron medias estadísticamente iguales con 9.3 y 8.97 botones florales por planta (Figura 5), la variedad ABC Purpura fue el de menor número con solo 6.7 botones, por el contrario la variedad Mariachi Azul fue la que mayor número de botones produjo con una media de 11.1 botones florales. Mendoza L. (2004) reporta en el rango de 7.2 a 10.8 flores por planta para la serie Mariachi, Backes (2008) reporta promedios de 11.5 a 15 flores por planta, en los cultivares Echo Champagne, Mariachi Pure White, Balboa Yellow y Ávila Blue Rim, Hernández (2011) reporta de 7.4 a 10.9 botones florales para el cultivar Echo Blue, estos valores concuerdan con los datos obtenidos en esta investigación.

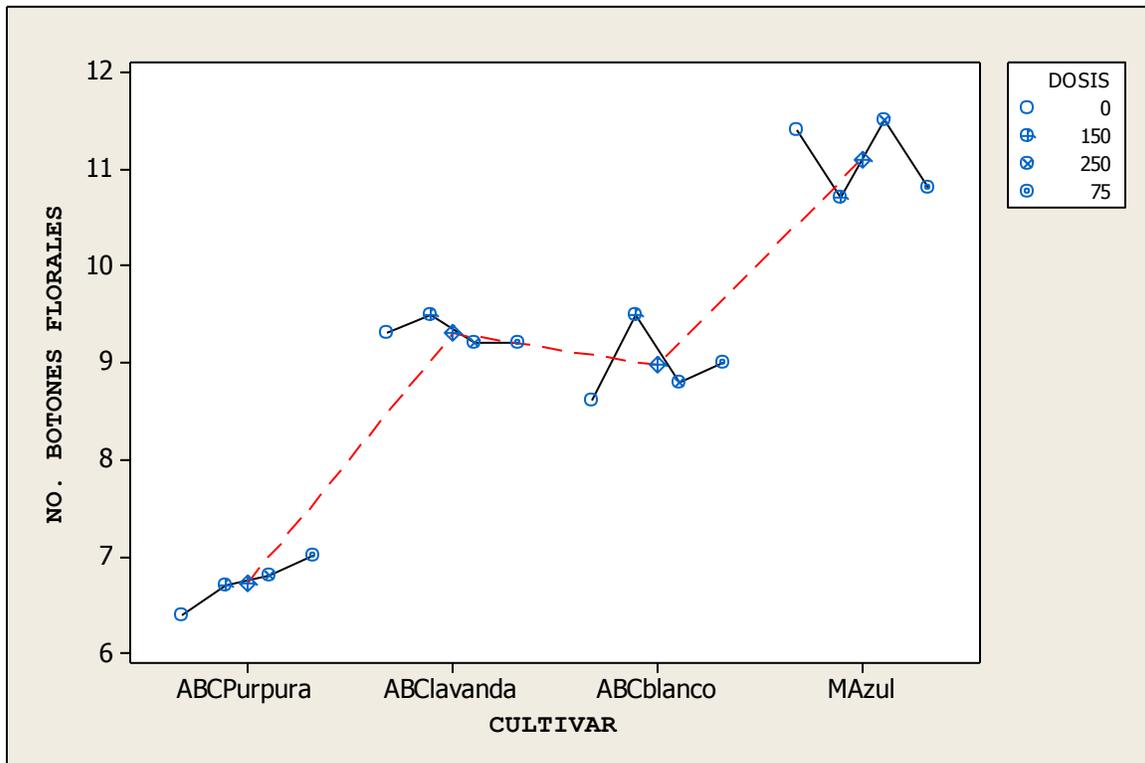


Figura 5. Numero de Botones Florales de los cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) con aplicaciones de AG3.

El análisis de varianza no encontró diferencia significativa en el número de botones florales con las aplicaciones de ácido giberélico.

Peso de materia fresca

El peso de materia fresca del tallo está directamente relacionado con los parámetros de calidad: altura de planta, diámetro del tallo, número de botones florales y número de hojas. En el mercado de flores también es importante la biomasa de los ramos ya que aumenta el precio de estos con el tamaño y calidad. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre cultivares para

biomasa, los resultados de peso de materia fresca se observan en la Figura 6, donde vemos que el cultivar ABC Blanco fue el que tuvo el mayor peso de materia fresca de tallo con 173.55 g, seguido de la variedad Mariachi Azul con 132.25 g, el cultivar ABC lavanda 100.75 g y el ABC purpura fue el menor con 84.17 g, todos los cultivares fueron estadísticamente diferentes en cuanto al peso del tallo (Cuadro 11). Meir, D. (2010) reporta para el cv. Echo Blue peso del tallo en el rango entre 80 g y 118 g, Harbaugh (2000) reporta peso fresco del tallo para cultivares con flores dobles como los utilizados en esta investigación en el rango de 87 g y 43 g, estos valores son menores a los obtenidos en este trabajo, una de las causas es el mayor tiempo que se tuvo de trasplante a floración debido a las condiciones climáticas de la región de Villa Guerrero, este retraso, favorece el crecimiento y el desarrollo de mayor biomasa fresca por lo que se obtienen plantas de mayor calidad.

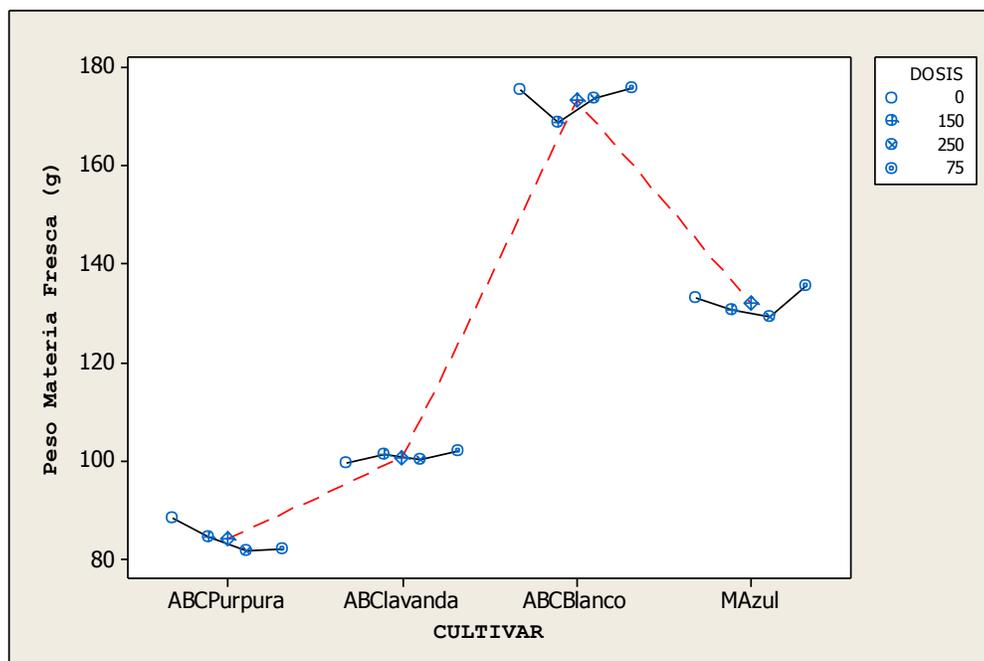


Figura 6. Peso de materia fresca de los cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) con aplicaciones de AG₃.

En cuanto a los tratamientos aplicados con ácido giberélico, no se encontraron diferencias estadísticas significativas, esto puede ser atribuible a que la elongación de los tallos tuvo como consecuencia menor diámetro, el tratamiento testigo donde no hubo tallos más altos, presentó mayor consistencia en el diámetro por lo que al final el peso de materia fresca de los tallos no fue diferente significativamente.

Diámetro de flor

De acuerdo al análisis de varianza, el tamaño de la flor fue diferente para cada cultivar, el mayor diámetro lo obtuvo el cultivar ABC Blanco con 13.21cm, el menor tamaño fue el de la variedad ABC Purpura con 9.69 cm, los datos se muestran en el cuadro 13. Sin embargo, las aplicaciones de Ácido Giberélico según el análisis de varianza no mostraron diferencia significativa en el tamaño de flor ($p=0.364$).

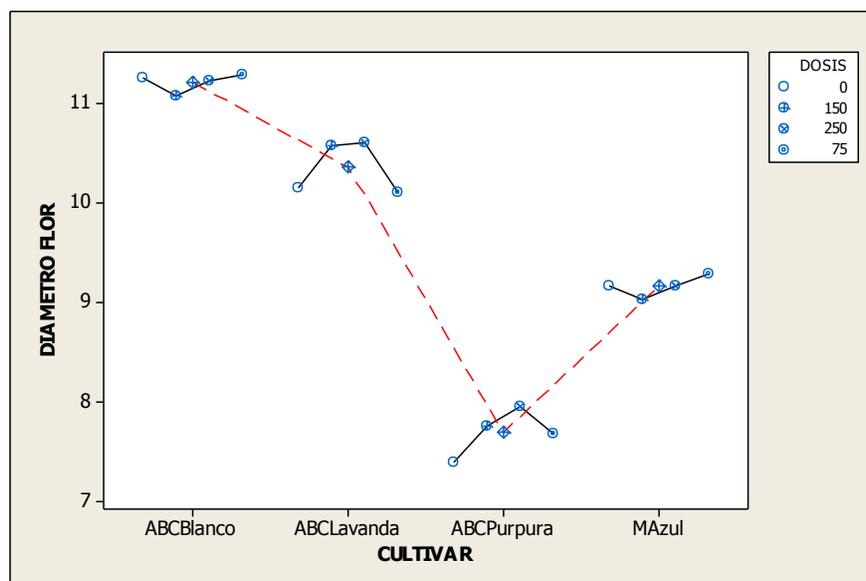


Figura 7. Diámetro de Flor en cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) con aplicaciones de AG3.

Harbaugh (2006) reporta de 47 cultivares estudiados el diámetro menor fue de 7.4 cm para el cv. Alice Purple, y el más largo fue de 11.8 cm para el cv. Malibú Purple, para el cv. Mariachi Pink reporta diámetro de flor de 9.6 cm, el cual se asemeja al diámetro del cultivar Mariachi Azul de esta investigación.

Cuadro 13. Diámetro de Flor y Vida Poscosecha de Cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*)

CULTIVAR	DIAMETRO FLOR(cm)	VIDA POSCOSECHA(días)
MARIACHI AZUL	9.16 c	16 a
ABC LAVANDA	10.35 b	15 b
ABC BLANCO	11.21 a	13 c
ABC PURPURA	7.69 d	12 d

Columnas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$).

Vida Poscosecha

El análisis de varianza indicó que la vida de florero del lisianthus fue diferente para cada cultivar, la figura 8 muestra los resultados obtenidos para los cuatro cultivares. La mayor vida de florero la tuvo el cultivar Mariachi Azul con 16 días y el menor ABC Purpura con 12 días. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en la duración de vida de florero con la aplicación de Ácido Giberélico ($p=0.885$). Hernández, C (2011) reporta vida poscosecha de 15 a 25 para el cultivar Echo Blue, Harbaugh (2006) menciona que la vida de florero depende del cultivar y reporta rangos de 10 días (cv. Catalina Yellow) a 31 días (Alice White). Meir, D. (2010) reporta vida poscosecha para lisianthus cv. Echo Blue entre 14 y 16 días.

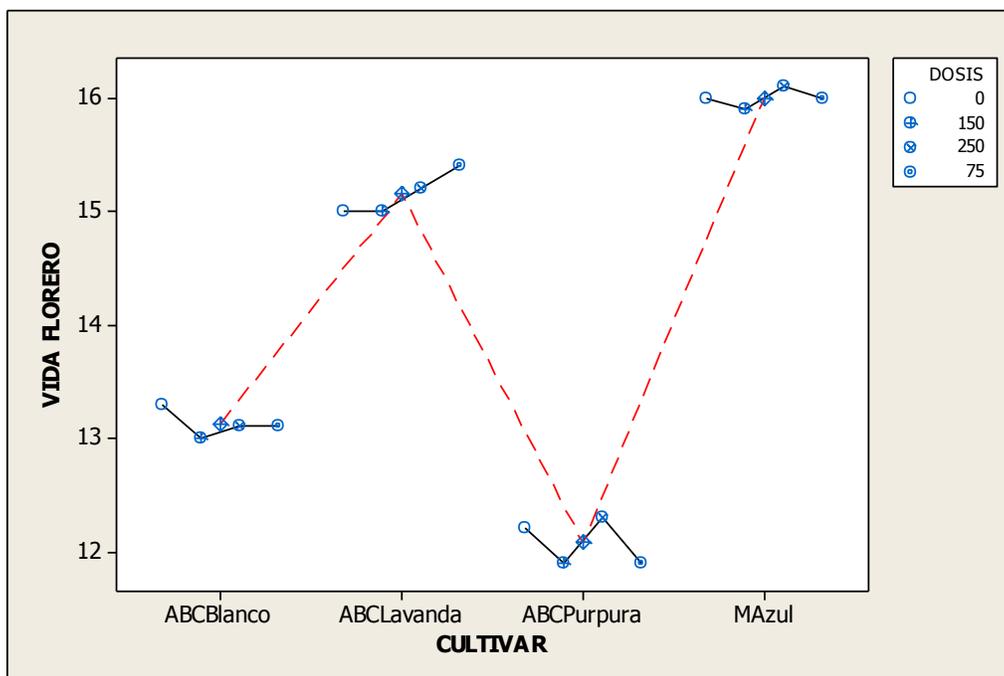


Figura 8. Vida poscosecha de cultivares de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) con aplicaciones de AG₃.

En la vida poscosecha también es importante mencionar que la calidad de las flores como la intensidad del color y la apertura de los botones florales se ve afectada por las condiciones de baja intensidad de luz comparada con plantas que florecen dentro de las condiciones de invernadero, por esta razón la vida poscosecha dependerá del punto de corte que se utilice. La guía técnica de la compañía AmeriSeed (2015) recomienda en su guía de cultivo cortar cuando una flor este abierta para mercado de exportación y cortar cuando tenga de 3 a 4 flores abiertas para mercado local. La vida poscosecha del lisianthus es de 12 a 25 días la cual es mayor que en la rosa, gladiola, crisantemo que es de 7 a 15 días, lo cual indica que es ideal para flor de corte.

CONCLUSIONES

El sistema hidropónico de lisianthus en tepojal con riego por goteo resulta ser una opción para el cultivo de esta flor de corte ya que es posible producir flores de calidad.

Las condiciones agroclimáticas del municipio de Villa Guerrero son idóneas para el cultivo de flor de corte de lisianthus.

Cada grupo de cultivares tiene diferentes ciclos de producción y además influyen las condiciones climáticas locales en el tiempo que tardan para florecer por lo que es necesario evaluar los cultivares para poder programar las cosechas en las fechas de importancia económica.

La aplicación de ácido giberélico a 150 y 250 ppm disminuyó el ciclo de cultivo en el rango de 5 a 8 días para los cuatro cultivares, la dosis óptima para aumentar la altura de tallo de lisianthus es a 150 ppm con un aumento entre 7 y 13 cm, además aplicaciones iguales o menores a 150 ppm no afectan el diámetro del tallo.

Aplicaciones de Ácido Giberélico no afectan el peso de materia fresca del tallo, vida de florero, número de botones florales y diámetro de flor.

BIBLIOGRAFIA

- Abou-Hadid, A.F. et al. Electrical conductivity effect on growth and mineral composition of lettuce plants in hydroponic system. Acta Hort. The Hague, n. 434, p. 59-66, 1996
- AmeriSeed. 2015. Lisianthus Growing Information [version electronica]. Recuperado de: http://www.ameriseed.net/welcome/article_read/69
- Backes, L. F. A. A.; Barbosa, J. G.; Prieto, M. H. E.; Backes. R. L.; Inger, F. L. 2008. Concentração e conteúdo de nutrientes em lisianto, cultivado em hidroponia, em sistema NFT. Acta Science Agronomi30(4):495-500.
- Barbaro, L. A.; Karlanian, M. A.; Morigue, D. 2009. El sistema flotante como alternativa para la producción de plantines de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* L.). Agriscientia 26(2):63-69.
- Cadahía L., C. 2005. Fertirrigación, cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Camargo, M. S.; Shimizu, L. K.; Saito, A. M.; Kameoka, H. C.; Mello, C.S.; Carmello, C. Q. A. 2004. Crescimento e absorção de nutrientes pelo Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivado em solo. Horticultura Brasileira 22 (1):143-146.
- Casella, E. et al. 2012 Efecto del Ácido Giberélico sobre la fecha de floración de *Eustoma Grandiflorum*. Facultad de Ciencias Agrarias. UNR
- Cortés, R. G. 1998. Germinación, micropropagación y enraizamiento *in vitro* de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*, Giseb). Tesis de licenciatura.

Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 76 p.

Cruz–Crespo E., Arévalo–Galarza L., Cano–Medrano R. y E. A. Gaytán–Acuña. 2006. Soluciones pulso en la calidad postcosecha de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) cv. 'echo blue. Agric. Téc. Méx 32(2). Martínez M. F. 2012.

De La Riva-Morales, Fernando Pedro, Mazuela-Águila, Pilar Carolina, Urrestarazu-Gavilán, Miguel. Comportamiento Productivo del Lisianthus (*Eustoma Grandiflorum* [RAF.] Shinn) en cultivo sin suelo. Revista Chapingo Serie Horticultura, [en línea] 2013,19 (Mayo-Agosto).

De Rijck, G. and E. Schrevens (1998). Comparison of the mineral composition of twelve standard nutrient solutions. J. Plant. 21:2115-2125

Dole, M. J.; Wilkins, F. H. 2005. Floriculture Principles and Species. Second Edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA.1023 p.

Domínguez, R. A. 2008. Lisianthus: una especie con alto potencial. Consejo Mexicano de la Flor. Ornamentales. Primera parte: Marzo-Abril. México. 16 (3) 24-25

Espinoza R., P. 1985. Estudio valorativo del establecimiento de huertos familiares en hidroponía bajo invernadero. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.

Frett, J. J., J. W. Kelly, B. K. Harbaugh, and M. Roh. (1988). Optimizing nitrogen and calcium nutrition of lisianthus. Commun. Soil Sci. & Plant Anal. 19(1):13-24.

- Fascella, G.; Agnello, S.; Delmonte, F.; Sciortino, B.; Giardina, G. 2009. Crop response of *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) hybrids grown in soilless culture. *Acta Horticulturae* 2009 pp. 559-564.
- Griesbach, R.J. 1992. Correlation of pH and light intensity on flower color in potted *Eustoma Grandiflorum* Grise. *HortScience* 27(7):817-818.
- Gill, S. A.; Blessington, T.; Dutky, E. M.; Balge, R.; Ross, D. S., Sosenkranz, G.; Butler, B.; Klick, S; Reeser, R. 2003. Production of *Lisianthus* as a cut flower. College of Agriculture and Natural Resources, Maryland Cooperative Extension, Maryland University State. FS-770. 12 p. <http://www.yumpu.com/en/document/view/4558750/productionof-lisianthus-as-a-cut-flower-university-of-maryland->
- Halevy, A.H. and A.M. Kofranek. 1984. Evaluation of *lisianthus* as a new flower crop. *HortScience* 19:845–847.
- Hankins, A. 2009. *Lisianthus* (*Eustoma Grandiflorum*), A New Species for the Cut Flower Market. Extension Specialist-Alternative Agriculture, Virginia State University. http://pubs.ext.vt.edu/2906/2906-1312/2906-1312_pdf.pdf.
Abril/2012
- Harbaugh, B.K., 2006. *Lisianthus*. In: Anderson, N.O. (Ed.), *Flower Breeding and Genetics Issues, Challenges and Opportunities for the 21st Century*. Springer, Printed in the Netherlands, pp. 645–663.
- Harbaugh, B. K., M. S. Roh, R. H. Lawson, and B. Pemberton. (1992). Rosetting of *lisianthus* cultivars exposed to high temperatures. *HortScience* 27:885-887

- Harbaugh B.K., 2000. Evaluation of forty-seven cultivars of *Lisianthus* as cut flowers. *HortTechnology* 10, 812-815.
- Hernández, H.C. 2011. Respuesta de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Raf.) cv. Echo Blue a diferentes dosis de nitrógeno, calcio y magnesio. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento Fitotecnia, Instituto de Horticultura. Chapingo, Texcoco, Edo. De México.
- Hernández, J.M. y otros (1987). El riego localizado. INIA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Hismatsu, T., M. Koshika, N. Oyama, and L.N. Mander. 1999. The relationship between endogenous gibberellins and resetting in *Eustoma grandiflorum*. *J. Jap. Soc. Hortic. Sci.* 68:527-533
- Huang, K. and W. Chen. (2002). BA and sucrose increase vase life of cut *Eustoma* flowers. *HortScience* 37(3):547-549.
- Infocenter - FIA. 2010. Análisis Mundial de Estrategia e Innovación Relacionada con las Tecnologías Aplicadas a la Producción de Flor y Follaje de Corte como Oportunidad de Alto Valor Añadido e Identificación de Oportunidades de Mercado para las Especies de la Oferta Chilena y las Especies que Presenten Ventajas Comparativas para Chile . Centro de Inteligencia Competitiva, Económica y Tecnológica – Gobierno de Chile, Fundación para la Innovación Agraria. Santiago de Chile, Chile. 419 p.
- Ikeda, A., M. Ueguchi-Tanaka, Y. Sonoda, H. Kitano, M. Koshioka, Y. Futsuhara, M. Matsuoka y J. Yamaguchi. 2001. Slender rice, a constitutive gibberellin response mutant, is caused by a null mutation of the SLR1 gene, an ortholog

of the height-regulating gene AGI/RAG/RHT/D8. *Plant Cell Nagoya* 113, 999-1010.

Jie L., Ohno H., Ohkawa K. 2002. Effect of Uniconazole and Gibberellic Acid on the Bolting and Flowering of Easy-Bolting *Eustoma* Cultivars. Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Shizuoka 422-8529 , Japan.

Lijalad, C. (edit.) 1993. Tendencia a roseta. *Horticultura Internacional*. ISSN 1134-4881, Vol. 1(1): 72.

Londero B. F. A., *et al.* 2005, Produção de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) em vaso sob diferentes densidades de plantas. *Acta Sci. Agron. Maringa*, v.27, n. 2, p. 237-241

Londero B.F., *et al.* 2007. Cultivo hidropônico de lisianto para flor de corte em sistema de fluxo laminar de nutrientes. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.11, p. 1561-1566.

Lugassi, B. H. M., Kitron, M., Bustan, A., Zaccari, M. 2010. Effect of shade regime on flower development, yield and quality in lisianthus. *Scientia Horticulturae* 124 (2010) 248-253

Maldonado, P.; Contreras, J. 2005 Lisianthus, producción de plántulas. *Tierra Adentro*. (INIA-CHILE) 60: 39-41

Martínez, M. F. 2012. Cultivo de Lisianthus. Recuperado de: <http://www.plantulasdetetela.com.mx/pdt/>

- Meir, D. *et al.* 2010 Application of mycorrhizae to ornamental horticultural crops: lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) as a test case. Spanish Journal of Agricultural Research 2010, 8 (SI), S5-S10 ISSN: 1695-971-X
- Melgares, J. 1997 Cultivo de Lisianthus en maceta Horticultura. Revista de Hortalizas, Flores, Plantas Ornamentales y Viveros. Vol. XVI- Nº 7, octubre, pp. 13-16.
- Melgares, J. 1996 El Cultivo de Lisianthus (II Parte). Horticultura. Revista de Hortalizas, Flores, Plantas Ornamentales y Viveros. Vol. XV - Nº 5, julio, pp. 47-50.
- Mendoza F. L. G. 2013. Fertilización Silíceá en Lisianthus (*Eustoma Grandiflorum* L.) cv. Mariachi. Tesis de Maestría. Instituto de Horticultura del Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 103 p.
- Miranda V. I., J, Hernández O. J. 2002. Hidroponía. Departamento Agrícola, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Méx. 73 p.
- Miranda, E. 2012. Producción Hidropónica de Freesia X Hybrida bajo diferentes cubiertas plásticas. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- Musalem, O. 2006. La Floricultura Mexicana, el Gigante que está despertando. Claridades Agropecuarias 154: México 3-38 p.
- Navarro B., S. y Navarro G., G. 2003. Química agrícola; el suelo y los elementos químicos esenciales. 2ª ed. Editorial Mundi-Prensa. Barcelona, España.
- Ohkawa, K.; Kano, A.; Kanematsu K.; Korenaga, M. 1991. Effects of air temperature and time on rosette formation in seedlings of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Scientia Horticulturae. 48(1-2):171-176.

- Ohkawa, K.; Yoshizumi, T.; Korenaga, M.; Kanematsu, K. 1994. Reversal of heat-induced resetting in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures. HortScience 29(3):165–166. 1994.
- Olvera, A. F. 2004. Evaluación Técnica Financiera de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) para Flor de Corte Bajo Invernadero. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 80 p.
- Panamerican SeedTM. 2012. Grower Facts. http://www.panamseed.com/series_info.aspx?phid=039104598016209. Abril/2012.
- Price, J. F., B. K. Harbaugh, and R. J. McGovern. (1998). Potted lisianthus: Secrets of success for controlling insects. Greenhouse Grower 16(2):22-27.
- Resh, H.M. 1997. Cultivos Hidropónicos: Nuevas técnicas de producción. 4ª Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Resh, H. M. 1987. Cultivos hidropónicos. Edición Española. Artes Gráficas Palermo. España. 319 p.
- Rivas, C. D. A., Sierra, M. J. P. 2008. Utilización de sustratos alternativos, zeolita (Catfertil plus) y bioestimulante (Evergreen) en la producción de "Plugs" en el cultivo de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) variedad "Blue Balboa" en el sector de San Agustín, Provincia de Imbabura. TESIS LICENCIATURA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Ibarra, Ecuador.

Roh, M.S., A.H. Halevy, and H.F. Wilkins. 1989. *Eustoma grandiflorum*, p. 322–327. In A.H. Halevy (Ed.). Handbook of flowering. vol. 6. CRC Press, Boca Raton, Fla.

Roh, M.S. and R.H. Lawson. 1984. The lure of lisianthus. *Greenhouse Mgr.* 2(11):103–104, 108, 110, 112–114, 116–121.

Sakata, 2012. Lisianthus flor de corte. Disponible en: http://www.sakataornamentals.com/_cclib/attachments/plants/Lisianthus+Cut+Flower-Espanol-ta1113.pdf

Sandoval M.V. et al. (2012). Principios de la hidroponía y del fertirriego. In: Nutrición de Cultivos. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco.

SIAP. 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Cierre de la producción agrícola por cultivo. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350

SIAP.2012a. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Los 35 municipios que mayor valor agrícola generan y sus principales cultivos, 2012. Disponible en: <http://www.campomexicano.gob.mx/boletinsiap/014-e-ampliado.html>

SIAP. 2012b. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). La floricultura en México. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/opt/123/90/89.html>

Steiner, A., A. 1984. The universal nutrient solution. *In*: International Congress on Soilless Culture. Proceedings International Society for Soilless Culture. Lunteren, the Netherlands pp. 633-650.

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

Sotomayor León, E. M. 2011 Propagación del *Lisianthus* cv. Azul por esquejes en macetas de turba bajo nebulización, con distintas concentraciones de ácido β -indolbutírico, en el Valle de Azapa. IDESIA (Chile), Vol. 29, Nº 1. Pp99-102 Enero-Abril.

Taiz L. y Zeiger, E. 2006. Fisiología vegetal. 3ªed. Editorial Universitat Jaume. Brazil.

Torres H.M.I. 2011. Fertilización foliar y mallas sombra en *Eustoma grandiflorum* para incrementar intensidad de color. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados.

Turner B.L. 2014. Taxonomic overview of *Eustoma* (Gentianaceae). *Phytologia*96 (1) 7. Disponible en: http://www.phytologia.org/uploads/2/3/4/2/23422706/9617-11turner_eustoma.pdf

Urrestarazu, M. 2004. Tratado de Cultivo sin suelo. Mundi-Prensa. España.

Urrestarazu, G., M. 2000. Manual de cultivo sin suelo. Mundi-Prensa. Almería, España.

Velasco-Hernández, E.; R. Nieto-Ángel, E. Navarro-López. 2011. Cultivo del tomate en Hidroponía e Invernadero. Tercera Edición, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

Wazir, J. S. 2014. Evaluation of eustoma, lisianthus cultivars for assessing their suitability as prominent new cut flower crop under mid hill conditions of H.P. International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine. ISSN 2320.3730. Vol. 2, No. 1, February 2014

Wilkins, H. F. y K. L. Grueber. 1983. *Eustoma Grandiflorum*. Minnesota State Flor. Bull. 32(6):10.11

Yen-Hua Chen, Woan-Yuh Tsai y Chian-Shinn Sheu. 2011. Effects of Gibberellin (GA3) on the Growth and Flowering Performance of *Eustoma Grandiflorum*. Taichung DARES, COA. Rescatado de: http://tdares.coa.gov.tw/files/web_articles_files /tdares/8993/3247.pdf

ANEXO A.



Figura 9. Semilla de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*)



Figura 10. Plantula de lisianthus.

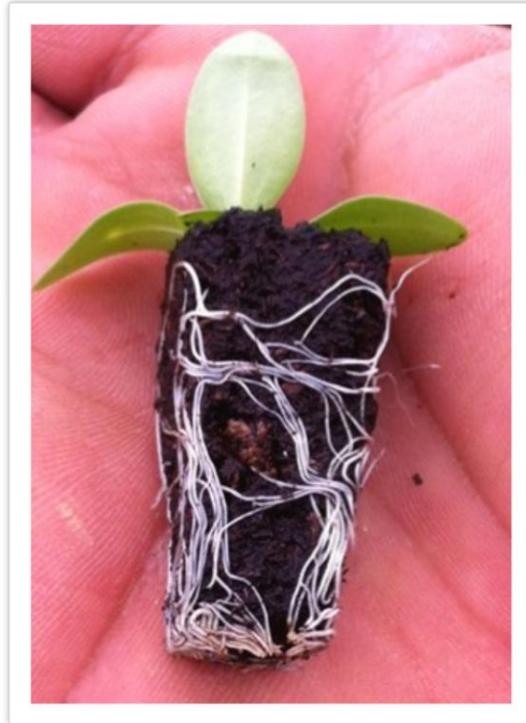


Figura 11. Plantula lista para trasplante.



Figura 12. Sustrato: tepojal y Riego por Goteo.



Figura 13 y 14. Lisianthus a 30 días de trasplante.



Figura 15. Lisianthus cv. ABC Azul a 30 días de trasplante.



Figura 16. Tutoreo de Lisianthus.

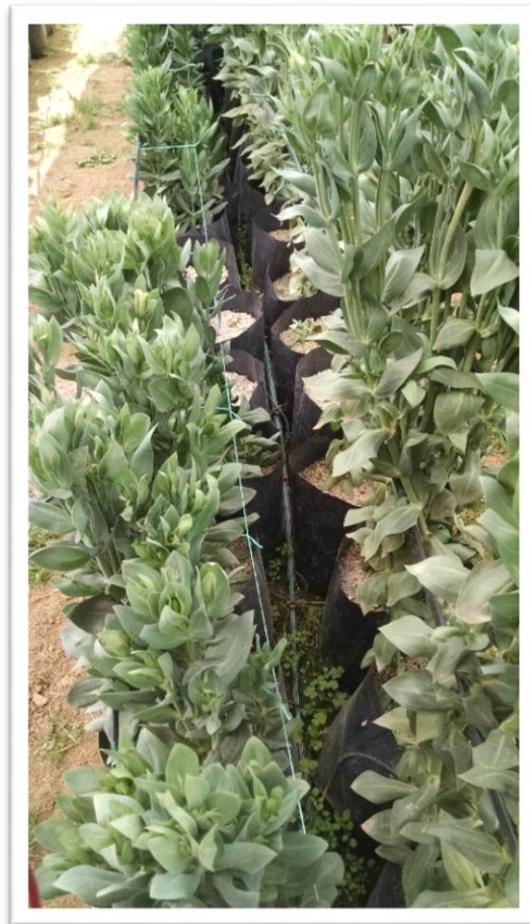


Figura 17 y 18. Sistema Cultivo Hidropónico de Lisianthus.



Figura 19. Lisianthus cv. ABC Lavanda.



Figura 20. Lisianthus cv. ABC Blanco.

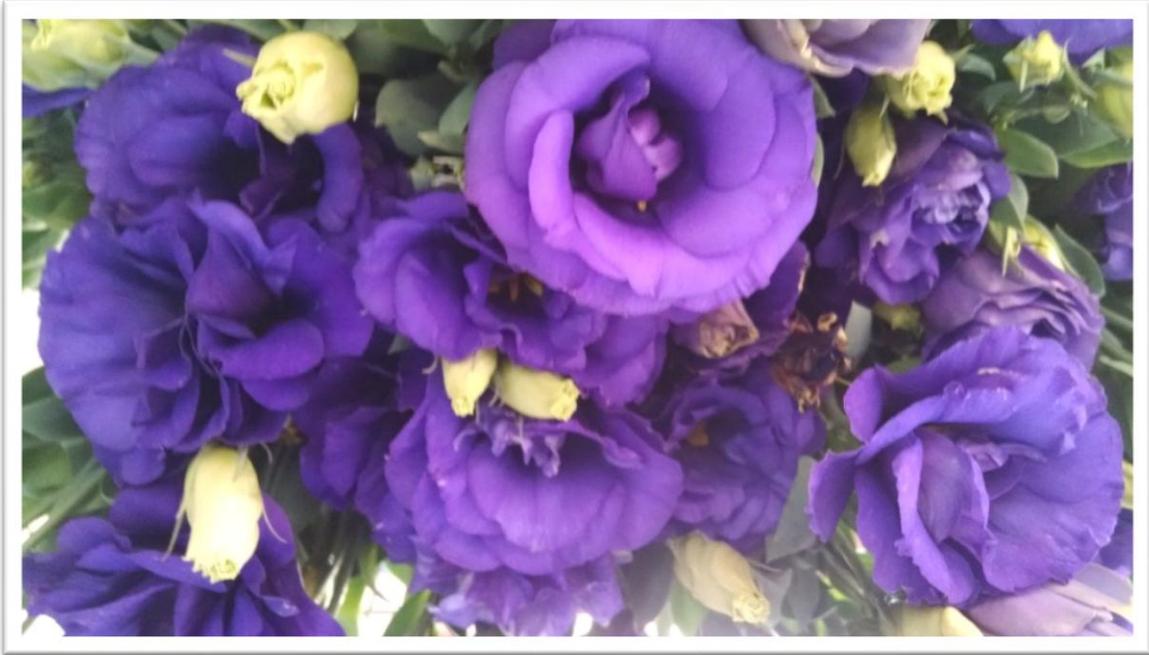


Figura 21. Lisianthus cv. ABC Purpura.



Figura 22. Lisianthus cv. Mariachi Azul.



Figura 23. Flor de Lisianthus cv. ABC Purpura.



Figura 24. Flor de Lisianthus cv. ABC Blanco.

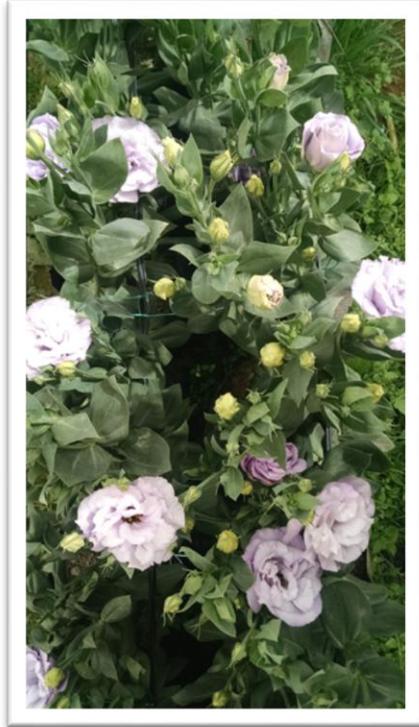


Figura 25. Flor de Lisianthus cv. ABC Lavanda.



Figura 26. Flor de Lisianthus cv. Mariachi Azul.