

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**ÁCIDO CÍTRICO Y ÁCIDO BENZOICO EN EL CULTIVO DE
LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum*) EN ETAPAS TEMPRANAS**

Por:

DANIEL VELÁSQUEZ GARCÍA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre del 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**ÁCIDO CÍTRICO Y ÁCIDO BENZOICO EN EL CULTIVO DE
LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum*) EN ETAPAS TEMPRANAS**

POR

DANIEL VELÁSQUEZ GARCÍA

TESIS

**Que se somete a Consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

ING. AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

MC. Alfonso Rojas Duarte
Presidente del Jurado

Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Sinodal

MC. José A. González Fuentes
Sinodal

MC. Leobardo Bañuelos Herrera
Sinodal

MC. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Octubre de 2006

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que directa e indirectamente integran y hacen posible a la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, por permitirme formar parte de ella y prepararme profesional y humanamente.

Al MC. Alfonso Rojas Duarte, por su confianza y amistad, por los conocimientos, dedicación y apoyo en la realización de esta investigación.

Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza, por su tiempo, asesoría y apoyo en la realización de esta investigación.

Al MC. José A. González Fuentes, por brindarme su amistad, por sus conocimientos y darme su apoyo en mi formación profesional, por participar arduamente en la realización y revisión de esta investigación.

Al MC. Leobardo Bañuelos Herrera, por su apoyo y asesoría en la realización de esta investigación.

A la Biol. Silvia Pérez Cuellar, a quien mucho aprecio y respeto, por brindarme su tiempo, por compartir sus conocimientos, por su apoyo, y principalmente por darme la oportunidad de ser su amigo.

A los Ing. Eliseo S. González Sandoval, MC. Alfredo Sánchez López, MC. Raúl C. González y a todos los demás maestros que tomaron parte de mi formación profesional, por haberme brindado su amistad y apoyo, por compartir sus conocimientos y dedicarme su tiempo.

A mis compañeros y amigos Eduardo Herrera Martínez, Guillermo S. Molina Abadía, Ing. Mariana M. Ricardo Peña, Lucía Monroy García, Pompeyo Rivera Carretes, Ricardo Sánchez Arrieta y el Ing. Salvador Rivera Carretes, por

compartir tantos momentos juntos, por brindarme su apoyo y ser parte fundamental en mi formación profesional y humana. Gracias.

A Laura R. Luna García, por su invaluable ayuda en la realización de este trabajo de investigación, y sobre todo por ser una gran compañera y amiga.

A los maestros de la carrera de Ing. Agrónomo en Floricultura de la Unidad Académica Profesional Tenancingo de la UAEM

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT) por haberme brindado la ayuda económica para hacer posible la elaboración y conclusión de este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado el don de la vida, por darme una maravillosa familia, por ayudarme y guiarme en el camino

A mis padres: Simón Velásquez Sánchez y Marcelina García González por su amor, sacrificio, esfuerzo y ejemplo, por creer en mí a pesar de tantos errores y por su incondicional apoyo. Los quiero mucho. Mil gracias.

Con todo mi cariño, a mis hermanos: Evelia, Guadalupe, Simón y Francisco, por todos aquellos momentos que hemos compartido juntos, por todos los sueños que hemos y tenemos de construir, por todas aquellas adversidades que hemos superado juntos. Gracias.

A mis sobrinas: Montserrat, Sara Itzel, Karla Isabel, Gabriela y él o la que viene en camino. Por darme la alegría que solo puede transmitir la sonrisa de una personita inocente.

A mis grandes amigos: Dalila, Marco y Maricela, por ser los culpables de que llegará hasta aquí, por su amistad, ejemplo, apoyo y motivación. Gracias, los quiero mucho.

A mis amigos: Rene, Erick, Fernando, Carlos, Alejandro, Marcos, Carlos E., Héctor, Alejandro (Rene), Omar, Jairo, Luís, Jaime, Roberto, Francisco. Por todos los momentos que hemos pasado juntos, por su apoyo y amistad. Gracias.

A aquella persona, con la cual he de elegir y compartir un mismo camino.

A todas aquellas personas que me he encontrado en la vida y han ayudado a mi formación tanto profesional como humana. Gracias.

INDICE DE CONTENIDO

Página

INDICE DE CUADROS

INDICE DE FIGURAS

RESUMEN

INTRODUCCIÓN.....1

REVISIÓN DE LITERATURA..... 4

Aspectos generales del *Lisianthus*..... 4

Origen e historia.....4

Características botánicas..... 5

Requerimientos del cultivo..... 6

Temperatura y luz..... 6

Suelo..... 7

Manejo del cultivo..... 7

Producción de plántula..... 7

Preparación del suelo..... 9

Transplante..... 9

Riego.....9

Fertilización.....10

Desarrollo del cultivo.....10

Plagas.....11

Cosecha y poscosecha..... 13

Estrés en plantas.....15

Estrés por temperatura.....16

Estrés hídrico.....18

Señalización del estrés.....19

Señalizadores de estrés..... 19

Ácido cítrico..... 19

Ácido benzoico.....20

MATERIALES Y MÉTODOS.....22

Localización del experimento..... 22

	Página
Invernadero.....	22
Descripción del material experimental.....	23
Material vegetal.....	23
Señalizadores de estrés.....	23
Ácido cítrico.....	23
Ácido benzoico.....	23
Descripción de los tratamientos.....	23
Diseño y modelo estadístico.....	24
Establecimiento y manejo del experimento.....	25
Preparación del sustrato.....	25
Transplante.....	25
Aplicación de tratamientos y fertilización.....	25
Fertilización.....	25
Colocación de malla sombra.....	26
Labores culturales.....	27
Deshierbes.....	27
Control de plagas.....	27
Variables evaluadas.....	28
Diámetro de tallo.....	28
Número de brotes por planta.....	28
Número de botones florales.....	28
Altura de la planta.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
Diámetro de tallo.....	29
Número de brotes por planta.....	31
Número de botones florales.....	32
Altura de la planta.....	33
CONCLUSION.....	36
LITERATURA CITADA.....	37
APÉNDICE.....	43

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Contenido	Página
3.1	Descripción de los tratamientos.	21
3.2	Concentración de elementos del fertilizante FERTIDRIP.	22
3.3	Niveles de fertilización, empleados en el Lisianthus.	22

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Contenido	Página
4.1	Efecto de la aplicación de Ácido Cítrico (AC) y Ácido Benzoico (AB) a dos diferentes concentraciones sobre el diámetro de tallo, en el cultivo de Lisianthus.	27
4.2	Efecto de la aplicación de Ácido Cítrico (AC) y Ácido Benzoico (AB) a dos diferentes concentraciones sobre el número de brotes, en el cultivo de Lisianthus.	28
4.3	Efecto de la aplicación de Ácido Cítrico (AC) y Ácido Benzoico (AB) a dos diferentes concentraciones sobre el número de botones florales, en el cultivo de Lisianthus.	29
4.4	Efecto de la aplicación de Ácido Cítrico (AC) y Ácido Benzoico (AB) a dos diferentes concentraciones sobre la altura de la planta, en el cultivo de Lisianthus.	30

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo de septiembre de 2005 a junio de 2006, bajo un invernadero tipo túnel. El objetivo fue evaluar el uso de señalizadores de estrés en algunas características agronómicas en el cultivo de *Lisianthus* en etapas tempranas de crecimiento. Para ello se utilizaron plántulas de la variedad "Mariachi White", de un tamaño de 2 cm con dos hojas verdaderas, y como señalizadores de estrés se utilizó ácido cítrico y ácido benzoico aplicados vía riego; ambos a dos concentraciones 10^{-4} M y 10^{-5} M. Se empleó un diseño de bloques al azar con un total de cuatro tratamientos y un testigo; cada uno con 13 repeticiones con 4 plántulas por repetición. A los tratamientos se les aplicó posteriormente el fertilizante en una solución de un litro, y se repitió según fueron las necesidades de riego. Los resultados obtenidos muestran que el ácido benzoico a la concentración 10^{-4} M, fue en el que se obtuvo un mayor diámetro de tallo, aumentando éste un 12 % y un número mayor de flores, aumentando en 6 unidades.

INTRODUCCIÓN

En México, la diversidad de microclimas, su situación geográfica, entre muchos otros factores, constituyen una enorme ventaja para los productores nacionales de flor de corte, los cuales se ven posibilitados a proveer gran diversidad de productos a bajo costo de producción y sobre todo de transportación. Ya que se pueden transportar directamente por tierra, y en recipientes con agua, cargamentos de flores a un gran número de destinos en los mercados de Estados Unidos y Canadá, situación que sus competidores latinoamericanos y europeos se ven imposibilitados de realizar.

Sin embargo, estas ventajas no han sido aprovechadas por la floricultura mexicana, ya que actualmente, sólo el 8 por ciento de la producción se cultiva bajo invernadero y el 92 por ciento a cielo abierto. Mientras que un 90 por ciento de esta producción se destina al mercado nacional y sólo el 10 por ciento al mercado de exportación, siendo que el consumo per cápita de flores en México es de 10 dólares, en comparación con otros países que alcanza niveles de hasta 90 dólares (SAGARPA, 2005). A pesar de ello, genera una importante derrama económica y de empleos, debido a que, en el Estado de México, que ocupa el primer lugar en producción florícola con 5 mil hectáreas para la producción de flor, genera 75 mil empleos directos e indirectos, principalmente en los municipios de Tenancingo, Villa Guerrero y Coatepec Harinas (SEDAGRO, 2004).

Siendo tan redituable la floricultura en México, no se ha invertido lo suficiente en sus procesos productivos, por lo que sus productos están siendo desplazados por los de otros países como: Colombia, Israel y Holanda, quienes

han invertido en la mejora de sus procesos productivos; obteniendo mejor calidad y cantidad frente a las flores mexicanas. Aunado a esto, los productores mexicanos, han tenido poco interés a la organización, a la exportación y parcial intercambio tecnológico entre productores, entre muchos otros factores que han hecho poco competitivos a nivel internacional (García, *et al*, 1999).

Es por esto, que México debe invertir en sus procesos productivos para aumentar la calidad y cantidad de sus productos, así como ofrecer nuevas alternativas a los productos tradicionales como son: clavel, rosa, crisantemos, etc. De esta forma podría tener mayores posibilidades ante la competencia internacional.

Una alternativa podría ser el cultivo de *Lisianthus*, que recientemente se ha introducido mejorada a México como ornamental, por su belleza natural y por obtener buen precio en el mercado de flores de corte (Fucikovsky y Aranda, 1994). Además de ser muy importante como flor de jardín y para maceta (Rubino, 1992).

En su cultivo y manejo se consideran algunos factores que pueden afectar su desarrollo, dentro de estos están algunos como la intensidad y duración de luz, bajas y altas temperaturas, etc., ocasionando baja productividad y grandes pérdidas en sus primeras etapas de crecimiento principalmente, estos factores pueden, quizás, a través de manifestaciones por medio de señales influir en su desarrollo, ocasionando algún tipo de reacción conocido comúnmente como estrés, como puede ser con la temperatura como menciona Ohkawa, et al., (1991), cuando sometió plántulas a temperaturas superiores de 25° C, observó que ocasionaba la formación de una roseta que detenía su crecimiento. De igual forma Zaccari y Edri (2002), mencionan que los factores ambientales tienen un efecto directo sobre la transición floral en *Lisianthus*, y que cultivos conducidos bajo el régimen de días cortos (8/16h

(día/noche)) inducen mayor número de flores por inflorescencia, que los conducidos bajo días largos (16/8h (día/noche)).

Tomando en consideración que el estrés puede disminuirse si el organismo posee resistencia o se le induce a está, y que una forma de inducir resistencia al estrés, es mediante el uso de señalizadores aplicados de manera exógena (Benavides 2002), se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- Evaluar el uso de señalizadores de estrés sobre algunas características agronómicas en el cultivo de Lisianthus, en etapas tempranas de crecimiento

Objetivo Específico:

- Evaluar el efecto de Ácido Cítrico y Ácido Benzoico en el cultivo de Lisianthus, en etapas tempranas de crecimiento.

Hipótesis:

- Al menos uno de los productos utilizados como señalizadores de estrés, aumentará el número de botones florales en el Lisianthus.

REVISIÓN DE LITERATURA

Aspectos generales del Lisianthus

Origen e historia.

El Lisianthus es una planta nativa de los estados del Norte de México y sur de los Estados Unidos, pertenece a la Familia de las Gentianáceas y su nombre científico es *Eustoma grandiflorum* (Melgares de Aguilar, 1996). Su habitat natural le permite adaptarse a condiciones de baja humedad relativa y temperaturas, hasta cierto punto más extremas que la generalidad de las flores cultivadas. Normalmente se encuentra, creciendo a lo largo del cauce de los arroyos y ríos donde siempre tiene acceso al agua (Domínguez, 2002).

En los años 30, se introdujo en Europa y Japón. A través de muchos programas de mejoramiento realizados por empresas japonesas, principalmente, se han obtenido variedades híbridas F₁ de flores de colores rojo, blanco, damasco, azul, celeste, morado, rosado, o con mezcla de colores (Melgares de Aguilar, 1996).

El Lisianthus es un cultivo que se destina para flor de corte y producción en macetas (Fernández, 2000). En México, como planta ornamental, ha sido recientemente introducida por su belleza natural y obtener buen precio en el mercado de flores cortadas (Fucikovsky y Aranda, 1994).

La planta ha sido investigada también desde el punto farmacéutico ya que contiene sustancias importantes para la biosíntesis de algunos glucósidos y alcaloides (Kaouadji, 1990).

Características botánicas.

Por su naturaleza, el *Lisianthus*, inicialmente forma una roseta teniendo un desarrollo muy lento durante el invierno, en primavera sus tallos se alargan y florecen en verano (Roh, *et al*, 1989). La planta forma un tallo monopódico ramificado de la mitad hacia arriba donde sustenta los pedicelos florales en la axila de las hojas superiores, el cual se desarrolla después de la aparición de varias hojas verdaderas. El tallo principal produce una flor terminal, mientras que otras flores continúan desarrollándose en sus ramificaciones en flósculos (flores en racimo). Las flores, maduran y se abren acropetalamente, están compuestas por un cáliz de cinco sépalos, una corola de cinco pétalos, cinco estambres unidos a la base de la corola y un solo ovario con dos estigmas (Bailey, 1950). Sus flores alcanzan 7 a 10 cm de largo con 6 a 9 cm de diámetro (Halevy y Kofranek, 1984). En los mejoramientos genéticos se han obtenido flores simples y dobles, estas últimas con dos o tres filas de pétalos y longitudes de tallos de entre 60 a 90 cm (Melgares de Aguilar, 1996).

Como flor de corte, se requieren seis a siete meses, desde la siembra hasta la floración de las primeras flores (Halevy y Kofranek, 1984). Florece naturalmente en los meses de verano y otoño, y se comporta como una planta bianual (Harbaugh, 1992).

El *Lisianthus*, como otras plantas que forman roseta, el alargamiento del vástago es un requisito previo para florecer (Bernier, 1988). Sin embargo, el análisis genético ha demostrado que el alargamiento del vástago y el florecimiento están controlados independientemente (Ecker, *et al*, 1994).

Su número de cromosomas del *Lisianthus* es $2n = 36$ (Griesbach y Bhat, 1990).

Requerimientos del cultivo.

Temperatura y luz.

La temperatura y el fotoperiodo tienen una influencia significativa en el crecimiento y floración del *Lisianthus*, dependiendo de las etapas de desarrollo de las plantas. En la etapa de plántula (hasta 4 pares de hojas verdaderas), por ejemplo, temperaturas altas inducen la formación de una roseta y retrasan el empernarse (Ohkawa, *et al*, 1994). Sin embargo, este rasgo varía entre los diversos cultivares (Harbaugh y Scout, 1999). El efecto del fotoperiodo en la floración depende del cultivar.

En la germinación, el *Lisianthus*, es más sensible a las altas temperaturas durante las 2 primeras semanas, después de la hidratación y cuando se están exponiendo los cotiledones. Tal sensibilidad, a altas temperaturas, declina gradualmente en un cierto plazo, y la sensibilidad no es evidente después de que dos pares de hojas se hayan formado. Se intensifica la formación de roseta cuando las plántulas se exponen a temperaturas sobre los 25° C. Sin embargo, se asegura su buen desarrollo cuando las plántulas se desarrollan a temperaturas alrededor de los 20° C (Ohkawa, *et al*, 1991).

En etapas posteriores, durante el alargamiento del vástago y la iniciación de brotes florales, temperaturas más altas, una intensidad de luz más alta, y tratamientos de días largos, pueden acelerar el desarrollo y la floración de la planta (Harbaugh, 1995). La intensidad de luz óptima es 4,000 a 6,000 pies candelas de luz natural, con una duración del día de 16 horas. Los niveles altos de luz promueven un alto número de flores. Sin embargo, los excesivos niveles de luz (arriba de 7,000 pies candelas), pueden reducir el largo del tallo.

En general las temperaturas óptimas deben de oscilar entre: suelo de los 15 a 18° C y en el ambiente de 18-20° C durante el día y dentro del rango de los 15° C durante la noche (Gill, *et al*, 2000).

Suelo.

El suelo más adecuado para el cultivo de esta especie debe ser suelto, fértil, de textura franco arenosa, libre de plagas, con un buen drenaje, alto contenido de materia orgánica (3% mínimo), pH entre 6.8 a 7.0, con una conductividad eléctrica de 1.0 a 1.2 mmhos/cm en primavera-verano, y de 1.5 - 1.6 mmhos/cm durante otoño-invierno.

Manejo del cultivo.

El *Lisianthus*, por su hábitat natural le permite adaptarse a condiciones de baja humedad relativa, y temperaturas hasta cierto punto más extremas que la generalidad de las flores cultivadas; afectándole, por consiguiente, humedades relativas altas, pues la hace más susceptible a enfermedades, principalmente de suelo. Por ello, su cultivo se recomienda bajo invernadero para resguardarla de las lluvias e incidencia de plagas. Esta planta pasa por diferentes etapas críticas, durante la germinación y el desarrollo de planta, en las cuáles es muy susceptible a las condiciones ambientales, afectando su desarrollo. Por lo que se debe tener mayor cuidado en ellas, pues son la base del éxito como cultivo comercial.

Producción de plántula.

La siembra se realiza en charolas plásticas de 288 cavidades, utilizando un sustrato preparado con 60 % de peat moss y 40 % de perlita. La semilla se coloca y se cubre con una capa ligera de vermiculita (Domínguez, 2002). Durante los primeros 12 días se debe mantener las temperaturas del sustrato

entre los 22 y 24° C, manteniendo éste, uniformemente húmedo, pero no saturado. Se requiere de niveles de luminosidad de 10 pies candelas para la germinación. Es importante mantener el pH del sustrato de 6.2 a 6.5 y la conductividad eléctrica menor de 0.75 mmhos/cm, ya que el *Lisianthus* es muy sensible a niveles altos de sales. Es recomendable mantener niveles de amonio a menos de 10 ppm.

Después de los primeros 12 días, y durante los 21 días posteriores se recomienda bajar la temperatura en un rango de 20 a 22° C.

Emergiendo la radícula se deben reducir los niveles de humedad, permitiendo que el sustrato se seque un poco antes de la siguiente irrigación para controlar el crecimiento de algas. Los niveles de luz óptima para esta etapa se encuentran en un rango de 450 a 700 pies candelas. Se recomienda una ligera aplicación de fertilizante por semana, una vez que los cotiledones estén completamente extendidos, alternado con aplicaciones de agua sola. Se procura regar por la mañana, para evitar que el follaje éste mojado durante la noche.

Una vez transcurrido aproximadamente un mes desde la siembra, la temperatura del sustrato se debe mantener entre los 18 a 20° C, se debe permitir que el sustrato se seque entre los riegos, evitando el marchitamiento extremo, el cual puede inducir rosetamiento. Se debe hacer aplicaciones de fertilizantes, utilizando fuentes de calcio y magnesio.

Las plantas se encuentra listas para el transplante aproximadamente cuando se tienen 4 hojas verdaderas, evitando retener mucho tiempo la planta en las charolas para evitar que las raíces se enreden, ya que esto induce rosetamiento.

Preparación del suelo.

Al suelo original se le debe incorporar en caso de ser necesario, suficiente materia orgánica y arena; de tal forma que facilite el buen drenaje, se debe cultivar a una profundidad mínima de 45 cm, ya que el sistema radicular es de suma importancia para el buen desarrollo del Lisianthus. La cama de cultivo se deberá levantar mínimo 20 cm, para facilitar el drenaje. Se debe realizar una desinfección de suelo mediante la solarización y/o productos químicos, para evitar problemas de enfermedades ya que el Lisianthus es muy susceptible a ellos.

Transplante.

Este se realiza cuando las plantas tienen de 4 a 6 hojas verdaderas. Es importante transplantar una plántula con un sistema de raíz activo. Para evitar problemas con pudrición del tallo, no debe plantarse demasiado profundo. Sobre la cama de cultivo se prepara una malla con cuadros de 12.5 x 15 cm, la cual sirve de guía para la plantación, colocando una planta en medio del cuadro (dando una densidad de 50 plantas por m²) y posteriormente le sirva de soporte.

Es importante en el transplante no mezclar plantas de diferentes tamaños o de diferentes edades, ya que esto trae como consecuencia que no se uniformicen las plantas, dificultando las labores de cultivo y principalmente la cosecha.

Riego.

Durante las dos primeras semanas proveer una humedad relativa alta (85 %), junto con un sombreado ligero, para ayudar a las plantas a establecerse bien en la cama del cultivo. Posteriormente, se recomienda el uso de riego por

goteo para reducir la humedad en las hojas y el aire. Preferentemente se recomienda enterrar la cintilla de riego 5 a 6 cm debajo del suelo para imitar las condiciones naturales del *Lisianthus* y promover un sistema de raíces fuerte y profundo. Los riegos frecuentes y ligeros promueven raíces superficiales, resultando en plantas débiles, sin capacidad para tolerar el estrés. Es por ello que se recomienda los riegos pesados y espaciados, dejando secar parcialmente entre riegos.

Fertilización.

El *Lisianthus* no requiere de altas fertilizaciones como otras ornamentales, ya establecido el cultivo requiere eventualmente de fertilizantes líquidos sobre todo elementos mayores, siendo el nitrato el elemento más importante, así como el potasio durante la formación de botones. Es recomendable realizar un análisis de los suelos para determinar sus características, y poder definir con más seguridad las acciones a seguir para el mejor aprovechamiento de los nutrientes. El empleo de Nitrato de Calcio ayuda a producir tallos fuertes y raíces profundas. Es una planta muy sensible a la salinidad, llegando a producir quemaduras de raíces y hojas, disminuyendo la calidad; por lo que hay tener mucho cuidado en no exceder el uso de fertilizantes.

En caso de utilizar aguas alcalinas, es recomendable acidificarla, hasta obtener un pH a la salida de goteos entre 5.5 y 6.5. Esto se puede conseguir mediante la utilización de ácido fosfórico.

Desarrollo del cultivo.

Durante los primeros 30 días la planta no tiene desarrollo vegetativo, únicamente se observa poco crecimiento en las hojas, ya que se encuentra en un proceso de desarrollo radicular, de aquí la importancia de cuidar la humedad

del suelo, ya que esta etapa, es básica para su crecimiento y desarrollo posterior.

Del día 30 al 60, el desarrollo de la planta empieza a hacer sombra sobre la cama donde está establecida, por lo que se recomienda tener mucho cuidado con el manejo de riego, ya que esta etapa es la más susceptible y cualquier exceso de humedad (ambiente y suelo) puede ocasionar altos índices de mortandad.

Después del día 90, empieza la formación de botones, la planta ha alcanzado un buen desarrollo y dentro de la misma cama se forman microclimas con mucha humedad, por lo que se debe reducir al mínimo los riegos haciéndoles más espaciados, cuidando de tener solamente humedad en suelo para un buen desarrollo y evitar así, el ataque y desarrollo de plagas dentro del cultivo.

Durante los periodos de alta luminosidad y temperaturas cálidas, se recomienda aplicar una sombra ligera al techo del invernadero, la cual se puede realizar con malla sombra o encalando la cubierta del invernadero, para que no se quemem las flores y evitar la decoloración de los pétalos.

Plagas.

En cultivos comerciales de Europa, especialmente en Italia, ha sido afectada por diferentes patógenos incluyendo principalmente hongos y virus (Gera y Cohen, 1990).

Mal del pie o mal del cuello. Se conoce por esta denominación a todas las enfermedades que atacan a la base del tallo, o cuello de la raíz, pueden llegar a destruir la planta. Los hongos causantes de esta enfermedad suelen ser de los géneros *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, éste último afecta el

100 % de los establecimientos productivos provocando enanismo y podredumbre basal (Wolcan, *et al*, 2001).

Botrytis. Aparece después de que la planta es atacada por *Fusarium* spp. y es muy fácil de dispersarse. Para reducir el riesgo de ataques de este hongo se recomienda tener mucho cuidado con los niveles de humedad y mantener el invernadero lo mas ventilado posible.

Peronospora chlorae. Afecta hasta en un 33 % de los establecimientos productivos provocando la marchites y muerte de las plantas en el invernadero (Fucilowvsky y Aranda, 1994).

Oidio (*Leveillula taurica*). Se manifiesta como manchas necróticas de color claro en las hojas, en cada una de ellas llegan a aparecer hasta cinco o seis de estas manchas, que pueden producir la desecación de la hoja, con la consiguiente depreciación.

Minador (*Lyriomiza trifolii*). Los adultos son pequeñas moscas de unos 2 mm con unas características manchas amarillas, realizan la puesta en las hojas, y las larvas se desarrollan dentro de ellas, comen el parénquima situado entre las dos caras de la hoja, forman unas galerías tortuosas muy características que aumentan de tamaño según la larva crece, una vez que la larva ha completado su desarrollo, sale de la hoja y se deja caer al suelo donde realiza la metamorfosis y se transforma en adulto, completando su ciclo. La disminución de la superficie foliar que originan las galerías de las larvas, hace que la fotosíntesis sea menor y por tanto se retrase la producción y esta sea de menor calidad, además de afectar el aspecto general de la planta depreciándola.

Orugas de noctuidos (*Heliothis* sp, *Prusia* sp., etc.). Son orugas de mariposas de vuelo nocturno que comen las hojas y botones florales, siendo frecuente su

aparición por focos, que si no son controlados a tiempo, se extienden con rapidez al resto de la plantación.

Trips (*Frankliniella occidentales*). Son pequeños insectos de entre 1 y 2 mm. De color marrón cuyas larvas y adultos realizan picaduras tanto en las hojas como en las flores, donde producen manchas y decoloraciones que en caso de fuertes ataques deprecian parcial o totalmente la planta.

Gusanos del suelo. Son larvas de coleópteros que comen las raíces y parte subterránea del tallo, pueden llegar a matar la planta, afectando principalmente a las plantas más jóvenes.

Virus bronceado del tomate (TSWV). Provoca deformaciones de la parte apical de los brotes, que toman un color marrón y en algunos casos se llegan a ver mosaicos. Fundamentalmente su principal transmisor es el Trips *Frankliniella occidentales*, y en caso de que éste, no sea controlado, la virosis se puede extender fácilmente por la plantación. Las plantas afectadas no llegan a florecer, y si lo hacen, son de muy baja o nula calidad.

Virus del mosaico del pepino (CMV). Este virus está distribuido a nivel mundial y cuenta con numerosos vectores. En *Lisianthus* causa necrosis, mosaico foliar, raquitismo y deformación foliar.

Cosecha y poscosecha.

Como flor de corte, se requieren seis a siete meses, desde la siembra hasta la floración de las primeras flores. Durante la primera cosecha, su producción normalmente es de buena calidad, obteniendo de tres a cuatro tallos florales por planta (Halevy y Kofranek, 1984). Ésta se realiza cuando los tallos tienen de 2 a 3 flores abiertas para que el paquete tenga una buena

presentación, se efectúa haciendo un corte en la parte de la base del tallo, dejando de 2 a 3 entrenudos para asegurar un buen brote.

Se puede esperar una segunda cosecha, alrededor de tres a cuatro meses después de la primera. Las flores cosechadas en esta segunda recolección, son de menor calidad que las de la primera, con flores más pequeñas (Halevy y Kofranek, 1984) y tallos alrededor de 30 % más cortos (Reist, 1989).

La vida de poscosecha es de 10 a 15 días, sin preservantes florales. Con el uso de éstos es posible prolongarla a 30 días, con flores que duran 13 días cada una aproximadamente. Para ello, se sugiere exponer los tallos a una solución de 4 % de sacarosa, más agentes antimicrobianos (Armitage, 1993).

Otras opciones son soluciones con agua desionizada con 10 % de azúcar, ácido cítrico y agentes antimicrobianos, las que aplicadas por 24 h, han permitido prolongar en más de 13 días la vida de poscosecha, pero con el resultado de que todas las flores finalmente abren al mismo tiempo (Halevy y Kofranek, 1984). El tratamiento durante 24 h, con una solución que contenga 12 % de azúcar, es generalmente beneficioso, almacenando esta flor a temperaturas entre 0,5 y 2° C (Pizarro, 2002). Las flores de *Lisianthus* son mejoradas con concentraciones de sacarosa al 12 %, más un biocida. Considerando estas soluciones, las flores abren más, con un mejor color, duran más tiempo y los pedúnculos se tornan más rígidos (Michael, 2000).

La exposición al etileno reduce su vida útil, pero el efecto no es de importancia y no amerita tratamiento con compuestos anti-etileno como el 1-MCP (metil-ciclopropano) o el STS (tiosulfato de plata).

La comercialización, se puede realizar en ramos, con aproximadamente cinco tallos por ramo, para completar el volumen necesario. Estos ramos deben

ser envueltos en papel, para protegerlos de la manipulación, en el proceso de comercialización (Melgares de Aguilar, 1996).

No existen normas de calidad específicas para *Lisianthus*, por lo que, en mercados en que se realiza control de calidad, se aplican las normas genéricas de calidad de la Unión Europea para flor cortada, que atienden más a la sanidad general de la planta y a la limpieza, que a parámetros como longitud o número de tallos (Melgares de Aguilar, 1996).

Estrés en las plantas

El estrés se refiere al estado fisiológico observado en un organismo como consecuencia de los estímulos ambientales negativos, que están apartados de los rangos óptimos y disminuyen el potencial en las funciones de dicho organismo (Larcher, 1995). Definiéndose como un conjunto de reacciones bioquímicas o fisiológicas que definen un estado particular del organismo diferente al observado bajo un rango de condiciones óptimas. (Benavides, 2002).

Son múltiples los factores ambientales que inducen estados de estrés en las plantas. El estrés ambiental es el principal factor que evita ampliar los rangos de cultivo de ciertas especies así como aumentar los rendimientos y calidad de las cosechas (Benavides, 2002). Entre los factores ambientales que originan estrés en las plantas se pueden mencionar: déficit hídrico, alta y baja temperatura, alta o baja irradiancia, radiación ultravioleta, salinidad, déficit de nutrientes minerales, toxicidad por metales pesados, absorción y asimilación de hierro en las plantas.

Como respuesta al estrés, el organismo, induce cambios en todos los niveles funcionales del mismo, pudiendo ser dichos cambios reversibles o permanentes. Aún si la condición de estrés es temporal, es normal que la

vitalidad de la planta se vea disminuida entretanto se realizan los ajustes requeridos para la nueva situación (Benavides, 2002).

El estrés puede disminuirse si el organismo posee resistencia o se le induce a ésta. El término resistencia al estrés, lo ha definido como "la capacidad de un organismo para evitar los estímulos ambientales negativos, o para permanecer bajo un estado en particular sin que su fenotipo se vea modificado de manera significativa". Una forma de inducir resistencia, es mediante el uso de señalizadores, los cuales se definen como un conjunto de moléculas cuya función es transmitir la señal por medio de un evento químico hasta las moléculas o genes que se encargan de la respuesta al estímulo (Benavides, 2002).

Estrés por temperatura

Los efectos de un estrés de temperatura están ligados a interacciones causadas por otros factores ambientales como la luz, y sequía. Por lo tanto, una condición adversa de temperatura, impactará directamente en la bioquímica vegetal, la cual se manifestará en diversos fenotipos del mismo. Existe evidencia que la reducción en fotosíntesis y respiración como resultado de un estrés de temperatura elevada es la manifestación de un agotamiento de reservas al ocasionarse el cierre estomático y aumentarse considerablemente los niveles endógenos de ácido abscísico y etileno (Rom, 1997). Éste incremento a su vez se integra a una disminución de giberelinas, auxinas y citocininas (Ramírez y Benavides, 2001).

Cuando el efecto de una alta temperatura está presente, ésta se refleja en diversos parámetros en cultivos de los cuales una reducción en el crecimiento de los órganos es evidente (Bertling, *et al.*, 2001), como lo corroboran estudios realizados en Lichi por Mendel y Pastón (1985), quienes observaron que el crecimiento del tallo era influenciado por la temperatura,

reduciendo éste hasta un 70 %, cuando era sometido a temperaturas inferiores a las óptimas, y en estudios similares pero con Rambutan, se determinó que la asimilación de CO₂ y su crecimiento se ve influenciado por efecto de la temperatura, reduciéndose la asimilación de CO₂ hasta un 80 % por efecto de cambios de temperatura, traduciéndose estos efectos sobre la elongación de tallo, producción de nudos y hojas, y área foliar. En general se trasmite el efecto sobre la producción de materia seca.

Por su parte, Chaikiattiyo, *et al.*, (1994), en estudios con aguacate, limón, litchi y mango, observaron, que el crecimiento vegetativo fue reducido o impedido por las temperaturas y el estrés hídrico; y que las altas temperaturas en aguacate, tiene una influencia sobre la cantidad de flores y peso de la panícula.

Cuando las temperaturas son altas, el consumo de materia orgánica durante la respiración excede la cantidad sintetizada; la planta agota gradualmente sus hidratos de carbono y comienza a sufrir de inanición. Esto ocurre sobre todo en las plantas de climas moderados, tales como el trigo, lino y muchas hortalizas que, al ser sometidas a temperaturas muy altas, comienzan a alargarse, macollan poco y disminuyen su rendimiento (Máximov, 1954).

Los tejidos vegetales producen hidrocarburos volátiles cuya emisión, frecuentemente, se incrementa después de su exposición a estrés por altas temperaturas; uno de estos compuestos es el metanol (Anderson, 1994), el cual, según Eagles y Wareing (1963), en experimentos realizados con abedul, observaron que detiene el crecimiento y ocasiona que las yemas entren en reposo.

Una planta puede morir por frío cuando se paraliza el sistema enzimático crítico, o cuando cesa el flujo de nutrientes al aumentar la viscosidad del agua. Temperaturas justo menores a 0°C originan que el agua extracelular se

congele, mientras que se requieren temperaturas muy negativas para que el agua protoplásmica o vacuolar se congele. Esta condición adversa provoca disturbios hormonales tales como reducción en el contenido de giberelinas y auxinas (Rojas - Gardicueñas y Ramirez, 1996) e incrementos en ácido abscisico (Looney, 1997).

Estrés hídrico

Como se había mencionado anteriormente, los efectos de un estrés de sequía están ligados a interacciones causadas por otros factores ambientales como la luz y temperatura. La pérdida de agua por un dosel vegetal es un proceso inevitable, considerando que las plantas utilizan la transpiración como mecanismo de enfriamiento. Por otra parte, la asimilación de CO₂ a través de los estomas da lugar a la pérdida de vapor de agua, por lo tanto; para mantener un adecuado ritmo de crecimiento las plantas normalmente pierden gran cantidad de agua con respecto al peso ganado de CO₂.

Si la expresión de genes asociados al déficit de agua depende del tipo de tejido, órgano y etapa de desarrollo (Bray, 1993), permite concluir que durante el ciclo del cultivo puede haber toda una serie de genes que pueden afectar diferentes órganos o tejidos de la planta, y lo anterior puede llevar a manifestarse ya sea en hojas, flores, frutos o bien, como en trigo, un déficit de agua durante las etapas tempranas de desarrollo, ocasiona una reducción en el número de tallos, que conduce a un menor número de espigas y semillas por planta, reduciendo el rendimiento (King *et al.*, 1992).

Bray; Skriver y Mundy (1990). Mencionan que un estrés de agua aplicado a ciertos tejidos de plantas, conduce a un incremento en los niveles endógenos de ABA. Hay evidencias que en plantas de maíz donde se indica que la acumulación de ABA endógeno en bajos potenciales de agua, actúan

diferencialmente para mantener el crecimiento primario de la raíz e inhibir el crecimiento del tallo.

Señalización del estrés

El proceso por medio del cual las plantas perciben las señales de factores ambientales estresantes y las transmiten a la maquinaria celular para activar respuestas adaptativas y de defensa se le llama: transducción de señales. Para que ocurra la transducción de señales se requiere de la acción de una “vía o cascada de señalización”, es decir, de la transferencia de estímulos desde la molécula perceptora primaria (la que percibe el estímulo y que se le llama receptor), a través de un evento químico hasta las moléculas o genes que se encargan de la respuesta al estímulo (llamados efectores).

Señalizadores del estrés.

Ácido cítrico.

También denominado ácido 2-hidroxi-1,2,3 propanotricarboxílico. Su fórmula química para el tipo grado alimenticio es $C_6H_8O_7$, siendo su peso molecular 192.12 g/mol.

En 1960 comenzó a obtenerse de las frutas mediante el uso de sales de calcio. En 1919, comenzó a utilizarse el método de fermentación superficial, por medio del hongo *Aspergillus niger*. En la década de 1950, comenzó a utilizarse la fermentación sumergida con el mismo microorganismo, lográndose incrementos en el rendimiento.

Los derivados del ácido cítrico más comunes son los citratos solubles: citrato de potasio y citrato de sodio. Otros también importantes, son los ésteres: citratos de metilo, etilo, propilo, ésteres de glicerol y otros (Alderete, 1999).

Hann Krebs, descubrió que todas las reacciones conocidas que se producían en la célula estaban relacionadas entre sí, denominado a esta sucesión de reacciones ciclo del ácido cítrico, más tarde conocido como ciclo de Krebs. Siendo ésta un conjunto de reacciones energéticas, que se traducen para la formación y descomposición repetida del ácido cítrico con eliminación del anhídrido carbónico.

Este ciclo se da en la mitocondria, donde el ácido pirúvico producido en la glicólisis, sigue un proceso de descarboxilación y oxidación para formar ácido cítrico, y finalmente ácido oxalacético con lo que el ciclo se reinicia. En todo este proceso hay liberación de 3 moléculas de CO₂ y generación de energía en forma de 4 pares de electrones (NAD⁺H) y un par de FADH₂ (Lehninger, 1995).

Ácido benzoico.

También se le conoce como ácido bencenocarboxílico o ácido fenilcarboxílico. Su fórmula química es C₇H₆O₂C₆H₅COOH y su masa molecular es 122.1 g/mol.

El ácido benzoico es un metabolito común en las plantas como intermediario en la formación de otros compuestos. Se ha encontrado hasta 0.05% en las bayas. Dentro de las frutas maduras en las especies de arándano (*Vaccinium spp*), podemos encontrar desde 300 hasta 1300 miligramos libre de ácido benzoico por kilogramo de fruta.

El ácido benzoico es precursor del ácido salicílico y éste, participa en forma importante en la cascada de señalización que da lugar a las respuestas de adaptación en ambientes extremos, a la expresión de los sistemas de control del daño oxidativo.

Biosíntesis y degradación del ácido salicílico: En una reacción mediana por la enzima fenilalanina-amonio-liasas (PAL) la fenilalanina es convertida en ácido cinámico, este último es transformado en ácido benzoico o en ácido ortocámarico, los cuales suponen ser precursores del ácido salicílico (Raskin, 1992).

El ácido salicílico se encuentra en los tejidos de las plantas en forma libre o en forma conjugada. A excepción de unas pocas plantas que generalmente se encuentran en gran cantidad de ácido salicílico en forma libre. Las formas conjugadas son glicósidos, ésteres, amidas y ácidos dihidroxibenzoicos. Se supone que cuando se requiere de ácido salicílico una parte de ello proviene de las reservas de formas conjugadas (Henning et al., 1993) mientras que otra parte proviene de la actividad de PAL (Raskin, 1992).

El ácido salicílico es un compuesto encontrado en todos los tejidos de las plantas. Su concentración se eleva cuando las células, órganos o plantas completas son sometidas a la acción de algún factor estresante sea este biótico o abiótico. En esas situaciones el ácido salicílico participa de forma importante en la cascada de señalización que da lugar a las respuestas de adaptación en ambientes extremos, así como a la inducción de la resistencia sistémica adquirida en el caso de patogénesis (Benavides, 2002).

Raskin (1992), menciona que el ácido salicílico, es inductor de floración y tuberización, así como de compuesto termogénico y alelopático. Por su parte Gutierrez-Coronado *et al.* (1998), encontraron que el ácido salicílico, aplicado en forma exógena en concentración de 10^{-2} a 10^{-8} M, aumentó la biomasa de plantas de soya, al igual que el rendimiento y la calidad de diversas hortalizas. Por su parte, Date *et al.* (1968), trabajaron con plántulas de mostaza asperjadas con soluciones de ácido salicílico, las cuales mejoraron significativamente su tolerancia al choque de calor, donde los efectos fueron dependientes de la concentración y las concentraciones más altas fallaron e indujeron termotolerancia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, específicamente en el invernadero número 4 del Departamento de Producción, durante el periodo de septiembre de 2005 a junio de 2006.

Las instalaciones de la universidad están ubicadas en la comunidad de Buenavista, a 6 kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo, en el estado de Coahuila. Tiene como coordenadas geográficas 25° 25' 41" latitud norte y 100° 59' 57" longitud oeste del meridiano de Greenwich, y está situada a una altura de 1742 msnm. Las condiciones climáticas que imperan en esta región son precipitaciones anuales entre los 300 mm a 460 mm, temperatura media anual de 20° C, definiéndosele así como clima extremo (CONAGUA, 2000).

Invernadero.

El tipo de invernadero utilizado fue un tipo túnel con dimensiones de 10 m de ancho y 30 m de largo, de estructura metálica y con cubierta de fibra de vidrio. Cuenta con sistema de enfriamiento, con 2 extractores de aire. Su activación es automática.

Descripción del material experimental

Material vegetal.

Se utilizaron plántulas de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) de la variedad “Mariachi White” de la empresa “SAKATA SEED DE MÉXICO, S.A. DE C.V”, con aproximadamente dos hojas verdaderas por plántula.

Señalizadores de estrés.

Se utilizaron como señalizadores de estrés al ácido cítrico grado alimenticio y el ácido benzoico, ambos a concentraciones de 10^{-4} M y 10^{-5} M.

Ácido cítrico.

El ácido cítrico tiene un peso atómico de 192.13, lo cual es 1M, por lo tanto, para obtener una concentración de 10^{-4} M, se utilizaron $0.019213 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ y para la concentración de 10^{-5} M se utilizaron $0.0019213 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Ácido benzoico.

El ácido benzoico tiene un peso atómico de 122.1, lo cual es a 1M, por lo tanto, para obtener una concentración de 10^{-4} M se utilizaron $0.01221 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ y para la concentración de 10^{-5} M se utilizaron $0.001221 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Descripción de los tratamientos

Se colocaron 4 plantas por maceta (unidad experimental), teniendo 13 macetas (repeticiones) por cada tratamiento y para el testigo. Se utilizaron 65 macetas (bolsas plásticas) en el experimento, por lo que se utilizaron 260

plantas en total para el experimento. Los tratamientos fueron como lo muestra el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos.

Número	Tratamiento
1	Ácido cítrico (AC) 10^{-4} M
2	Ácido cítrico (AC) 10^{-5} M
3	Ácido benzoico (AB) 10^{-4} M
4	Ácido benzoico (AB) 10^{-5} M
5	Testigo

Diseño y modelo estadístico

Se utilizó un diseño de Bloques al Azar con 4 tratamientos y un testigo con 13 repeticiones. Se analizó con el programa Paquetes de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, 13$$

$$\epsilon_{ij} \sim N(0, r^2)$$

Donde:

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto del tratamiento "i"

β_j = Efecto del bloque "j"

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

Establecimiento y manejo del experimento

Preparación del sustrato.

El día 19 de septiembre de 2005 se preparó el sustrato, el cual consistió en dos partes de tierra de monte por una de perlita. Se mezcló y se prosiguió al llenado de bolsas de plástico, las cuales tenían las dimensiones de 30 x 40 cm, llenándose solo un 60 % de las mismas. En las cuales se aplicó una solución con $6 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ del producto comercial BIOFYB, el cuál es un fungicida y bactericida de origen orgánico.

Transplante.

El día 24 de septiembre se realizó el transplante, colocándose 4 plántulas por unidad experimental, utilizándose 260 plántulas en total.

Aplicación de tratamientos y fertilización.

Tanto el tratamiento como la fertilización fueron aplicados juntos en una solución de un litro por unidad experimental y éstos se aplicaron de acuerdo a las necesidades de riego, siendo en promedio una vez por semana. La aplicación de los tratamientos se empezó a realizar el día 1 de octubre de 2005 y hasta el día 26 de marzo de 2006; dando un total de 20 aplicaciones. Después se prosiguió con solo la fertilización hasta el término de la evaluación de las diferentes variables.

Fertilización.

Para la fertilización se utilizó el producto FERTIDRIP, el cual contiene todos los elementos (Cuadro 3.2), excepto Ca, ya que lo contiene en mínimas cantidades por lo que se complemento con Nitrato de Calcio.

Cuadro 3.2. Concentración de elementos del fertilizante FERTIDRIP.

N	20 %	Mn	400 ppm	Mo	30 ppm
P ₂ O ₅	30 %	Cu	200 ppm	Fe	1,500 ppm
K ₂ O	10 %	B	600 ppm		
Ácidos Fúlvicos y Húmicos	2 %	Mg	532 ppm	S	3,600 ppm
		Zn	3,500 ppm	Ca	80 ppm

Ambos fertilizantes se utilizaron en dos niveles, como se muestra en el cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Niveles de fertilización, empleados en el Lisianthus.

Nivel 1		Nivel 2	
FertiDrip 0.6 g·L ⁻¹	Nitrato de Calcio 0.74 g·L ⁻¹	FertiDrip 1.2 g·L ⁻¹	Nitrato de Calcio 1.48 g·L ⁻¹

El primer nivel solo se utilizó durante el meses de octubre y noviembre, de diciembre en adelante se utilizó el nivel 2.

Colocación de malla sombra.

El 3 de marzo de 2006 se cambió la cubierta del invernadero, por lo que hubo más incidencia de luz dentro del mismo y aumentaron las temperaturas por lo cual las plantas entraron en estrés, manifestándose éste en un marchites temporal. Para aliviar dicho estrés se colocó una malla sombra del 33 % a una altura de 2 m sobre las plantas.

Labores culturales.

Las labores culturales consistieron principalmente en control de plagas, eliminación de malas hierbas y retiro de plantas enfermas o muertas para evitar la contaminación de las demás.

Deshierbes.

Se eliminó toda especie vegetal distinta a nuestro interés experimental, durante los dos primeros meses, después ya no fueron necesarios ya que el follaje de las plantas evitó la aparición de éstas.

Control de plagas.

Hubo poca incidencia de plagas, por lo que su control se realizó de manera preventiva mediante aplicaciones foliares con insecticidas y fungicidas de origen orgánico hasta el 2 de febrero de 2006. Después de esta fecha se convino con DIMETOATO 400 CE de la marca GOWAN, el cual es un insecticida químico y a dosis según marca en su etiqueta.

Se realizaron dos aplicaciones al suelo con los insecticidas y fungicidas de origen orgánico, pero éstos se suspendieron por que se observaron quemaduras en los ápices de las hojas.

El 11 de marzo se suspendió la aplicación de DIMETOATO y fungicidas orgánicos, los cuales se sustituyeron por el insecticida químico HERALD junto con un fertilizante foliar llamado POLIQUEL MULTI, ambos a las dosis recomendadas en su etiqueta.

Variables evaluadas

Diámetro de tallo.

Esta fue determinada el 13 de mayo de 2006, para lo cual se midió el diámetro de las cuatro plantas de la unidad experimental y se sacó una media; la medida se tomó a la altura de 3 cm sobre el nivel del suelo. Para realizar la medición se utilizó un Vernier de la marca Scienceware de 150 mm.

Número de brotes por planta.

El 13 de mayo para la toma de esta variable se consideraron como brotes aquellos que tenían una altura mayor a 15 cm, se contaron y se sacó una media por unidad experimental.

Número de botones florales.

Se determinó el momento en el cual se consideraron que las plantas estaban listas para la cosecha, para lo cual se tomó como criterio que tuvieran al menos 3 botones abiertos una planta de cada unidad experimental, lo cuál fue el 27 de mayo de 2006. Se eligió la planta que cumpliera con lo mínimo de 3 botones y en el caso que hubiera más de una, se eligió al azar dentro de la unidad experimental a la cual, se le contaron el número de botones que tenían una longitud mayor de 1 cm aproximadamente.

Altura de la planta.

El 27 de mayo de 2006, se eligió el brote más alto dentro de las plantas de cada unidad experimental, a la cuál se midió la altura con una regla graduada desde la base del tallo hasta la parte más alta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diámetro de tallo

El tallo cumple con diversas funciones dependiendo del grado de maduración o desarrollo que éste tenga. Las funciones más importantes son: soporte de la parte aérea, conducción de agua y sustancias elaboradas y almacenamiento de reservas.

De acuerdo al análisis de varianza realizado para esta variable (Cuadro A.1), se observó una diferencia significativa entre los tratamientos, donde en la comparación de medias (Cuadro A.1), sobresale el tratamiento AB 10^{-4} M, el cual al obtener 4.75 mm de diámetro superó estadísticamente al testigo hasta en un 12 %, el cual obtuvo un diámetro de 4.22 mm (Figura 4.1). Sin embargo, aunque los demás tratamientos son estadísticamente semejantes al testigo, numéricamente son mejores, como lo muestra el tratamiento AB 10^{-5} M, el cual obtuvo el menor diámetro dentro de los tratamientos, pero supera al testigo hasta en un 7 %. Los tratamientos AC 10^{-4} M y AC 10^{-5} M obtuvieron el mismo resultado, superando al testigo hasta en un 8%. (Figura 4.1).

Estos resultados, quizás, se deben a que durante el desarrollo del cultivo se presentaron temperaturas extremas en el ambiente entre los -5.8 y los 34° C (Cuadro A.5), siendo la óptima para *Lisianthus* de 20 a 25° C, situación que ocasionó que las plantas se desarrollaran bajo condiciones de estrés y en consecuencia las plantas tratadas con los señalizadores de estrés contrarrestaron el efecto del mismo, logrando tener un diámetro mayor, coincidiendo con Bertling, *et al.*, (2001), quien menciona que el efecto de estrés por altas temperaturas se refleja en diversos parámetros en cultivos de los cuales una reducción en el crecimiento de los órganos es evidente; como se

pudo observar con el testigo. Según Benavides (2002), cuando las células, órganos o plantas completas son sometidas a la acción de algún factor estresante la concentración de ácido salicílico (del cual el ácido benzoico es precursor (Raskin, 1992)) se eleva, y este participa en forma importante en la cascada de señalización que da lugar a las respuestas de adaptación en ambientes extremos, por lo que es posible que el tratamiento AB 10^{-4} M, ayudó a las plantas a adaptarse al estrés, lo cual se vio reflejado en el diámetro de tallo, esto, coincide con Gutierrez-Coronado *et al.* (1998), quienes encontraron que el ácido salicílico, aplicado en forma exógena en concentraciones de 10^{-2} a 10^{-8} M, aumentó la biomasa de plantas de soya, de lo cual el diámetro de tallo puede ser un reflejo. Sin embargo, los resultados difieren de lo reportado por Cirilo (2004), quien, no encontró un efecto sobre el diámetro de tallo, al aplicar ácido cítrico y ácido benzoico vía riego en el cultivo de Liliium. En particular la aplicación de éstos ácidos orgánicos en Lisianthus permitió obtener tallos más gruesos, lo cual puede impactar en la vida de florero, al tener mayor cantidad de reservas y dar mejor sostén a la parte aérea, característica que es benéfica para los productores desde el punto de vista económico.

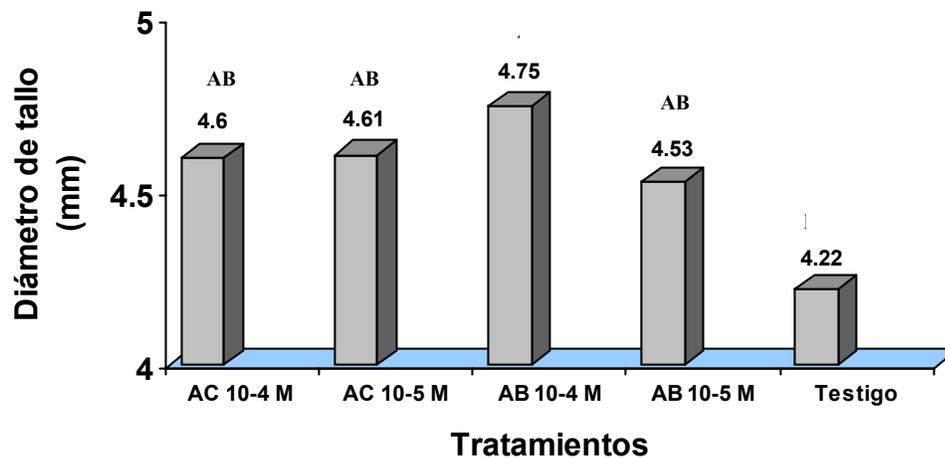


Figura 4.1. Efecto de la aplicación de Ácido Cítrico (AC) y Ácido Benzoico (AB) a dos diferentes concentraciones sobre el diámetro de tallo, en el cultivo de Lisianthus.

Número de brotes por planta

El número de brotes en una planta, es de gran importancia en los cultivos para flor de corte, por depender de ello, la cantidad de tallos cortados por unidad de superficie, lo cual, repercute finalmente en la economía del productor florícola.

De acuerdo al análisis de varianza realizado para esta variable (Cuadro A.2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, y al realizar la comparación de medias (Cuadro A.2), los tratamientos se comportaron de igual forma que el testigo, sin embargo, numéricamente el testigo, superó a todos los tratamientos hasta en un 19 % más, como se observa con el tratamiento AB 10^{-5} M, el cual obtuvo el menor valor en el número de brotes por planta (1.5).

Los tratamientos AC 10^{-4} M y AC 10^{-5} M, obtuvieron el mismo número de brotes por planta, al igual que en la variable diámetro de tallo donde ambos tratamientos tuvieron el mismo resultado.

En esta variable no tuvieron efecto los tratamientos, pues no lograron que las plantas superaran el efecto que el estrés tiene sobre el número de brotes, por lo que se obtuvo menos de 2 brotes por planta (Figura 4.2), siendo que en *lisianthus* en la primera cosecha se tienen de tres a cuatro tallos florales por planta (Halevy y Kofranek, 1984), coincidiendo con King, et al., (1992), quienes, mencionan que un estrés hídrico (el cual está relacionado con el estrés por temperaturas) ocasiona una reducción en el número de tallos.

El que no hayan tenido efecto los tratamientos y se hayan comportado estadísticamente igual que el testigo, quizás, se deba a las concentraciones de los ácidos utilizados como señalizadores de estrés, pues como menciona, Date et al., (1968), quien observó que en plántulas de mostaza, los efectos del ácido salicílico para inducir termotolerancia, fueron dependientes de su concentración, y tal vez haciendo variar las concentraciones en investigaciones posteriores se

pueda ver un efecto sobre el número de brotes por plantas crecidas en situaciones de estrés.

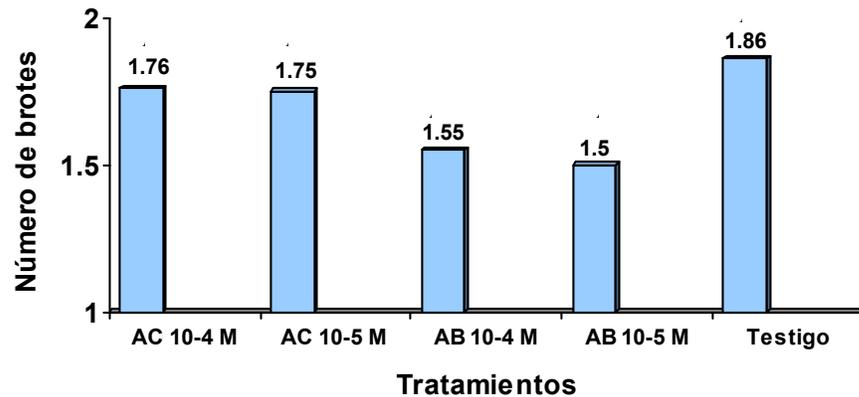


Figura 4.2. Efecto de la aplicación de Ácido Cítrico (AC) y Ácido Benzoico (AB) a dos diferentes concentraciones sobre el número de brotes, en el cultivo de Lisianthus.

Número de botones florales

El número de botones florales, es uno de los principales parámetros que se toma en cuenta para la comercialización, pues al tener mayor cantidad de botones florales, mayor será el atractivo visual para el consumidor final. Para esta variable, los resultados del análisis de varianza (Cuadro A.3), muestran diferencia altamente significativa entre los tratamientos, resultando el tratamiento AB 10^{-4} M, superior a los demás tratamientos, según lo muestra la comparación de medias (Cuadro A.3). En el tratamiento AB 10^{-4} M, se obtuvieron 16.46 botones florales, superando al testigo con el 36 %, ya que, en este solo se obtuvieron 10.46 botones florales (Figura 4.3).

Por lo anterior es probable que el señalizador de estrés ácido benzoico, demostrara ser más eficiente para contrarrestar los efectos negativos causados por temperaturas altas, las que según Chaikiattiyo, et al., (1994), en estudios

con aguacate, influyen negativamente en el número de flores; lo cual ocasionó que los tratamientos con ácido benzoico, fueran los menos afectados para esta variable, manifestándose al obtener una mayor cantidad de flores; coincidiendo con lo que menciona Raskin (1992), que el ácido salicílico (del cual el ácido benzoico es precursor) es inductor de floración así como termogénico.

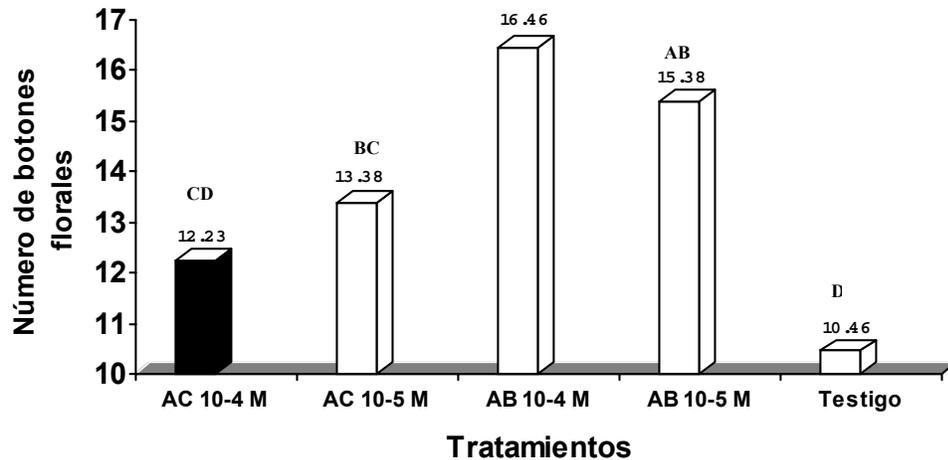


Figura 4.3. Efecto de la aplicación de Ácido Cítrico (AC) y Ácido Benzoico (AB) a dos diferentes concentraciones sobre el número de botones florales, en el cultivo de Lisianthus.

Altura de la planta

La altura de la planta y el diámetro están relacionados, ya que se necesita tener un buen diámetro de tallo para poder soportar la altura del mismo, lo cual, para el floricultor es de gran importancia, debido a su comercialización del Lisianthus, pues se considera que tallos con longitudes que van de 60 a 90 cm, alcanzará mejores precios en el mercado. De acuerdo al análisis de varianza realizado para la variable longitud de planta (Cuadro A.4), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, y así mismo al realizar la comparación de medias (Cuadro A.4), se observó que los tratamientos se comportaron estadísticamente igual al testigo, sin embargo, el tratamiento AC 10⁻⁵ M, numéricamente fue el mejor, ya que éste alcanzó una

longitud de 52.32 cm, superando al testigo con el 4 %, el cual obtuvo una longitud de 50.18 cm (Figura 4.4).

Estos resultados no difieren estadísticamente pero si numéricamente con lo reportado por Cirilo (2004), quien encontró que el testigo fue superior a los mismo tratamientos pero aplicados en el cultivo de *Lilium*, sin embargo se coincide con lo reportado por Santillano (2004), quien encontró que aplicando Ácido cítrico a una concentración de 10^{-4} M, fue superior al testigo en un experimento con plántulas de *Lisianthus*.

Los resultados, posiblemente se deben a que durante el desarrollo del cultivo se presentaron altas y bajas temperaturas, y como anteriormente se mencionó, que el rango de temperatura de *Lisianthus* es de 20 a 25° C, lo cual, nos indica que bajo las condiciones en que se desarrolló el cultivo estuvo expuesto a un estrés por temperaturas, ocasionado el achaparramiento general de las plantas sin que se viera un efecto en las plantas tratadas con señalizadores, lo que nos muestra que para esta variable y a las concentraciones usadas en este experimento no se tiene ningún efecto, coincidiendo con Mendel y Pastón (1985), quienes mencionan que en estudios con Lichi, observaron que por efecto de la temperatura, se reducía hasta en un 70 % el crecimiento del tallo; y en estudios similares pero con Rambutan, se observó que por efecto de cambios en la temperatura, se reducía hasta en un 80 % la asimilación de CO₂, traduciéndose estos efectos sobre el alargamiento del tallo.

A pesar de que estadísticamente no hay diferencia entre los tratamientos y el testigo, hay una tendencia numérica superior de los tratamientos frente al testigo, por lo que, quizás, cambiando las concentraciones de los ácidos utilizados como señalizadores, se pueda inducir resistencia al estrés y ésta logre influir aumentando la longitud de la planta, pues como mencionan Date *et*

a/. (1968), que en trabajos con plántulas de mostaza asperjadas con soluciones de ácido salicílico los efectos fueron dependientes de la concentración.

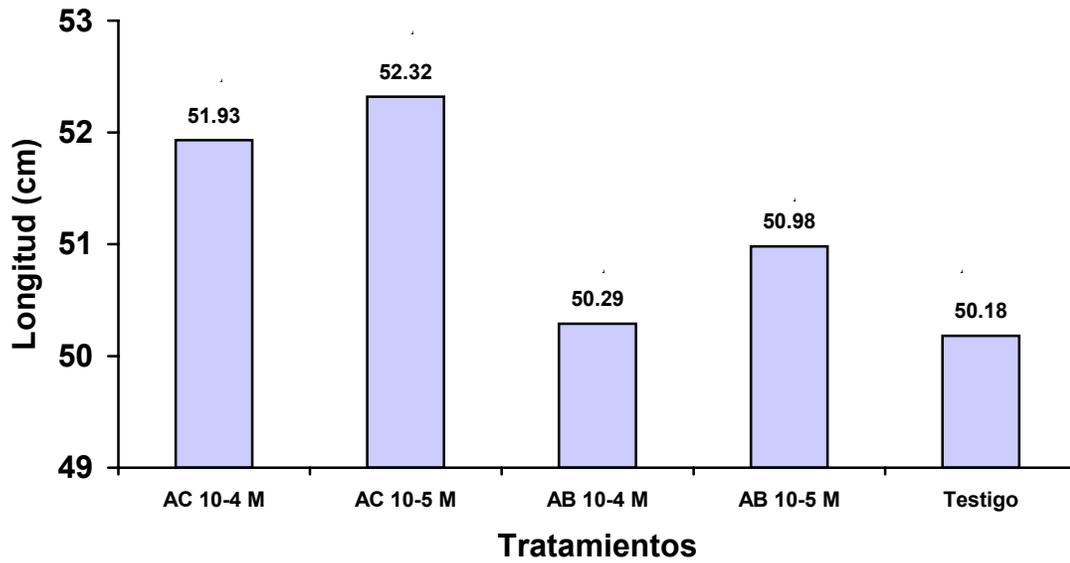


Figura 4.4. Efecto de la aplicación de Ácido Cítrico (AC) y Ácido Benzoico (AB) a dos diferentes concentraciones sobre la altura de la planta, en el cultivo de Lisianthus.

CONCLUSIÓN

Con el uso de ácido benzoico a una concentración de 10^{-4} M, se incrementa el número de botones florales en el cultivo de Lisianthus un 36 % y el diámetro de tallo un 11 %.

LITERATURA CITADA

Alderete, J. M. 1999. Ácido cítrico, el ingrediente que nos falta. Revista alimentos Argentinos. No. 12. Dirección de Industria Alimentaria SAGPyA, Argentina.

Armitage, A. 1993. Speciality cut flowers. USA. Timber Press. 371p.

Bailey, L. H. 1950. Eustoma. In: The Standard Encyclopedia of Horticulture. Macmillan, New York. 1176 p.

Benavides, M. A. 2002. Ecofisiología y bioquímica del estrés en plantas. Ed. UAAAN, México. 220 p.

Bernier, G. 1998. the control of floral evocation and morphogenesis. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39, 175-219 pp.

Bertling, I., A.K. Cowan and C.S. Moore. 1997. Avocado fruit growth: Physiological processes affiliated with the occurrence of phenotypically small Hass fruit. Acta Hort. 463: 225-230.

Boyer, J.S. 1982. Plant productivity and environment. Science 218: 443-48.

Bray, E.A. 1993. Molecular responses to water deficit. Plant Physiol. 103: 1035-1040.

Chaikiattiyos, S., Menzel, C.M. and Rasmussen, T.S. 1994. Floral induction in tropical fruit trees: Effects of temperature and water supply. *J. Hort. Sci.* 69:397-415.

Cirilo M. L. 2004. Aplicación de ácido cítrico y ácido benzoico vía riego al cultivo de *Lilium* cv Dreamland. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Domínguez, R. A. 2002. Cultivo del *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum*). Memorias. Congreso Nacional de Horticultura, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Eagles, C. F., and P. F. Wareing, 1963. Dormancy regulators in woody plants. Experimental induction or dormancy in *Betula pubescens*. *Nature* 199: 874.

Ecker, R., Barzilay, A., Osherenko, E. 1994. Population means and correlation analysis of growth parameters in *lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Shinn.). *Euphytica* 78 (3): 193-197 pp.

Fernández, R. 2000. El *lisianthus* una experiencia productiva. *INTA Informa*. 60: 6-7.

Fucikovsky, L., y S. Aranda. 1994. *Eustoma grandiflorum* AFECTADA POR *Peronospora chlorae* EN VILLA GUERRERO, EDO. MEXICO. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. No. 1. pp. 84-85.

García, G., C. Hernández y L. Martínez. 1999. Floricultura en México y entorno mundial. *PROYECCIONES. ITESM*. Año 1. Número 1.

Gill, S. A., Russell, B., Blessington T., and Ross. S. D. 2000. Production of Lisianthus as a cut flower. Maryland Cooperative Extension. Fact Sheet 770: 12 p.

Griesbach, R. J. and R. N. Bhat. 1990. Colchicine induced polyploidy in *Eustoma grandiflorum*. HortScience 25: 1284-1286 pp.

Gutiérrez-Coronado, M.A., C. Trejo-López and A. Larqué-Saavedra. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiol. Biochem. 36:563-565.

Halevy, A.H., Kofranek, A.M. 1984. Evaluation of Lisianthus as a new flower crop. HortScience 19 (6):845-847 pp.

Harbaugh, B. K., 1992. Rosetting of Lisianthus cultivars exposed to high temperature. HortScience 27 (8): 885-887 pp.

Harbaugh, B. K., 1995. Flowering of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Cultivars influenced by photoperiod and temperature. HortScience 30 (7): 1375-1377 pp.

Henning, J., J. Malamy, G. Gryniewicz, J. Indulski, and D.F. Klessig. 1993. Interconversion of the salicylic acid signal and its glucoside in tobacco. Plant J. 4:593-600.

Hernández D., J., F.Z. García y A.B. Carballo. 1998. Determinación de la Temperatura Base en Cilantro *Coriandrum sativum* L. En : Memorial del XVII Congreso Nacional de Citogenética. Acapulco, Gro, México.

Kaouadji, M. 1990. Flavonol diglycosides from *Blackstonia perfoliata*. Phytochemistry. 29:4, 1345-1347.

King S.X., R.A. Vierling y H.T. Nguyen. 1992. Changes in mRNA species during drought stress in winter wheat. *Crops Sci.* 32:822-825.

Larcher, W. 1995. *Physiological Plant Ecology*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 506 p.

Lehninger, A. L. 1995. *Bioquímica, las bases moleculares de la estructura y función celular*. Segunda edición. Ediciones Omega S. A. Barcelona. pp 453-483.

Malamy, J., J.P. Carr, D.F. Klessig, and I. Raskin. 1990 Salicylic acid: a likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. *Science* 250: 1002-1004 pp.

Maximov, N. A. 1954. *Fisiología vegetal*. Ed. Continental S. A. México 329 p.

Melgares De Aguilar, J. 1996. El cultivo del *Lisianthus*. Primera parte. *Horticultura* 113: 13-16.

Michael, S. 2000, *Recomendaciones para el mantenimiento de calidad poscosecha de flores*. Editorial Acribia 112 p.

Ohkawa, k., A. Kano, K. Kanematsu, and M. Korenaga. 1991. Effects of air temperature and time on rosette formation in seedlings of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Scientia Horticulturae*. 48: 171-176.

Ohkawa, K., Yoshizumi, T., Korenaga, M., Kanematsu, K. 1994. Reserval of heat-induce resetting in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures. *HortScience* 29: 165-166 pp.

Pizarro, M. 2002. La flor del mes. *Revista del Campo*. *El Mercurio* (5): 13-15 pp.

Ramírez, H. and A. Benavides. 2001. Identification of gibberellins in seeds of a Golden Delicious apple mutant. In: Abst. 9 th Int'L. Symp. PBFP: 115-117. Seoul Korea.

Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants annv. Rev. plant physiol.. Plant mol. Biol. 43:439-463.

Reed, D. 1990. General Horticulture, Lecture Supplement. Department of horticultural Sciences, Texas A & M University.

Reist, A. 1989. Culture of Lisianthus. 71p.

Roh, M. S., Halevy, A. H., Wilkins, H. F. 1989. *Eustoma grandiflorum*. In: Halevy, A. H. (Ed.), Handbook of Flowering. CRC Press, Boca Raton, FL. 322-327 pp.

Rojas-Garcidueñas, M. Y H. Ramírez. 1996. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Ed. Limusa, México. 239 p.

Rom., C.R. 1997. Environmental factors regulatin growth: Light, temperatura, water nutrition. In: Tree Fruit Physiology, pp: 11-30, WSU, ed. Washington, USA.

Rubino, D. B. 1992. Trials rate lisianthus cultivars. Greenhouse Manager 10:86-88.

Santillano L. C. 2004. Respuesta del Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) al efecto de los señalizadores de estrés en la germinación de semilla. Tesis de licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA, 2005. Coordinación General de Comunicación Social. NUM. 105/05. www.SAGARPA.gob.mx

Secretaría de Desarrollo Agropecuario, SEDAGRO, 2004, IV Informe de Gobierno. www.edomex.gob.mx

Wolcan, S. M., Lori, G., Ronco, L., Mitidieri F. A., y Fernández, R. 2001. Enanismo y podredumbre basal de *Eustoma grandiflorum* y su relación con la densidad de *Fusarium solani* en el suelo. Fitopatología Brasileira 26: 710-714 pp.

Zaccai, M. and N. Edri. 2002. Floral transition in lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). Scientia Horticulturae 95: 333-340.

A P É N D I C E

Cuadro A.1. Concentración de datos para la variable diámetro de tallo, en el cultivo del Lisianthus.

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	2.032959	0.508240	3.1843 *	0.021
Bloques	12	2.146973	0.178914	1.1210	0.366
Error	48	7.661255	0.159609		
Total	64	11.841187			
Significativo Tukey $p < 0.05$					
C.V. = 8.78 %					
Tabla de Medias					
Tratamiento	Media				
3	4.7592 A				
2	4.6146 AB				
1	4.6077 AB				
4	4.5354 AB				
5	4.2262 B				
Nivel de significancia = 0.05					
TUKEY = 0.4450					

Cuadro A.2. Concentración de datos para la variable número de brotes por planta, en el cultivo del Lisianthus.

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	1.224991	0.306248	2.6972 N.S	0.041
Bloques	12	1.578842	0.131570	1.1588	0.338
Error	48	5.450012	0.113542		
Total	64	8.253845			
No significativa					
C.V = 19.96 %					
Tabla de Medias					
Tratamiento	Media				
1	1.769231				
2	1.750000				
3	1.557692				
4	1.500000				
5	1.865385				

Cuadro A.3. Concentración de datos para la variable número de botones florales, en el cultivo del Lisianthus.

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	300.861328	75.215332	18.6930 **	0.000
Bloques	12	73.784180	6.148682	1.5281	0.147
Error	48	193.138672	4.023722		
Total	64	567.784180			
<p>Altamente significativo Tukey $p < 0.01$</p> <p>C.V. = 14.77 %</p>					
<p>Tabla de Medias</p>					
Tratamiento	Media				
3	16.4615 A				
4	15.3846 AB				
2	13.3846 BC				
1	12.2308 CD				
5	10.4615 D				
<p>Nivel de significancia = 0.01</p>					
<p>TUKEY = 2.7183</p>					

Cuadro A.4. Concentración de datos para la variable altura de la planta, en el cultivo del Lisianthus.

Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	47.906250	11.976563	1.9444 N.S	0.117
Bloques	12	106.140625	8.845052	1.4360	0.183
Error	48	295.656250	6.159505		
Total	64	449.703125			

No Significativo

C.V. = 11.74 %

Tabla de Medias

Tratamiento	Media
1	51.933846
2	52.323078
3	50.297691
4	50.984619
5	50.184616

Cuadro A. 5. Resumen de las temperaturas observadas durante los meses de septiembre de 2005 a mayo de 2006, en la estación Observatorio dependiente de la C.N.A, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

MES	TEMPERATURA		
	Máxima Extrema	Mínima Extrema	Media
Septiembre de 2005	30.6° C	9.2° C	20.4° C
Octubre de 2005	29.3° C	4.5° C	17.4° C
Noviembre de 2005	28.0° C	-1.8° C	14.8° C
Diciembre de 2005	27.5° C	-0.8° C	12.3° C
Enero de 2006	28.0° C	-2.6° C	12.4° C
Febrero de 2006	29.0° C	-5.8° C	13.2° C
Marzo de 2006	31.0° C	0.6° C	17.6° C
Abril de 2006	34.5° C	9.0° C	21.7° C
Mayo de 2006	33.5° C	10.2° C	21.7° C