

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISION DE AGRONOMIA**



**Evaluación de la Relación $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ en *Lisianthus*
(*Eustoma grandiflorum* Raf.) Cultivado en Invernadero**

Por:

CATHERINE PAZ CORTÉS

Tesis:

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. Abril de 2009

TESIS

**Que se somete a la consideración del H. jurado examinador como
requisito parcial para obtener el Título de:**

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

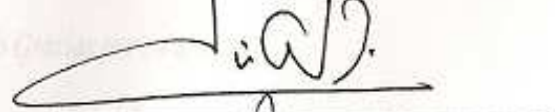
APROBADO POR:

EL PRESIDENTE DEL JURADO



Dr. Juan José Galván Luna

ASESOR




Dr. Luis Alonso Valdéz Aguilar

ASESOR



MC. Alfonso Rojas Duarte

ASESOR



MC. Juanita Flores Velázquez

Coordinador de la División de Agronomía



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Abril de 2009

División de Agronomía
Coordinación.

AGRADECIMIENTOS

*A la UAAAN, por abrirme las puertas y darme las herramientas para enfrentarme a la vida, así como la oportunidad de aprender los conocimientos transmitidos por todos los excelentes maestros, y con gran respeto y cariño a mi **ALMA TERRA MATER** por que aquí ha nacido un buitre de corazón.*

*Al departamento de **Horticultura** con respeto y cariño a todos los maestros que me impartieron clases.*

*Al Centro de Investigación en Química Aplicada (**CIQA**) en especial al departamento de Agropásticos por todo el apoyo en la realización de este trabajo.*

*Al **Dr. Juan José Galván Luna** por su apoyo en la revisión de este trabajo así como su amistad incondicional.*

*Al **Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar** por la ayuda en la realización de este gran proyecto, por las explicaciones con respecto al programa SAS, por la revisión y sus comentarios acertados en la revisión así como en el diseño del sistema de riego, pero sobre todo Gracias por su amistad.*

*Al **MC. Boanerges Cedeño Rivalcaba** por su ayuda en la medición de área foliar.*

*Al **MC. Alfonso Rojas Duarte** por su colaboración en el presente trabajo.*

*A la **MC. Juanita Flores Velásquez** por su ayuda en la diferentes actividades como, medición de área foliar, conteo de botones florales, conteo de hojas, medición de las plantas entre otras.*

*Al **MC. Eduardo Treviño López** por su apoyo en la instalación de la corriente eléctrica para el funcionamiento de las bombas así como en la instalación de los extractores.*

Al Ing. Felipe Hernández Castillo por su valiosa ayuda en la instalación del sistema de riego así como en la instalación de los extractores.

A los Señores Jacobo Prado Morales, Arturo Torres Camarillo y Gregorio Puente Betancour por su apoyo en la diferentes actividades como la instalación de los extractores.

Al Dr. Víctor Reyes Salas por todo su apoyo y consejos.

A mi gran amigo de Saltillo el señor José Luis Salas Alemán y a su apreciable Familia.

A mi gran amigo de Saltillo Manuel Ramírez Cerda por los consejos y regaños que en su momento me diste.

A mi gran amigo Don Modesto Gracias por su amistad y consejos.

A mi gran amigo el Ing. Erick Cortés Onofre por tu apoyo, tus consejos y sobre todo por tu amistad.

A mis amigos de la biblioteca.

A MIS AMIGOS:

Rey, Tariacuri, Argelia, Mario el Jalisco, Alicia, Maricela, Beiky, Pedro, Lucia, Marcela (CIQA) por el apoyo recibido durante mi estancia en la universidad.

y a todos mis compañeros de la CVI generación de Horticultura .

DEDICATORIA

A DIOS: Por darme la oportunidad de vivir y por no dejarme sola cuando mas lo necesito. Gracias por que me das la capacidad intelectual y el entusiasmo para obtener lo que hasta ahora he logrado, haciendo de los obstáculos de la vida un gran momento de reflexión sobre los triunfos conquistados y por conquistar.

CON AMOR Y CARIÑO A MIS PAPAS:

Sr. CANUTO PAZ ANGÓN. (†)

Sra. ONECIMA CORTÉS TORRES.

A quines les doy las gracias de lo más profundo de mi corazón por haberme recibido con los brazos abiertos y por quererme tanto.

A ti pa' que me diste momentos de tristeza pero también momentos inolvidables de alegría, por todo eso te doy las gracias en donde quiera que te encuentres.

A ti ma' que me has dado consejos, regaños y una parte muy importante de tu vida, pero hasta ahora entiendo el porque de todo aquello, hoy en día eso es parte del pasado y con este logro espero te sientas muy orgullosa de mi. Toda mi vida no me alcanzara para agradecerte lo que haces por mí.

LOS AMO.

A MIS TIAS Y TIOS

LILIA

JOSE SANTOS

MARILU

GABRIEL

GUADALUPE

EDUARDO

JULIANA

CONCEPCION

A todos ustedes gracias principalmente por formar parte de mi vida y gracias por que me han formado, inculcando principios de superación, por enseñarme que las restricciones materiales son solo una ilusión cuando en verdad se desea alcanzar una meta, y en gratitud por el apoyo y estímulo que siempre me han brindado, quienes de una u otra forma contribuyeron en mi formación como profesional, ayer un sueño hoy una realidad, mi título profesional este logro también es de ustedes.

LOS QUIERO

A MIS PRIMAS Y PRIMOS

YESSSENIA Y BRENDA Por ser una gran inspiración para mí, por el empeño y dedicación que le ponen a todas sus metas Gracias.

A ENRIQUE, ERENDIRA, STEPHANY, ANA GABRIEL, NURIA, FABIAN, MARIA SOLEDAD, JOSE EDUARDO, BRANDON Y NAHOMI Gracias por ser parte de mi vida y para los más pequeños espero ser un ejemplo a seguir.

A MARCOS por ser papá de mis sobrinas las gemelas y por formar ahora parte de la familia.

A MIS SOBRINAS:

LAS GEMELAS FERNANDA, DANIELA Y SAYURI

Por llevar toda la felicidad y alegría del mundo a nuestros hogares y hacer sentir a sus padres, tíos, tías, abuelos y bisabuelos orgullosos de ustedes.

A MI NOVIO:

A ti ALBERTO PALMA PEREZ que has estado conmigo siempre que te he necesitado, en las buenas y en las malas, te doy las Gracias por todo este tiempo que hemos compartido y convivido, hoy es un triunfo que ambos hemos logrado cuando ayer era solo un sueño. TAM.

INDICE DE CONTENIDO	Pag.
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	v
INDICE DE CONTENIDO.....	viii
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
Objetivo.....	6
Hipótesis.....	6
REVISION DE LITERATURA.....	7
Características Botánicas del <i>Lisianthus</i>	7
Clasificación Botánica del <i>Lisianthus</i>	8
Requerimientos del Cultivo.....	8
Luz.....	8
Temperatura.....	9
Riego.....	9
Fertilización.....	10
Formas de Nitrógeno.....	10
El Nitrógeno en el Suelo.....	11
El Nitrógeno en la Planta.....	12
Forma Nítrica.....	12
Forma Amoniaca.....	12
La Relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$	13
Cultivo de <i>Lisianthus</i>	15
Propagación Sexual y sus Etapas de Crecimiento.....	15
Sustratos para el Cultivo de <i>Lisianthus</i>	17
Lana de Roca.....	17
Peat moss.....	19
El Transplante.....	21
Arrosetamiento.....	23
Vernalización.....	24
Variedades.....	25
Variedades Precoces.....	25
Variedades Menos Precoces.....	26
Floración.....	26
Cosecha y Post cosecha.....	27
Comercialización.....	28
Clasificación de Tallos Florales.....	29
Fertirrigación.....	29
Principales Plagas.....	30
Principales Enfermedades.....	32
MATERIALES Y METODOS.....	34
Localización y Características del Sitio Experimental.....	34
Descripción del Trabajo Experimental.....	34
Material Vegetal.....	34
Descripción de Tratamientos.....	35

Experimento A: Efecto de la Relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la Solución	36
Nutritiva en Lisianthus Cultivado en Peat moss.....	36
Contenedores y Sustratos.....	36
Establecimiento y Manejo del Experimento.....	37
Preparación del Sustrato y Siembra.....	37
Transplante.....	38
Aplicación de los Tratamientos.....	38
Variables Evaluadas.....	38
Experimento B: Efecto de la Relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la Solución	40
Nutritiva en Lisianthus Cultivado en Lana de roca.....	40
Diseño Experimental y Modelo Estadístico.....	40
RESULTADOS Y DISCUSION.....	42
Número de Botones Florales en Lisianthus Cultivado en Peat	42
moss.....	42
Peso Seco Total en Lisianthus Cultivado en Peat	44
moss.....	44
Área Foliar en Lisianthus Cultivado en Peat	46
moss.....	46
Número de Botones Florales en Lisianthus Cultivado en Lana de	49
roca.....	49
Peso Seco Total en Lisianthus Cultivado en Lana de	51
roca.....	51
Área Foliar en Lisianthus Cultivado en Lana de	54
roca.....	54
CONCLUSIONES.....	57
LITERATURA CITADA.....	58
APENDICE.....	62

INDICE DE CUADROS		Pag.
Cuadro 2.1	Composición química de la lana de roca.....	18
Cuadro 3.1	Descripción de tratamientos.....	35
Cuadro 3.2	Fuentes fertilizantes empleadas para la preparación de las soluciones nutritivas.....	36
Cuadro A.1	Concentración de datos para ANOVA en el cultivo de lisianthus cultivar Mariachi Yellow cultivado en Peat moss.....	63
Cuadro A.2	Comparación de promedios para los parámetros de crecimiento evaluados en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Peat moss de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < .05$) en función de la relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$	63
Cuadro A.3	Concentración de datos para ANOVA en el cultivo de lisianthus cultivar Mariachi Pink cultivado en Peat moss.....	64
Cuadro A.4	Comparación de promedios para los parámetros de crecimiento evaluados en el cultivar Mariachi Pink cultivado en Peat moss de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < .05$) en función de la relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$	64
Cuadro A.5	Concentración de datos para ANOVA en el cultivo de lisianthus cultivar Mariachi Yellow cultivado en Lana de roca.....	65
Cuadro A.6	Comparación de promedios para los parámetros de crecimiento evaluados en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Lana de roca de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < .05$) en función de la relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$	65
Cuadro A.7	Concentración de datos para ANOVA en el cultivo de lisianthus cultivar Echo Blue cultivado en Lana de roca.....	66
Cuadro A.8	Comparación de promedios para los parámetros de crecimiento evaluados en el cultivar Echo Blue cultivado en Lana de roca de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < .05$) en función de la relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$	66

INDICE DE FIGURAS		Pag.
Fig. 4.1	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ sobre la producción de botones florales en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Peat moss.....	43
Fig. 4.2	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ sobre la producción de botones florales en el cultivar Mariachi Pink cultivado en Peat moss.....	44
Fig. 4.3	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ para la variable peso seco total en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Peat moss.....	45
Fig. 4.4	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ para la variable peso seco total en el cultivar Mariachi Pink cultivado en Peat moss.....	46
Fig. 4.5	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en el área foliar para el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Peat moss	47
Fig. 4.6	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en el área foliar para el cultivar Mariachi Pink cultivado en Peat moss.....	49
Fig. 4.7	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la producción de botones florales en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Lana de roca.....	50
Fig. 4.8	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la producción de botones florales en el cultivar Echo Blue cultivado en Lana de roca.....	51
Fig. 4.9	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la producción de peso seco total en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Lana de roca.....	52
Fig. 4.10	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la producción de peso seco total en el cultivar Echo Blue cultivado en Lana de roca.....	53
Fig. 4.11	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la variable área foliar en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Lana de roca.....	54
Fig. 4.12	Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la variable área foliar en el cultivar Echo Blue cultivado en Lana de roca.....	55

RESUMEN

El lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) es una especie florícola que cada año incrementa su participación en el mercado. En México las prácticas de fertilización se han llevado a cabo mediante prueba y error, sin que existan las bases teóricas y técnico-científicas relacionadas con las fuentes, dosis y épocas de aplicación de los nutrimentos en función de la capacidad de extracción y selectividad de los mismos por las plantas. En el experimento se evaluó la respuesta de las plantas a la proporción de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la solución nutritiva. La proporción de NO_3^- con relación al NH_4^+ varió de acuerdo a seis tratamientos, 100:0, 87.5:12.5, 75:25, 62.5:37.5, 50:50 y 25:75. La concentración de los restantes elementos en la solución nutritiva fue según la fórmula propuesta por Hoagland. Se realizaron 2 experimentos; a ambos se les aplicaron las mismas soluciones variando únicamente en el sustrato. El experimento A) se realizó con plantas cultivadas en Peat moss y el experimento B) se realizó con plantas cultivadas en bloques de lana de roca. Para ambos experimentos la mejor calidad de flor se obtuvo cuando las plantas fueron fertilizadas con una relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ de 25:75 y 50:50 en todos los cultivares evaluados y en ambos sustratos.

Palabras Clave: Lisianthus, Fertilización, Nitrógeno, Nitrato, Amonio.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de especies vegetales en invernadero es un área que se encuentra en pleno crecimiento en México. En el 2008 la industria de flores de corte en México estima que hay 375,000 hectáreas de área total para la producción agrícola, de las cuales 13,424 hectáreas aproximadamente se dedican a la producción de flores y follajes de corte. En México los productores mas importantes en la producción de ornamentales son: Baja California, Colima, Chiapas, Distrito Federal, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Veracruz y el Estado de México, el cual destaca considerablemente (Anónimo 2008).

El cultivo de hortalizas y flores en invernadero permite aumentar la calidad de las cosechas y el rendimiento ya que es posible incrementar la densidad de población y aumentar la tasa de crecimiento de las plantas, además de que se protegen a los cultivos de la variabilidad del medio ambiente externo y se obtiene un mejor control de plagas y enfermedades.

La producción de flores en México se encuentra en desventaja con países como Ecuador y Colombia dado que por sus características climáticas ellos producen una alta calidad. Las empresas florícolas en México, por

cuestiones de mercado, disponibilidad de insumos y mano de obra, tienden a instalarse en áreas definidas, como el estado de México, pero numerosos floricultores han decidido cambiar la ubicación de sus invernaderos, buscando localidades que tengan mejores condiciones climáticas para la producción de flores de calidad.

Otra opción que los productores tienen es la implementación de tecnología que les permita mejorar sus capacidades competitivas a fin de producir flores de mejor calidad en las condiciones climáticas en las que sus invernaderos se encuentran instalados. Afortunadamente existen algunas tecnologías y se han probado en otros países en el cultivo del rosal, o bien en México pero para la producción de tomate. Los cultivos en hidroponía han permitido elevar la producción y calidad de ornamentales y hortalizas como clavel, gerbera, liliom, tomate, pepino, etc. Sin embargo, en México no existen estudios sobre la aplicación de esta herramienta a fin de aumentar calidad y rendimiento de flores, ya que el énfasis se ha puesto en hortalizas (Posadas, 2000).

Otras justificantes para producir flores en hidroponía es el ahorro de 20 a 30 % de agua utilizada para riego, además del ahorro de fertilizantes disueltos. La "California Cut Flowers Commission" señala que en este Estado de la Unión Americana el cultivo de rosas en suelo ha ido cambiando paulatinamente hacia la producción en hidroponía.

En México, las prácticas de fertilización se han llevado a cabo mediante tratamientos de prueba y error, sin que existan las bases teóricas y técnico-

científicas relacionadas con las fuentes, dosis y épocas de aplicación de los nutrientes en función de la capacidad de extracción y selectividad de los mismos por la planta.

Epstein (1972), Mengel y Kirkby (1987), Jingquan y Dewei (1988), Hageman (1992), Maldonado (1993) y Salisbury y Ross (1994) han documentado ampliamente que las plantas pueden utilizar NO_3^- y NH_4^+ como fuente de N. Sin embargo, no está perfectamente definida la forma de nitrógeno (NO_3^- o NH_4^+) adecuada para obtener la máxima productividad de la cosecha. Mengel y Kirkby (1987) reportaron los resultados de diversos trabajos, a partir de los cuales se estableció que muchas especies de plantas crecen mejor cuando son suministradas con NO_3^- que con sales de NH_4^+ . Hageman (1992) consideró que tal respuesta es válida, especialmente cuando las condiciones culturales son optimizadas para cada fuente de N, reconociendo que bajo muchas condiciones de campo, la pregunta es difícil de responder debido a que bajo condiciones favorables para el crecimiento de la planta, los microorganismos del suelo convierten rápidamente el NH_4^+ a NO_3^- . Mengel y Kirkby (1987) agregaron que en contraste con el NO_3^- , el NH_4^+ , debido a sus propiedades catiónicas, es fuertemente adsorbido por arcillas minerales cargadas negativamente, tales como la illita, vermiculita y montmorillonita. Estos autores reportan que los suelos ricos en este tipo de arcillas, contienen frecuentemente cantidades que pueden promediar entre 2000 y 3000 kg. ha^{-1} de NH_4^+ fijado.

Aunque el efecto de la forma de N sobre el crecimiento de las plantas ha sido objeto de un gran número de estudios, aún existen fuertes discrepancias en los resultados (Mengel y Kirkby, 1987; Cao y Tibbitts, 1994; Griffith y Streeter, 1994; Osaki *et al.*, 1995), sobre todo si se considera la especie de la planta y otros factores ambientales, tales como temperatura, humedad y pH del suelo.

Con base a lo anterior planteo lo siguiente:

Objetivo

- Evaluar el efecto de la relación NO_3^- y NH_4^+ en la solución nutritiva sobre producción de flores de corte en varios cultivares de lisianthus.
- Evaluar 2 sustratos Peat moss y Lana de roca para los diferentes tratamientos NO_3^- y NH_4^+ .

Hipótesis

- La aplicación de diferentes proporciones de nitrógeno en forma de NO_3^- y NH_4^+ influye en la calidad de las flores de lisianthus.
- El uso de diferentes sustratos afecta la absorción de NO_3^- y NH_4^+ e influye en la calidad de las flores de lisianthus.

REVISION DE LITERATURA

Características Botánicas del Lisianthus

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 la hojas superiores, los cuales se desarrollan después de la aparición de varias hoja verdaderas. El tallo principal produce una flor terminal, mientras que otras 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). Mediante mejoramiento genético se han obtenido flores simples y dobles, estas últimas con dos o tres filas de pétalos y longitudes de tallos entre 60 a 90 cm (Melgares de Aguilar, 1996).

Como flor de corte, se requieren de 6 a 7 meses, desde la siembra hasta la omtesis de las primeras flores (Halevy y Kofranek, 1984). Florece naturalmente

durante el verano y otoño, y se comporta como una planta anual o bianual (Harbaugh, 1992).

El lisianthus, como otras plantas que forman roseta, el alargamiento del vástago es un requisito previo para florecer (Bernier, 1998), sin embargo, el análisis genético ha demostrado que el alargamiento del vástago y el florecimiento están controlados independientemente (Ecker *et al.*, 1994).

Clasificación Botánica del Lisianthus

Utilizando la clasificación propuesta por Cronquist (1984) y las categorías de la jerarquía taxonómica aceptadas por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica, el lisianthus se clasifica del siguiente modo.

Genero – *Eustoma*

Especie – *grandiflorum*

Requerimientos del Cultivo

Luz

Vidalie (1992) menciona que las plantas de lisianthus son heliófilas, ya que requieren de una alta luminosidad y clima soleado para su mejor crecimiento. La floración del lisianthus no se ve influenciada por el fotoperíodo, si bien en épocas de días largos la calidad y la cantidad de flores por planta es mayor que en días cortos (Melgares de Aguilar, 1997).

Temperatura

La sensibilidad a la temperatura es muy importante en el periodo que va desde la siembra a la formación del cuarto par de hojas, se considera que si la planta ha formado entre el quinto y sexto par de hojas, y no ha aparecido el tallo floral, es que ya se ha formado la roseta. Para evitar este problema, se debe asegurar temperaturas de 23 a 25 °C en el día y 18 a 20 °C en la noche, hasta la formación del segundo o tercer par de hojas; a partir de ese momento, la sensibilidad de la planta a las altas temperaturas parece disminuir (Melgares de Aguilar, 2002; Ohkawa *et al.*, 1994).

Temperaturas entre los 5 y 20 °C son las más eficaces para inducir la elongación del vástago floral, sin embargo, temperaturas de 15 °C por 4 semanas son eficientes para plantas que presentan 4 hojas verdaderas y 10 °C por 6 semanas para plantas que tienen 8 pares de hojas (Ohkawa *et al.*, 1994).

La temperatura tiene un efecto significativo en el tiempo a floración. Las plantas que crecen en condiciones de temperatura nocturna de 18 °C florecen 11 a 23 días antes que las que crecen a 13 °C (Halevy y Kofranek, 1984).

Riego

Se recomienda el uso de riego por goteo para reducir el agua libre en las hojas, algunos productores entierran los tubos de riego 5 a 6 cm bajo el suelo, para imitar las condiciones naturales del *lisianthus* y promover un sistema de raíces fuerte y profundo. Los riegos deben ser frecuentes y de bajo caudal (Sakata, 2002; Verdugo, 1994).

El lisianthus requiere niveles de humedad más altos en la primera parte de su desarrollo. Cuando las plantas comienzan a madurar y formar botones florales se deben realizar riegos menos frecuentes (Croft y Nelson, 1998).

Fertilización

El lisianthus no requiere alta fertilización. Se debe mantener un equilibrio de (1:0.5:1.2) N:P:K. La conductividad eléctrica no debe superar 1.0 mmhos (Vidalie, 1992).

El lisianthus al ser originario de tierras alcalinas las que son ricas en calcio, requiere de este nutriente para mantener plantas fuertes, sanas y con raíces profundas. Por esto, el empleo de nitrato de calcio es importante, sobre todo, en zonas de producción deficientes en calcio (Croft y Nelson, 1998).

Formas del Nitrógeno

1. En forma libre, como componente del aire.
2. En forma orgánica, constituyendo los tejidos y órganos vegetales y animales y sus desechos.
3. En forma mineral, como compuestos simples que se caracterizan por su solubilidad, mayor o menor, según los distintos medios (Suppo, 2005).

El Nitrógeno en el Suelo

El N orgánico ingresa al suelo por los tejidos y órganos de los vegetales y animales y sus respectivos desechos. Este N orgánico constituye más del 85% del N total existente en el suelo. La totalidad del N está determinada por:

1. Los residuos orgánicos (85%)
2. El nitrógeno de origen atmosférico dejado por los *Rhizobium*.
3. Aportes del agua de lluvia en forma generalmente de pequeñas porciones de amoníaco (NH_3).
4. Aportes de la fertilización.

La materia orgánica es atacada por los microorganismos del suelo transformándola en sustancias asimilables por las plantas (Suppo, 2005).

En una primera fase, el N orgánico es transformado por bacterias amonificantes en amoníaco (NH_3) constituyendo una forma amoniacal. Esta sustancia es luego convertida en nitrato (NO_3^-) por las bacterias nitrificadoras, constituyendo la fase nítrica del proceso (Suppo, 2005).

La transformación del N orgánico al N utilizable por las plantas depende de distintos factores: temperatura del suelo, humedad, aireación y pH adecuados (un pH bajo induce a la desnitrificación, es decir a la pérdida de nitratos liberándose N en forma de gas a la atmósfera) (Suppo, 2005).

El Nitrógeno en la Planta

Los vegetales absorben el N en sus formas solubles: nitrato, amonio y otros compuestos nitrogenados solubles.

Forma Nítrica

El anión nitrato (NO_3^-), pertenece a la parte aniónica del ácido nítrico ($\text{NO}_3 \text{H}$), así como a la constitución de las distintas sales (Suppo, 2005):

$\text{NO}_3 \text{Na}$ (nitrato de sodio)

$(\text{NO}_3)_2 \text{Ca}$ (nitrato de calcio)

$(\text{NO}_3)_2 \text{Mg}$ (nitrato de magnesio)

$\text{NO}_3 \text{K}$ (nitrato de potasio), etcétera.

La forma de nitrato o nítrica es la más utilizada por las plantas.

Forma Amoniacal

El catión amónico (NH_4^+) es otra forma importante de absorción. Cuando el amoníaco está disuelto en agua recibe un protón (H^+) cargándose positivamente (Suppo, 2005). Además el catión NH_4^+ forma parte de todas las sales amoniacales como:

$\text{NO}_3 \text{NH}_4$ (nitrato de amonio)

$\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$ (sulfato de amonio)

$\text{PO}_4 \text{H}_2 \text{NH}_4$ (fosfato monoamónico)

$\text{PO}_4 \text{H} (\text{NH}_4)_2$ (fosfato diamónico)

El arroz, por ejemplo, absorbe el N principalmente en forma amoniacal (Suppo, 2005).

La Relación NO_3^- : NH_4^+

En relación con el efecto de N- NO_3^- y N- NH_4^+ , solos o combinados, ha sido documentado que una proporción óptima de $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ favorece el crecimiento de la planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Jingquan y Dewei, 1988) y rendimiento (Kwak *et al.*, 1989), mientras que una absorción y acumulación excesivas de NH_4^+ pueden causar toxicidad y concentración baja de Ca y Mg en el tejido (Jingquan y Dewei, 1988). De acuerdo con Sandoval y colaboradores (1992), en el caso del trigo (*Triticum aestivum* L.), es posible obtener una mayor producción de grano y de materia seca cuando se emplea NH_4^+ en relaciones menores o iguales que 50% de la cantidad de N que cuando la planta es suministrada exclusivamente con NO_3^- .

Hageman (1992), después de realizar un análisis del efecto de las formas de N sobre el crecimiento de las plantas, coincide con las conclusiones logradas por Arnon en 1937, en el sentido de que las sales de NO_3^- son consideradas como la “caja de caudales” para la producción de plantas. Sin embargo, existen excepciones ya que la fuente preferente para el crecimiento de la cosecha depende de la especie de la planta y otros factores ambientales, como temperatura y humedad. En este contexto, Griffith y Streeter (1994) reportaron que bajo temperaturas frías y condiciones de suelo húmedo (con frecuencia

inundado), el NH_4^+ es la forma nitrogenada más importante para el crecimiento y desarrollo del ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam. cv. Surrey).

Asimismo, Cao y Tibbitts (1994) argumentaron que el valor del pH en la zona de raíces es influenciado por la forma nitrogenada (NH_4^+ ó NO_3^-) que se utiliza en la fertilización; con fertilización y absorción de NO_3^- , el valor del pH se incrementa, mientras que con fertilización y absorción de NH_4^+ el pH se disminuye. Se ha reportado que la temperatura y el pH del medio radicular afectan diferencialmente la absorción de ambos tipos de iones. Hageman (1992) sostuvo que la absorción de NH_4^+ fue altamente dependiente de la temperatura (óptima 27 °C) cuando el pH fluctuó entre 4.0 y 6.5 y fue independiente de ésta a un intervalo de pH de 6.5 a 8.5. En tanto, la absorción de NO_3^- fue altamente dependiente de la temperatura con un óptimo de 35 °C.

La absorción de cualquiera de las dos formas nitrogenadas ha sido asociada con condiciones favorables de pH existentes en el medio de crecimiento. Se ha encontrado en varias especies de cultivos que los incrementos en el pH promueven la absorción de NH_4^+ , mientras que una reducción del mismo favorece la absorción de NO_3^- (Cao y Tibbitts, 1994). En general, un medio nutritivo con un pH de 4.5 a 6.0 se considera óptimo para la absorción de NO_3^- , mientras que un pH de 6.0 a 7.0 se considera el óptimo para el NH_4^+ (Hageman, 1992).

Finalmente, el N es absorbido por las raíces de las plantas y es traslocado por el xilema a las partes superiores. La forma en la cual el N es transportado

depende de la fuente de N absorbida y del metabolismo de la raíz. La forma y cantidad de N suministrado a la planta puede influenciar la separación y acumulación de carbohidratos en diferentes partes de la misma, debido a diferencias en requerimientos energéticos de la absorción y asimilación del N- NH_4 y N- NO_3 . En medios hidropónicos, Jingquan y Dewei (1988) evaluaron el efecto de diferentes formas de nitrógeno reportan que los tratamientos consistentes en NH_4^+ solo y NH_4^+ más amidas produjeron el contenido de azúcares solubles más alto.

Cultivo del Lisianthus

Propagación Sexual y sus Etapas de Crecimiento

Melgares de Aguilar (2002) menciona que el lisianthus, una vez plantado, pasa por cuatro etapas:

Primera etapa (días 1 al 14). Se siembran las semillas peletizadas con cuidado en las cavidades de la charola (una sola semilla por cavidad). No cubrir la semilla y mantener suficiente humedad para no dejar secar la semilla. Al principio, suficiente humedad es necesaria para romper la cápsula de la semilla peletizada. Mantener una temperatura de sustrato entre 20 a 24 °C, y una humedad suficiente durante el proceso de germinación. Un pH entre 6.0 y 6.5 es óptimo para proveer un buen nivel de calcio a las plántulas. Algunos productores han tenido éxito colocando por encima de las bandejas de plántulas

un plástico para mantener mejor la humedad en el sustrato y también este método promueve un desarrollo más uniforme. Para tener buena germinación se necesitan de 100 a 300 bujías pie de radiación.

Segunda etapa (días 15 al 21). Siguiendo el desarrollo de las plántulas, hay que colocar las bandejas en un invernadero con buena circulación de aire. Bajar la temperatura entre 15 y 20 °C y fertilizar ligeramente con 100 a 150 ppm de nitrógeno de una formulación balanceada conteniendo nitrato de calcio. Evitar temperaturas excesivas para no tener problemas con arrosetamiento, el cual es difícil de superar. La temperatura del día no debe de sobrepasar 25 °C y la de la noche no debe ser menor de 5 °C. El período más crítico son los primeros 45 días después de germinación.

Tercera etapa (días 22 al 56). Las plántulas jóvenes crecen muy lentas al principio y hay que tomar precauciones para evitar temperaturas excesivas para no tener problemas con arrosetamiento. Otras condiciones ambientales que se deben evitar son niveles de luz baja y humedad excesiva que induce a enfermedades y plántulas etioladas. El lisianthus es originario de tierras alcalinas de Texas Occidental, Arizona y el sur de Colorado que son ricas en calcio. Fertilizantes que contengan nitrato de calcio ayuda a mantener plántulas fuertes y sanas.

Cuarta etapa (días 57 al 60). Las plántulas deben de tener 4 hojas verdaderas en esta etapa y están listas para el transplante a las camas de cultivo. El sistema de raíz del lisianthus es muy sensible y hay que tener mucho cuidado

para evitar dañar las plántulas. El trasplante a tiempo es muy importante para mantener las raíces activas y facilitar la transición desde la bandeja de plántulas a la cama de cultivo. Plántulas viejas tendrán raíces chuecas y después tallos más cortos; sobretodo durante los períodos cuando hay días largos.

En regiones con climas calientes se puede emplear un método de producción para evitar el problema de arrosetamiento. Después de que germine la semilla, se mantienen a temperaturas frescas durante la noche, (15 a 17 °C) y diurnas entre 25 y 27 °C hasta el trasplante. Lo importante es mantener temperaturas frescas durante la noche por 12 horas como mínimo. Este "sistema fresco" le ayudará a evitar el arrosetamiento en climas calientes o donde es difícil mantener temperaturas óptimas durante el día.

Sustratos para el Cultivo de Lisianthus

Lana de Roca

La lana de roca fue descubierta por unos científicos en Hawái en el año 1850, cuando observaron las hebras de roca creadas por las erupciones del volcán Mauna Loa. Lo que los científicos no pudieron prever fue que su descubrimiento llevaría cambios tan enormes en el cultivo de plantas, casi un siglo más tarde (Burés, 1997).

La lana de roca consiste en una mezcla de 60% de diabasa, 20% de coque y 20% de roca calcárea, que se vierten en hornos para su fundido a 1000 y 1100 °C. La masa fundida se vierte a su vez sobre una máquina rotatoria en la que la masa solidifica en forma de fibras que se recogen en una cámara a 60 °C

donde se añaden aditivos como la baquelita, resinas fenólicas o aceites. La baquelita se añade a medida que se desarrollan las fibras y tiene por función mantener las fibras separadas y la estructura estable. De esta cámara sale un colchón de fibras que va a una cámara de curado donde se insufla aire caliente, en esta cámara hay bandas de distinto grosor que forman las planchas de lana roca. La lana de roca consiste en un medio artificial formado por fibras de 0.005 mm de grueso y 3 mm de longitud, las planchas comprimidas pesan entre 70 y 80 kg de materia seca por m³. Los bloques pueden tener entre 2.5 y 5 cm de lado y de 4 a 6.5 cm de altura, según su uso, y suelen estar rodeados por una película plástica. Los tamaños de plancha más comunes suelen ser de 5 y 10 cm de grueso y 15 a 45 cm de anchura y hasta 1 metro de longitud (Burés, 1997).

Cuadro 2.1. Composición química de la lana de roca. (Burés, 1997).

	Porcentaje en peso
SiO ₂	47
Al ₂ O ₃	14
K ₂ O	1
Na ₂ O	2
Óxidos de hierro	8
CaO	16
MgO	10
TiO ₂	1
MnO	1

La lana de roca es un material muy poroso (96% de poros en volumen) que retiene grandes cantidades de agua y de aire, siendo casi toda el agua fácilmente disponible para las plantas, no teniendo agua de reserva ni agua difícilmente disponible por tener todos los poros aproximadamente el mismo tamaño. Por ello, la cantidad de agua retenida se debe controlar mediante la altura de los bloques (puesto que la retención de agua depende de la altura de sustrato), mediante el volumen total de sustrato y el manejo del riego. La lana de roca es un medio estéril y puede desinfectarse para su reutilización (Burés, 1997).

Peat moss

El Peat moss se compone de restos de animales acuáticos, las marismas, turberas, pantanos o vegetación que se ha conservado bajo el agua en un estado parcialmente descompuesto (Hartmann *et al.*, 1997). La falta de oxígeno en el pantano retrasa la descomposición química del material vegetal. La composición de los distintos depósitos de turba varía ampliamente, dependiendo de la vegetación a partir de la cual se originó, el estado de descomposición, el contenido mineral, y el grado de acidez.

Hay tres tipos de turba, clasificados por los EE.UU. en la Oficina de Minas: peat moss, turba de juncos y turba humus. Peat moss (por lo general es al que se hace referencia en el mercado como la Peat) es la descomposición de al menos tres tipos y se deriva de Sphagnum y otros musgos. Varía en el color de bronceado claro a marrón oscuro. Tiene una alta capacidad para retener la

humedad (15 veces su peso seco), tiene una alta acidez (pH de 3.2 a 4.5), y contiene una pequeña cantidad de nitrógeno (alrededor del 1 por ciento), pero poco o nada de fósforo o de potasio. Este tipo de turba generalmente proviene de Canadá, Irlanda o Alemania, aunque también se producen en el norte de Estados Unidos. La turba es el más usado en el sector hortofrutícola. La turba de juncos se compone de los restos de pastos, cañas, juncos y otras plantas de pantano (por ejemplo, la turba de Florida). Este tipo de turba varía considerablemente en su composición y en color, que van desde marrón rojizo a casi negro. No debe utilizarse con fines de propagación.

Humus, es un estado avanzado de descomposición y la planta original no pueda ser identificada. Puede provenir de caña o de musgo Hypnum. Es de color marrón oscuro a negro con una baja capacidad de retención de humedad, pero con 2.0 a 3.5 % de nitrógeno. Cuando la turba se utiliza en mezcla, hay que separar y humedecerlo antes de añadir a la mezcla. El agua no penetra fácilmente, y muchas de las partículas de la turba permanecerán secas, incluso después de riego. No existe ningún método para prevenir este problema, aunque el uso repetido de agentes humectantes, tales como Aqua-Gro, puede mejorar la penetración del agua.

La turba no es un producto uniforme y puede ser una fuente de semillas de malezas, insectos y el inóculo de enfermedades. La turba debe estar pasteurizada junto con los otros componentes. La turba es relativamente cara por lo que se utiliza menos en viveros de propagación, está siendo poco a poco

reemplazado por otros componentes, tales como triturados o pulverizados de corteza, sin embargo, la turba sigue siendo el principal ingrediente orgánico en la propagación de invernadero.

El Transplante

El transplante debe realizarse cuando las plántulas tienen entre 3 y 4 hojas verdaderas (Pergola, *et al.*, 1992). Es importante transplantar la plántula con un sistema de raíz activo, para evitar problemas de pudrición del tallo (Croft y Nelson, 1998).

En general, se recomienda un espaciamiento entre una y otra planta de 10 - 15 x 15 cm, utilizando una o dos líneas de alambre, para apoyar los tallos que tienden a curvarse por el peso de las flores (Sakata, 2002; Verdugo, 1994).

Es aconsejable utilizar un sistema de riego localizado, preferentemente por goteo, disponiendo líneas con los goteros insertados cada 10 cm según el tipo de terreno, y colocando una línea cada dos filas de plantas, lo que nos da un total de cuatro líneas portagoteros por cama (Croft y Nelson, 1998).

Inmediatamente después de la plantación es recomendable realizar un riego abundante con microaspersores o pulverización fina con manguera teniendo la precaución de no dañar las plantas, a fin de que se asiente el terreno alrededor de las raíces. Durante los 10 días es conveniente realizar pulverizaciones frecuentes de agua, hasta que se consiga el enraizamiento en el terreno de las

plantas. En los 15 posteriores a la plantación es recomendable realizar al menos dos tratamientos contra *Rhizoctonia* y *Phytophthora*, bien en pulverización o a través del agua de riego (Croft y Nelson, 1998).

Melgares de Aguilar (2002), señala que el *lisianthus*, una vez plantado, pasa por tres fases:

1^{er} fase) Dura entre 30 días, y en ella la planta desarrolla poco su parte aérea, al contrario que las raíces.

2^a fase) Comprende otros 30 días aproximadamente, en ella el tallo se alarga y la planta emite tallos secundarios en número de cuatro a ocho según variedades, estos tallos ya alcanzan una altura de entre 30 y 50 cm al final de esta aparecen los botones florales.

3^{er} fase) 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.

En total el ciclo desde la plantación a la floración puede durar entre 90 y 120 días dependiendo de variedades y épocas de plantación.

La fecha de plantación más extendida suele ser entre los meses de marzo y abril, con lo que se obtiene una producción en julio o agosto, y en caso de dejar rebrotar la planta, otra segunda cosecha entre agosto y octubre.

Hoy en día se está intentando obtener producciones en invierno, mediante plantaciones de septiembre u octubre para recolectar a partir de diciembre y hasta marzo. Este ciclo de cultivo exige calefacción, de modo que la temperatura no baje de 16°C, y por tanto se requiere de invernaderos mejor adaptados, incluso, se cita el aportarle luz suplementaria para compensar su posible escasez en esos meses.

Arrosetamiento

Varios autores concuerdan que la roseta es una formación de hojas sin alargamiento del tallo floral (Harbaguh, 1992; Shon, 1997). Sin embargo, Harbaguh (1992), menciona dos tipos de roseta, la anteriormente definida y la semirroseta, que es una formación compacta de hojas de la cual se produce un alargamiento de un tallo secundario, el que puede llegar a florecer, pero esta flor es de mala calidad.

El arrosetamiento es un factor que limita la producción del *lisianthus*, éste, puede alcanzar hasta un 90% de las plantas, impidiendo su floración en el periodo aceptable de menos de 140 días y un retraso en la cosecha (Harbaugh, 1992; Pergola *et al.*, 1992).

Este fenómeno de formar una roseta vegetativa, detención natural del desarrollo del tallo floral y multiplicación de la masa vegetativa, se puede deber tanto a la sensibilidad a las altas temperaturas como a las bajas temperaturas en estados inmediatos a la germinación (Anónimo, 1993).

Se ha determinado que temperaturas de día entre los 30 - 35 °C y nocturnas de 20 - 25 °C, conllevan con casi absoluta certeza a la formación de las tan temidas rosetas vegetativas (Anónimo, 1993).

Los experimentos realizados por Harbaugh (1992), apoyan la hipótesis que la exposición a altas temperaturas en *lisianthus* causa plántulas que desarrollaron arrosetamiento y semiarrosetamiento. El porcentaje de plantas arrosetadas aumentó en medida que la exposición a 28 °C aumentaba de 0 a 28 días. La exposición durante 28 días a 28 °C produjo un 96%, 93% y 18% de plantas arrosetadas para el cultivar Yodel White, Yodel Pink, respectivamente. Para evitar los problemas de arrosetamiento se pueden realizar tratamientos con bajas temperaturas (vernalización) o tratamientos en base a hormonas.

Vernalización

Major (1980), Salinger (1991) y Salisbury y Ross (1994) definen la vernalización como la adquisición, aceleración, promoción o inducción de la floración mediante el enfriamiento de la planta. La vernalización es un proceso o tratamiento que promueve la iniciación de la floración. Este proceso puede ocurrir en forma natural en el campo durante el invierno, durante el comienzo de la primavera o artificialmente en una instalación de almacenamiento en frío.

Devlin (1980) menciona que la necesidad de ciertas plantas de requerir temperaturas frías no es absoluta, pero sí ésta reduciendo el tiempo de siembra a floración. Por esta razón, se debe recalcar que la vernalización por sí sola no induce la floración, sino que se limita a preparar a la planta para la floración.

Existen muchas plantas que requieren de un periodo de frío, pero precisan de un cierto crecimiento antes de volverse sensibles a los tratamientos de baja temperatura (Devlin, 1980). En *lisianthus* varios autores señalan que el periodo óptimo para recibir las bajas temperaturas va desde los dos pares de hojas hasta los ocho pares de hojas (Melgares de Aguilar, 2002; Ohkawa *et al.*, 1994).

La vernalización en *lisianthus* ha sido descrita por varios autores. Pergola y colaboradores (1992), establecen que plantas tratadas por seis semanas a temperatura inferior a 18 °C, florecieron en su totalidad; sin embargo temperaturas de 10 °C tiene los mejores efectos, porque además de florecer el 100 % de las plantas, éstas lo hacen en menos tiempo (seis en lugar de ocho semanas).

Variedades

Hoy en día son más de cien los cultivares de esta especie que aparecen en los catálogos comerciales.

Variedades Precoces

Las variedades precoces son recomendadas para temporadas de días cortos y primaverales, en este grupo se menciona a Heidi, que es una variedad que presenta flores sencillas con, aproximadamente, 10 nudos. Las flores son grandes, tipo spray y muy uniformes, existen aproximadamente 14 colores.

Se destaca también la variedad Echo, primera variedad en el mundo que tiene todas sus flores dobles en forma de conos, presenta 10 nudos en tallos muy

fuertes, capaces de soportar sus pesadas flores, existen nueve colores separados (Sakata, 2002; Croft y Nelson, 1998).

Variedades Menos Precoces

Las variedades menos precoces son recomendadas para temporadas de días largos y alta intensidad lumínica, lo que permite que sus tallos florales sean más largos. Las variedades presentes en este grupo son: Flamenco, la cual es de flor sencilla con 13 nudos, son un poco más grandes que la variedad Heidi, pero más robusta; Mariachi, tiene flores dobles con 13 nudos, la planta presenta un hábito de crecimiento erecto produciendo una gran cantidad de flores de corte muy uniformes; y Balboa que presenta flores dobles, seis colores diferentes y 11 a 14 semanas entre siembra y cosecha (Sakata, 2002; Croft y Nelson, 1998).

Floración

El lisianthus es una planta de día largo cuantitativo, es decir, las plantas florecerán más rápido cuando hay días largos; sin embargo, las varas que florecerán después no son afectadas por el fotoperíodo (Armitage, 1993).

Esta planta presenta dos floraciones y el tiempo que ocurre entre la primera y segunda cosecha de flores es de 3 a 4 meses (Halevy y Kofranek, 1984). La primera floración es de muy buena calidad, obteniéndose 3 a 4 tallos florales por planta, los cuales son rectos y fuertes. En ocasiones, se realizan labores de desbotonado para eliminar el primer botón, ya que es más largo el periodo de apertura entre el primer y segundo botón que el segundo y tercer botón. Estás

flores presentan una muy buena calidad (Halevy y Kofranek, 1984; Sakata, 2002; Verdugo, 1994).

La segunda floración presenta una menor calidad de los vástagos florales, son más cortos y tienen menor cantidad de flores, por esta razón, Halevy y Kofranek (1984) mencionan que conservar las plantas para una segunda floración puede ser factible, pero económicamente no es rentable.

Cosecha y Post-cosecha

El estado ideal de corte de la vara floral es cuando han abierto dos a tres flores. La recolección de las varas florales se puede hacer de dos maneras: la primera, es arrancando la planta completa y posterior corte de las raíces; y la segunda, es cortar los tallos en forma escalonada a medida que vayan floreciendo. Éste es el método más utilizado por los productores (Melgares de Aguilar, 2002).

Después de cortar la vara floral, ésta se debe colocar inmediatamente en agua o en agua con una solución preservante. Las flores se pueden conservar en cámaras de frío a 4 °C, después de transcurridas 6 a 12 horas de permanencia en la solución acuosa (Melgares de Aguilar, 2002).

Esta especie presenta una adecuada post-cosecha entre 10 - 15 días en florero, sin embargo, los botones más pequeños tienden a quedar cerrados, particularmente, en variedades de color azul y rosa (Armitage, 1993). Halevy y Kofranek (1984) indican que las flores de corte se pueden mantener a 1 °C en agua desionizada que contiene los preservantes necesarios para que la flor se

conserva hasta por una semana, sin tener efectos sobre su vida de florero. Sin embargo, almacenar las flores por más de una semana reduce la longevidad de los vástagos florales.

El uso de preservantes es muy eficaz para prolongar la vida de la vara floral. El uso de sacarosa al 4% y agentes antimicrobianos ha permitido que los tallos florales sean capaces de sobrevivir, aproximadamente, por 39 días y una sola flor por 13 días (Armitage, 1993).

Al igual que los demás cultivares, el *Lisianthus* es sensible a los daños, hongos y bacterias. Cuando las flores están demasiado cerca la una a la otra, la humedad relativa del aire se hace demasiado alta, por lo que se presenta botritis (Melgares de Aguilar, 1997).

Comercialización

La venta de flores se hace en paquetes, de 5 a 10 varas florales. Las varas florales se deben sujetar en su base, mediante bandas de caucho, luego se introducen en bolsas de celofán, con el fin de que no sufran daños en las hojas o flores durante el proceso de comercialización (Melgares de Aguilar, 2002).

No existen normas de calidad específicas para *lisianthus*, por lo que se aplican las normas genéricas de calidad de la Comunidad Económica Europea para flor cortada. Estas normas son: largo de vara entre 50 a 80 cm, 2 a 3 flores abiertas más 5 botones con posibilidad de abrir, flores de calidad superior que presenten

las características de la variedad en todas las partes de la vara y exentas de daños ocasionados por parásitos, materias extrañas, magulladuras y defectos de vegetación (Melgares de Aguilar, 2002).

Clasificación de Tallos Florales

En México no existe una norma de calidad específica para lisianthus, por lo que en los mercados que se realiza el control de calidad, se aplican las normas genéricas de calidad de la Unión Europea para flor cortada, estas atienden más a la sanidad general de la planta, limpieza, etc., que a parámetros concretos como longitud o número de tallos. Esta norma establece tres categorías comerciales.

Aunque en la norma no se mencione, una mayor longitud de los tallos, y un mayor número de capullos por tallo, son mejor valorados en el proceso de comercialización (Melgares de Aguilar, 1997).

Fertirrigación

El lisianthus es una planta sensible a la salinidad, que puede producir quemaduras de raíces y hojas, disminuyendo la calidad, por lo que se tendrá precaución de no excederse en el abonado (Melgares de Aguilar, 1997).

La humedad en el terreno debe ser constante durante todo el cultivo, sin excesos, que pueden producir asfixia en las raíces, y favorecer los ataques de hongos del suelo (Domínguez, 2002).

La fertilización se aportará con el agua de riego, se pueden utilizar abonos solubles tradicionales, tal como nitrato amónico, nitrato potásico y fosfato monoamónico (Melgares de Aguilar, 1997).

En caso de utilizar aguas alcalinas, es recomendable acidificarla, hasta obtener un pH a la salida de los goteros entre 5.5 y 6.5, esto se puede conseguir mediante la utilización de ácido nítrico o ácido fosfórico, ello nos evitará obturaciones en los emisores, además de favorecer la asimilación de micro elementos (hierro, entre otros). Habrá que tener en cuenta la aportación de elementos fertilizantes de estos ácidos, un 12.4% de nitrógeno en el ácido nítrico y un 72% de fósforo en el ácido fosfórico del 85%, y descontar las cantidades aportadas de los fertilizantes tradicionales (Domínguez, 2002).

Principales Plagas

Melgares de Aguilar (2002), indica que las plagas del *lisianthus* son:

Minador (*Lyriomiza trifolii*)

Los adultos son pequeñas moscas, 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, luego caen al suelo donde realiza la metamorfosis y se transforma en adulto, completando así el 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 el crecimiento y la

producción sea de menor calidad, además de afectar el aspecto general de la planta, depreciándola.

Arañita roja (*Tetranychus urticae*)

Acaros que succionan la savia de las plantas y causan la pérdida de color en follaje y flores.

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporarorium*)

Son insectos que succionan la savia y pueden deformar hojas y flores.

Orugas de noctuidos (*Heliothis sp*, *Plusia 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 occidentalis*)

Son pequeños insectos 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.

Aunque sus daños directos son importantes, es casi más perjudicial su labor de vector del virus del bronceado del tomate. Para su control son recomendables una serie de labores culturales como:

a) Eliminación de malas hierbas en el interior y alrededores de los invernaderos, ya que les sirven de refugio.

b) Utilización de mallas antitrips en los huecos de ventilación del invernadero con el fin de impedir la entrada desde el exterior de estos insectos.

c) Colocación de trampas cromáticas, fundamentalmente son cartones encolados de color azul que los atraen y al quedar pegados mueren.

Gusanos del suelo

Son larvas de coleópteros se denominan vulgarmente como gusanos de alambre, doradillas, gallinetas, gusanos blancos, etc., pueden producir comeduras en las raíces y parte subterránea del tallo, y llegan a partirlo y matar la planta, afectan principalmente a las plantas más jóvenes.

Como medios de lucha química una vez establecida la plantación, se recomienda aplicaciones al suelo con algún producto: Furadan.

Principales Enfermedades

Melgares de Aguilar (2002) menciona que entre los patógenos que más atacan al *lisianthus* son:

Rhizoctonia (*Rhizoctonia sp*)

Es un hongo del suelo que puede causar putrefacción de la corona. Esta enfermedad afecta inmediatamente después del trasplante. Para su control se puede utilizar Rubigan (fenarimol, Dow AgroScience U.S.A.), Rizolex (metil tolclofos)

Fusarium (*Fusarium oxysporum*)

Este hongo es común en tierras contaminadas. Puede causar putrefacción de la raíz, marchitamiento vascular (el que es muy severo cuando hay altas condiciones de temperatura, alta concentración de amonio y baja concentración de calcio y boro). Los principales síntomas son: el marchitamiento de la planta y blanqueo del follaje; no tienen control químico.

Virus del bronceado del tomate (Tomato Spotted Wild Virus, TSWV)

Este virus es transmitido por el trips *Frankliniella occidentalis*, provoca deformación de la parte apical de los brotes, los cuales toman un color marrón, y en algunos casos, se pueden ver mosaicos. Si los trips no son controlados, estos pueden diseminar fácilmente la enfermedad. El control de esta enfermedad debe ser preventivo a nivel del vector.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y Características del Sitio Experimental

El presente trabajo se realizó en los invernaderos del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), localizado en la ciudad de Saltillo, Coahuila. El tipo de invernadero utilizado fue un túnel con dimensiones de 6 m de ancho y 20 m de largo, de estructura metálica y con cubierta plástica. Cuenta con pared húmeda y con 2 extractores de aire de activación automática.

El clima en la región está clasificado como: BsoK(X') (e), que se define como seco estepario. La temperatura media anual es de 18°C y la precipitación pluvial media anual es de 368 mm siendo los meses de julio a septiembre los más lluviosos (García, 1987).

Descripción del Trabajo Experimental

Material Vegetal

Se utilizaron semillas peletizadas de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) de la variedad "Mariachi Yellow" con un 92% de germinación, "Mariachi Pink" con

un 87% de germinación y “Echo Blue” con un 89% de germinación. Todas las variedades que se sembraron fueron producidas por Gloeckner, y son variedades de clima cálido y clima templado para poder observar su aclimatación en esta región de Coahuila.

Descripción de los Tratamientos

En el experimento se evaluó la respuesta de las plantas a la proporción de NO_3^- : NH_4^+ en la solución nutritiva. La proporción de NO_3^- con relación al NH_4^+ varió de acuerdo a seis tratamientos mostrados en el Cuadro 3.1. Todos los tratamientos tenían una concentración total de 210 ppm de nitrógeno.

Cuadro 3.1 Descripción de tratamientos.

TRATAMIENTO	Proporción de Nitrógeno en forma de Nitrato o Amonio	
	NO_3^- (%)	NH_4^+ (%)
Tratamiento 1	100	0
Tratamiento 2	87.5	12.5
Tratamiento 3	75	25
Tratamiento 4	62.5	37.5
Tratamiento 5	50	50
Tratamiento 6	25	75

La concentración de los restantes elementos en la solución nutritiva fue según la formula propuesta por Hoagland, con excepción del P, ya que el pH fue ajustado a 6.8 con H_3PO_4 en tanto que la conductividad eléctrica promedio fue de 2.7 dS.m^{-1} .

Las soluciones fueron preparadas con las siguientes fuentes:

Cuadro 3.2. Fuentes fertilizantes empleadas para la preparación de las soluciones nutritivas.

FUENTE	CONCENTRACION	
Magnisal	11% N	9.6% Mg
Sulfato de Amonio	21% N	72.7% SO ₄
Acido Fosfórico	30.7% P	
Fosfato de Amonio	12% N	26% P
Acido Nítrico	17.97% N	
Nitrato de Calcio	12% N	17% Ca
Nitrato de Potasio	12% N	37% K
Fosfonitrato	34.4% N	0.8% P
Sulfato de Magnesio	9.9% Mg	39% SO ₄
Sulfato de Potasio	44.9% K	55.2% SO ₄
Cloruro de Potasio	52.5% K	47.6% Cl
Cloruro Calcio	36.1% Ca	63.9% Cl
Hidroxido de Calcio	70.2% Ca	29.77% OH ⁻
Sulfato de Calcio	23.3% Ca	55.8% SO ₄

Experimento A: Efecto de la Relación NO₃⁻:NH₄⁺ en la Solución Nutritiva en Lisianthus Cultivado en Peat moss

Contenedores y Sustrato

Para este experimento, cada parcela experimental consistió de macetas de 6" tipo estándar y color negro, empleándose como sustrato peat moss marca Sun Shine N° 3 con un pH de 6.3. En cada maceta se colocaron 3 plantas del mismo

cultivar y estas fueron colocadas sobre una mesa de acero inoxidable para un mejor manejo.

Establecimiento y Manejo del Experimento

Preparación del Sustrato y Siembra

Para llevar a cabo la siembra de *lisianthus*, el día 26 de febrero de 2008 se preparó el sustrato mencionado anteriormente humedeciéndolo hasta que se llegó a capacidad de campo (CC), con la finalidad de llenar las charolas para germinación. Las charolas eran de color negro, con 288 cavidades y de 1cm de profundidad.

La siembra se llevó con sumo cuidado ya que la semilla del *lisianthus* es demasiado pequeña, es por eso que esta viene peletizada. La semilla se colocó sobre la superficie del sustrato para que germine ya que si se coloca bajo el sustrato la semilla puede pudrirse.

Durante los primeros días se regó mediante aspersion ya que en esta etapa se requiere de un 90% de humedad relativa, de esta manera se facilita el enraizamiento y se evita la deshidratación. La alta humedad relativa se consiguió con riegos diarios a intervalos de cuatro horas. Cuando la planta emitió raíces se sustituyó la aspersion por el riego a pie de la planta con una frecuencia de tres veces por semana.

Transplante

El día 8 de mayo se realizó el transplante. Inicialmente se humedeció el peat moss Sun Shine N° 3 llevándolo a capacidad de campo (CC) para con este llenar las macetas. Posteriormente se sacaron cuidadosamente las plántulas de las charolas con la ayuda de una espátula para evitar al máximo la ruptura de las raíces, y se colocaron tres plantas por cada maceta. Después del trasplante se dio un riego para favorecer el establecimiento de las plántulas en el sustrato.

Aplicación de los Tratamientos

El 14 de mayo se inició el riego con los tratamientos antes mencionados, aplicando 600 ml por maceta. La frecuencia de riego se definió de acuerdo a las necesidades de las plantas, siendo en promedio de dos a tres veces por semana.

Variables Evaluadas

La cosecha de las plantas se realizó del 4 de agosto al 3 de septiembre del 2008. Para la cosecha se tomaron las plantas de todos los tratamientos de todas las repeticiones.

A cada una de ellas se le evaluó altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas, número de botones florales, área foliar, peso seco de hoja, peso seco de flores y botones y peso seco de tallo. El peso seco total se calculó con la suma del peso seco de tallos, hojas, flores y botones.

Altura de la Planta

Las plantas se cortaron lo más cerca posible del nivel del sustrato y la medición se tomó desde la base del tallo hasta la parte más alta, incluyendo la última flor o botón. Esta medición se aplicó a cada una de las plantas de la unidad experimental.

Diámetro del Tallo

Para determinar el diámetro del tallo se utilizó un vernier digital el cual se colocó en la base de la planta para tomar la lectura.

Número de Hojas

Después de medir el diámetro del tallo se deshojó la planta para poder contar el número de las hojas totales por planta.

Número de Botones Florales

El número de botones y flores se contó después de quitárselos a la planta para así contarlos sin ningún problema.

Área Foliar

El área foliar se determinó con las hojas de la planta las cuales se pasaron por un medidor de área foliar marca LI-3100 Área Meter de Li-Cor.

Peso Seco de Hojas, Botones Florales y Tallos

Estas variables se determinaron del 29 de septiembre de 2008 al 7 de noviembre de 2008. Las hojas, tallos y flores se colocaron en una bolsa de papel de estraza para llevar las muestras a la estufa de secado a una temperatura constante de 70 °C.

Experimento B: Efecto de la Relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la Solución Nutritiva en *Lisianthus* Cultivado en Lana de Roca

Para este experimento cada parcela experimental tuvo un sistema hidropónico abierto con bloques de lana de roca de 100x20x7.5 cm y a estos se les colocaron 14 plantas por cada bloque, 7 plantas eran del cultivar Mariachi Yellow y las otras 7 eran de Echo Blue. El experimento se estableció en una mesa de acero inoxidable para un mejor manejo.

Las actividades realizadas en este experimento así como los tratamientos son iguales a los explicados en el experimento A. En este caso se aplicó 2400 ml de solución por cada bloque de lana de roca de tres a cuatro ocasiones por semana.

Diseño Experimental y Modelo Estadístico

Ambos experimentos fueron distribuidos en un diseño bloques al azar, se usaron 4 repeticiones por cada tratamiento. En el experimento A se colocaron 3

plantas por maceta, en tanto que en el experimento B se colocaron 14 plantas por bloque de lana de roca. El análisis de los datos se realizó mediante Anova y comparación múltiple de promedios de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$) utilizando SAS.

El modelo lineal correspondiente para ambos experimentos es:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = cualquier observación del tratamiento i y bloque j

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i

β_j = Efecto de bloque j

ε_{ij} = Error experimental para cada observación (ij)

Además, se estimaron los modelos de regresión lineal simple y el coeficiente de determinación (R^2) entre la relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ y las variables de respuesta más importantes, como el número de flores, el peso seco total y el área foliar. El modelo de regresión lineal fue: $Y = \beta_0 + \beta_1 X$

Donde:

Y = la variable dependiente

β_0 = la intercepción o el valor de Y cuando $X = 0$

β_1 = la pendiente de la línea de regresión

X = la variable independiente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Número de Botones Florales en Lisianthus Cultivado en Peat moss

El número de botones florales es uno de los principales parámetros que se toman en cuenta para la comercialización de las flores cortadas, debido que al tener una mayor cantidad, mayor será el atractivo visual para el consumidor.

En Mariachi Yellow el análisis de varianza (Cuadro A.1), muestra diferencia significativa entre tratamientos, resultando las soluciones ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 25:75 y 50:50 con mayor número de botones florales, comparado con el resto de los tratamientos, según muestra la comparación de medias (Cuadro A.2). En el tratamiento de 25:75 se obtuvieron 9.96 botones florales, superando al testigo (100:0) con 62 %, el cual solo obtuvo 6.23 botones florales.

La Figura 4.1 muestra que existe una regresión lineal entre la proporción $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ con respecto al número de botones florales. Como se observa, la relación es negativa, por lo que al elevarse la proporción de NO_3^- en la solución nutritiva el número de botones florales disminuye; esto es corroborado por el signo negativo de coeficiente β_1 (-0.0519), el cual corresponde a la

pendiente de la recta de regresión. El modelo mostrado en la Figura 4.1 tiene un $R^2 = 0.6944$, lo que indica que el 69.44% de la variación en el número de botones florales es explicada por la relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$.

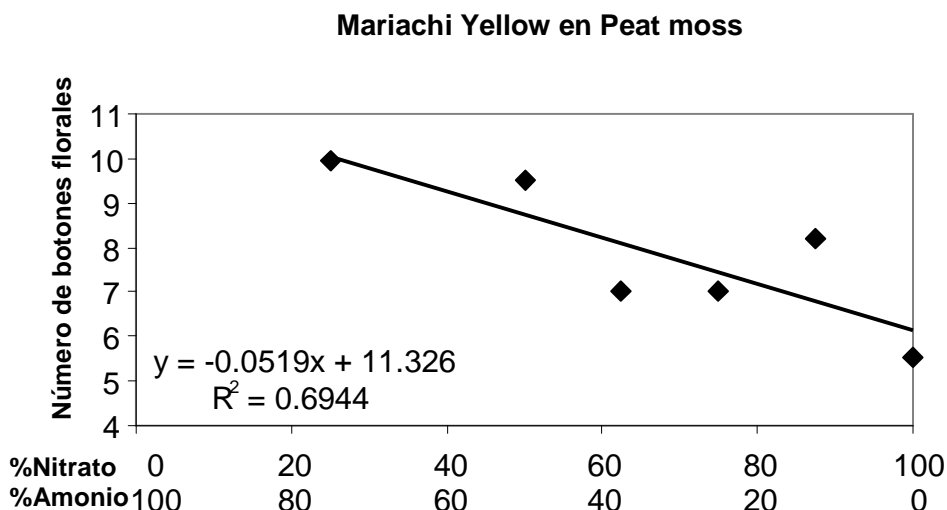


Figura 4.1. Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ sobre la producción de botones florales en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Peat moss.

En cuanto al cultivar Mariachi Pink, los resultados mostraron tendencias similares a los ya mencionados para Mariachi Yellow (Cuadro A.3). A pesar de ello, el análisis de varianza (Cuadro A.3) indica que no hay diferencia significativa estadísticamente hablando. Sin embargo, las plantas fertilizadas con una relación ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 87.5:12.5 y 62.5:37.5 resultaron con número de botones florales menor al resto de los tratamientos (Cuadro A.4). Esta variable también mostró una regresión lineal negativa al aumentar la proporción de NO_3^- (Fig. 4.2). Sin embargo, al comparar las pendientes, se observa que Mariachi Yellow ($\beta_1 = -0.0519$) es más susceptible que Mariachi Pink ($\beta_1 = -0.0248$) a

altos niveles de NO_3^- , ya que se producen menos botones florales por unidad de NO_3^- que se aumenta.

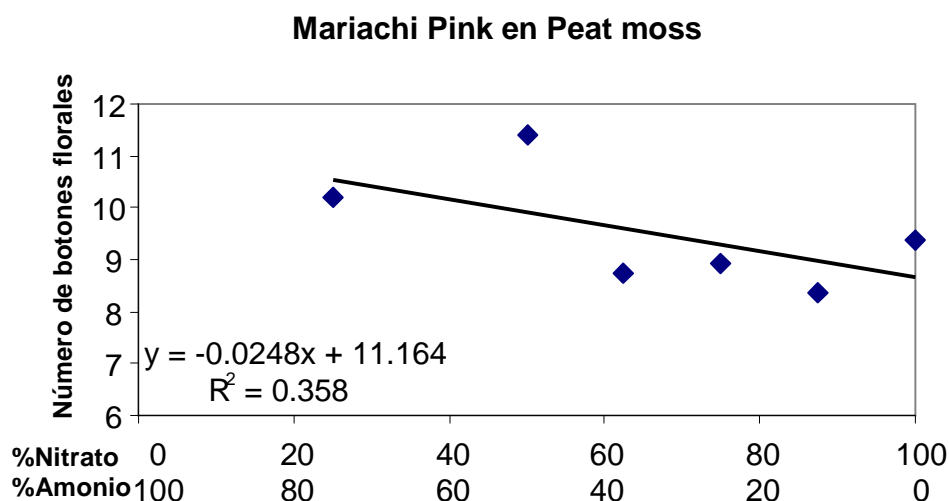


Figura 4.2. Efecto de la relación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ sobre la producción de botones florales en el cultivar Mariachi Pink cultivado en Peat moss.

Peso Seco Total en Lisianthus Cultivado en Peat moss

Esta variable se evaluó al término del experimento y los resultados obtenidos por el análisis de varianza en Mariachi Yellow muestran que existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos (cuadro A.1), resultando las soluciones ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 25:75 con un mayor peso seco a diferencia de 87.5:12.5, 75:25, 62.5:17.5 y 100:0, ya que en estas son los que menor peso seco registraron.

En la Figura 4.3 se observa una relación lineal negativa entre $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ con el peso seco total, por lo cual al aumentar la concentración de NO_3^- la producción de peso seco disminuye (Cuadro A.2).

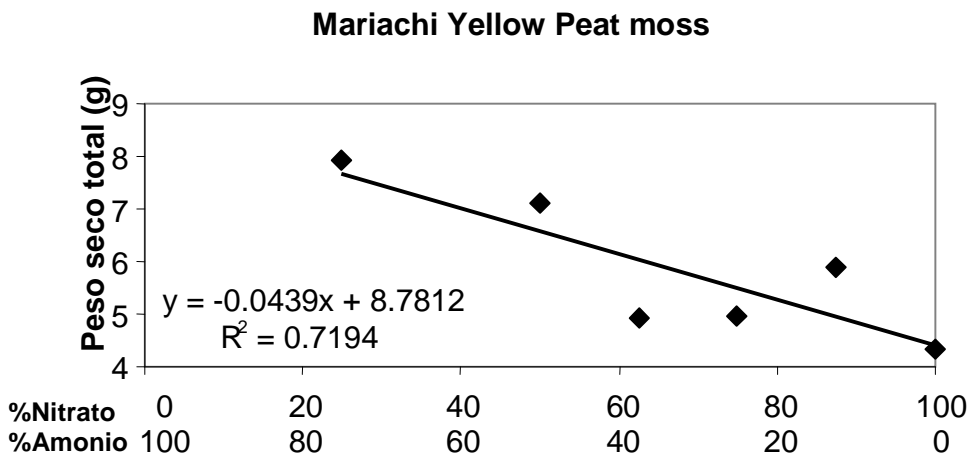


Figura 4.3. Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ para la variable peso seco total en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Peat moss.

En Mariachi Pink los resultados mostraron tendencias similares a los ya mencionados para Mariachi Yellow (Cuadro A.3). Similarmente, en Mariachi Pink las plantas fertilizadas con una relación ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 25:75 resultaron con una producción de peso seco significativamente mayor (Cuadro A.4). Esta variable también mostró una regresión lineal negativa al aumentar la proporción de NO_3^- (Fig. 4.4). Al comparar ambas pendientes se observa que Mariachi Pink ($\beta_1 = -0.0177$) es menos susceptible que Mariachi Yellow ($\beta_1 = -0.0645$) a altos niveles de NO_3^- ya que se produce menor peso seco por unidad de NO_3^- que se aumenta.

Los resultados obtenidos no coinciden con los estudios realizados por Elia y colaboradores (1996) ya que ellos encontraron en el caso de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) que al aumentar el contenido de NO_3^- también aumentaba la producción de peso seco por planta. Además, reportaron que las plantas fertilizadas con una proporción de amonio: nitrato (100:0) se atrofian, con signos de necrosis en los márgenes de la hoja, marchitamiento progresivo de las hojas y pobre crecimiento de las raíces.

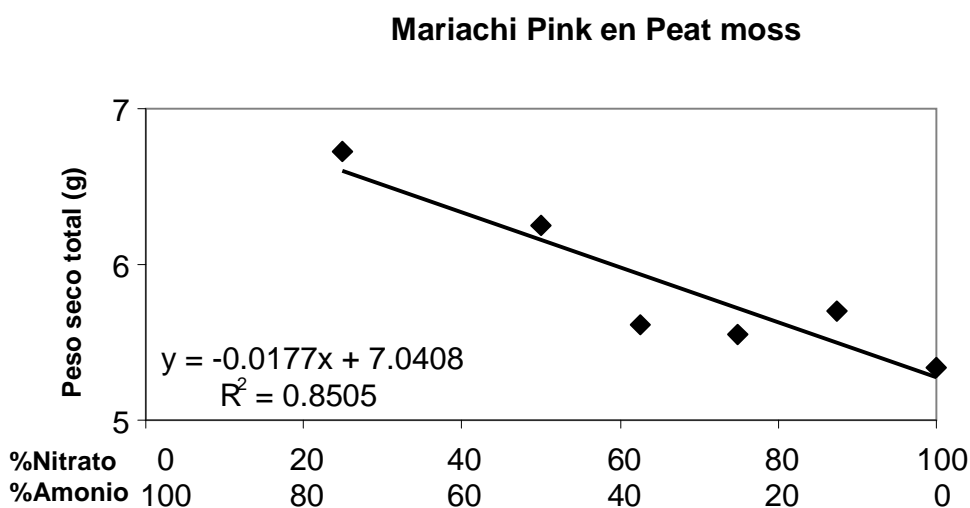


Figura 4.4. Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ para la variable peso seco total, en el cultivar Mariachi Pink Cultivado en Peat moss.

Área Foliar en Lisianthus Cultivado en Peat moss

González, (1990) menciona que el área foliar es uno de los parámetros más importantes en la evaluación del crecimiento de las plantas, de ahí que la determinación adecuada del mismo sea fundamental para la correcta interpretación de los procesos de desarrollo del cultivo. El follaje es además

considerado importante para evaluar la calidad de las flores de corte. Un follaje extenso, en combinación con otros factores, es considerado deseable por los floristas.

En Mariachi Yellow el análisis de varianza muestra diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro A.2), resultando las soluciones ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 100:0 con menor área foliar comparado con 50:50 y 25:75, los cuales fueron los tratamientos que mayor área foliar registraron, según muestra la comparación de medias (Cuadro A. 2).

En la Figura 4.5 se observa una regresión lineal negativa entre $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ con respecto al área foliar, lo cual indica que al elevarse la proporción de NO_3^- el área foliar disminuye.

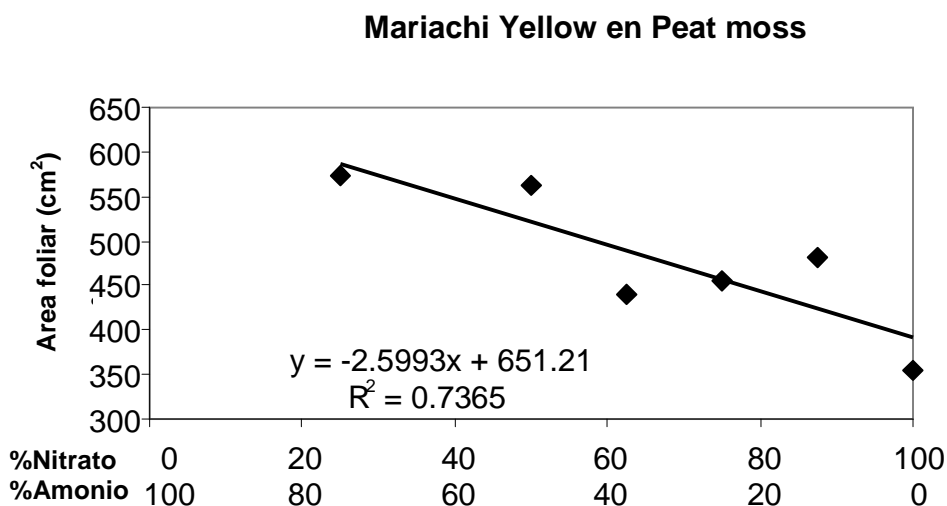


Figura 4.5. Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en el área foliar para el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Peat moss.

En cuanto al cultivar Mariachi Pink los resultados muestran tendencias similares a los ya mencionados para Mariachi Yellow (Cuadro A. 3). En Mariachi Pink las plantas fertilizadas con una relación ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 25:75 resultaron con una producción de área foliar significativamente mayor que las fertilizadas con una proporción ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 100:0.

En esta variable también se puede observar una regresión lineal negativa, lo cual indica que al aumentar la proporción de NO_3^- disminuye el área foliar (Fig. 4.6). Al comparar ambas pendientes se observa que Mariachi Yellow ($\beta_1 = -2.5993$) es más susceptible que Mariachi Pink ($\beta_1 = -1.0242$) a altas concentraciones de NO_3^- ya que se produce una menor área foliar por unidad de NO_3^- que aumenta.

Estos resultados coinciden con estudios realizados por Clark. y colaboradores (2003) entre otros, ya que ellos encontraron en el caso de azalea que las plantas que contenían mayor NO_3^- tuvieron menor crecimiento vegetativo lo cual produce una menor área foliar.

Mariachi Pink en Peat moss

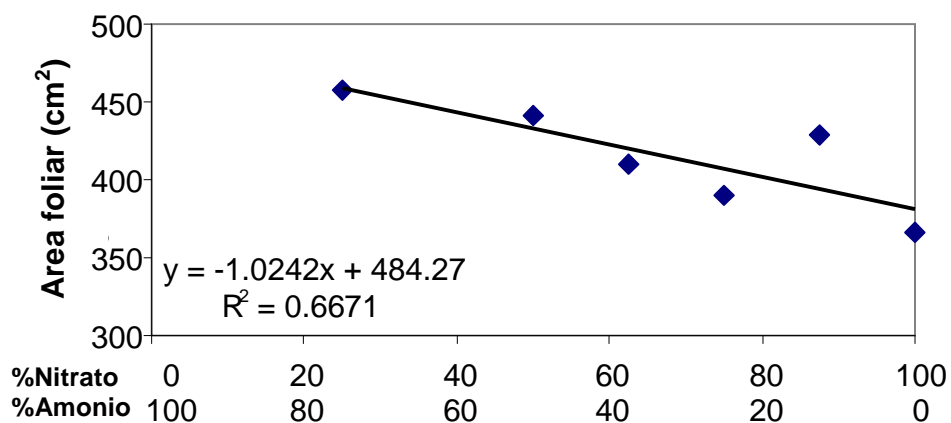


Figura 4.6. Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en el área foliar para el cultivar Mariachi Pink cultivado en Peat moss.

Número de Botones Florales en Lisianthus Cultivado en Lana de Roca

En Mariachi Yellow el análisis de varianza (Cuadro A.5), muestra que no hay diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo en la Figura 4.7 se observa una relación lineal negativa entre $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ y el número de botones florales, lo cual sugiere que al subir la proporción de NO_3^- en número de botones florales disminuye.

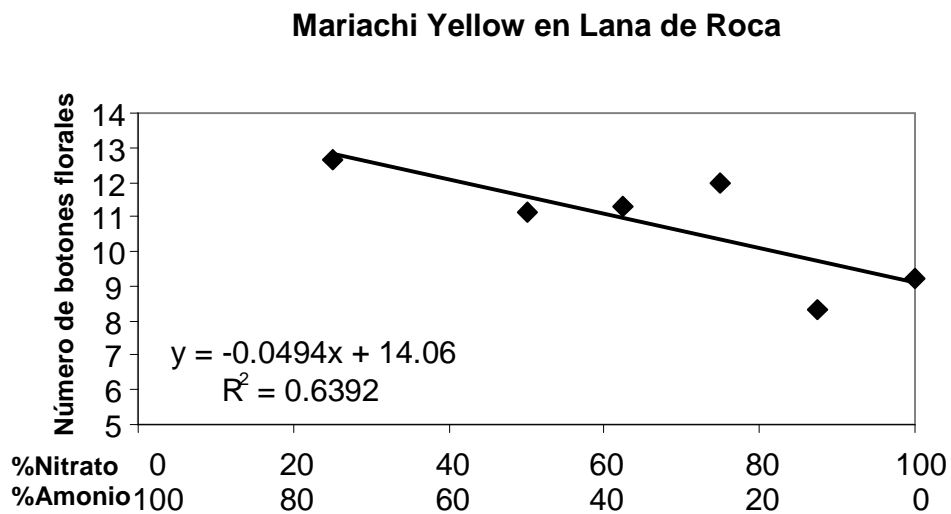


Figura 4.7. Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la producción de botones florales en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Lana de Roca.

Para el cultivar Echo Blue los resultados del análisis de varianza indica que hay diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro A.7), ya que las plantas fertilizadas con una relación ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 25:75 resultaron con una mayor producción de botones florales al ser comparado con el resto de los tratamientos (Cuadro A.8). Esta variable también mostró una regresión lineal negativa al aumentar la proporción de NO_3^- (Fig. 4.8), sin embargo al comparar las pendientes, se observa que Echo Blue ($\beta_1 = -0.1138$) es más susceptible que Mariachi Yellow ($\beta_1 = -0.0494$) a niveles altos de NO_3^- ya que la producción de botones florales disminuye en mayor proporción por cada unidad de NO_3^- que se aumentó.

Echo Blue en Lana de Roca

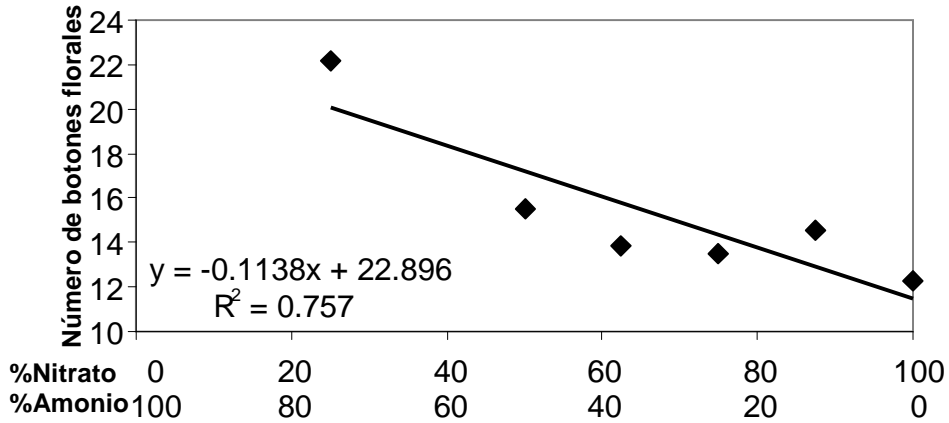


Figura 4.8. Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la producción de botones florales en el cultivar Echo Blue cultivado en Lana de Roca.

Peso Seco Total en Lisianthus Cultivado en Lana de Roca

Tanaka y Yamaguchi (1984), mencionan que la materia seca es la resultante final de proceso fotosintético y la respiración, en la cual parte de los carbohidratos producidos en este proceso son utilizados como material de construcción para la estructura de la planta. En flores cortadas el peso seco es de suma importancia ya que representa el sustrato para la respiración y mantenimiento de las mismas durante su vida de anaquel. En esta variable los resultados obtenidos muestran en Mariachi Yellow una diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro A.5), resultando la solución ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 100:0 con

el menor peso seco total en comparación con los demás tratamientos (Cuadro A. 6).

En la Figura 4. 9 se observa una regresión lineal negativa entre la proporción $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ y el peso seco total, lo cual se interpreta que al aumentar la concentración de NO_3^- la proporción de peso seco disminuye.

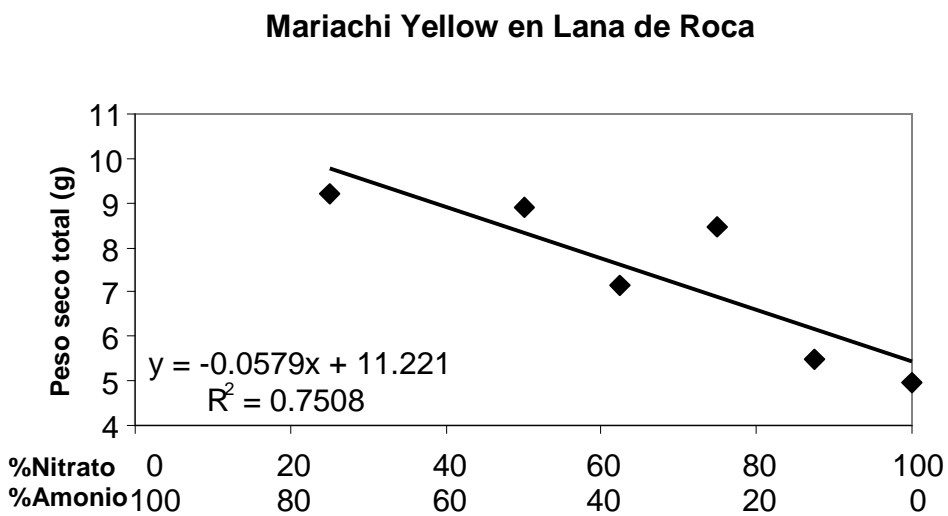


Figura 4.9. Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la producción de peso seco total en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Lana de Roca.

Para el caso del cultivar Echo Blue los resultados mostraron tendencias similares a las mencionadas para Mariachi Yellow, igualmente en Echo Blue las plantas fertilizadas con una relación ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 100:0 se obtuvo significativamente menor peso seco total (Cuadro A.7). En las plantas fertilizadas con una proporción de ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 25:75 se obtuvo una mayor

producción de peso seco total, al ser comparado con los demás tratamientos (Cuadro A. 8).

En la Figura 4.10 se observa una regresión lineal al aumentar la proporción de NO_3^- , al comparar ambas pendientes se observa que Mariachi Yellow ($\beta_1 = -0.0579$) es menos susceptible que Echo Blue ($\beta_1 = -0.0623$) a altas concentraciones de NO_3^- . Estos resultados coinciden con los presentados por Zhang, y colaboradores (2005) en estudios realizados en espinaca, ya que ellos concluyeron que el peso seco disminuye a medida que el NO_3^- se aumenta.

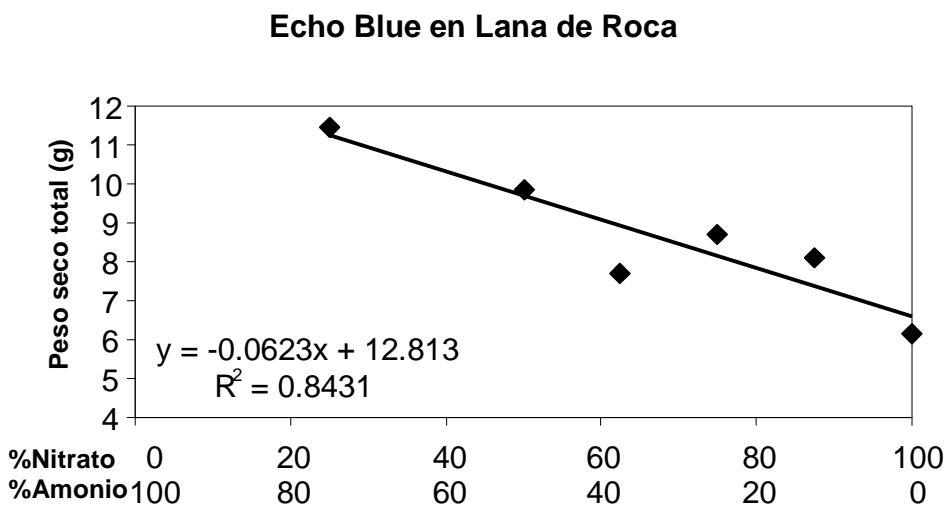


Figura 4.10. Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la producción de peso seco total en el cultivar Echo Blue cultivado en Lana de Roca.

Área Foliar en Lisianthus Cultivado en Lana de Roca

En Mariachi Yellow al análisis de varianza mostró diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos (Cuadro A.5), resultando las soluciones ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 25:75 y 50:50 con mayor área foliar comparada con el resto de los tratamientos, según muestra la comparación de medias (Cuadro A.6).

En la Figura 4.11 se observa una regresión lineal entre $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ y la proporción de área foliar, lo cual puede ser interpretado como que al elevarse la concentración de NO_3^- el área foliar disminuye.

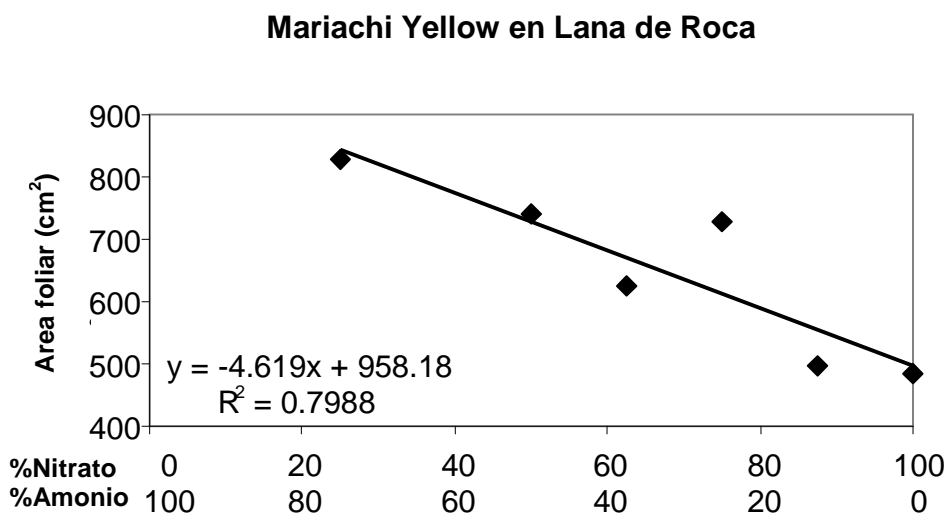


Figura 4.11. Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la variable área foliar, en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Lana de Roca.

Para el cultivar Echo Blue los resultados manifiestan tendencias similares a las de Mariachi Yellow (Cuadro A.7). En Echo Blue las plantas fertilizadas con una

relación ($\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$) 25:75 resultaron con una proporción significativamente mayor (Cuadro A.8).

Esta variable mostró una regresión lineal negativa al aumentar la proporción de NO_3^- (Fig.4.12). Las pendientes, al ser comparadas, indican que Mariachi Yellow ($\beta_1= -4.619$) es menos susceptible que Echo Blue ($\beta_1= -5.874$) a altos niveles de NO_3^- ya que ya que al aumentar la proporción de NO_3^- se produce una menor área foliar.

Estos resultados coinciden con los reportados por Elia, y colaboradores (1996) en estudios realizados en alcachofa, ya que en su investigación las altas concentraciones de NO_3^- estuvieron asociadas con una disminución en el área foliar.

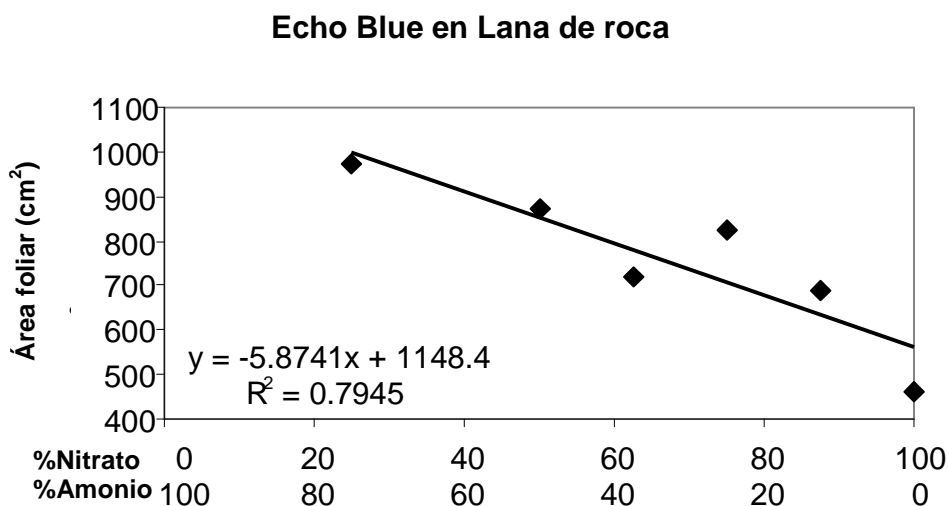


Figura 4.12. Efecto de la aplicación de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ en la variable área foliar en el cultivar Echo Blue cultivado en Lana de Roca.

En el presente trabajo se evaluaron otros parámetros como altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas, peso seco de hojas, peso seco de botones florales y peso seco de tallo. Todas estas respuestas mostraron tendencias similares a las mencionadas en todos los cultivares, por lo que en general, al elevarse la proporción de NO_3^- en la solución nutritiva disminuye el crecimiento de *lisianthus*. Los resultados se muestran en el apéndice.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos e hipótesis planteados en el presente trabajo se concluye lo siguiente.

La aplicación de Nitrógeno en forma de NO_3^- o de NH_4^+ influyó en el crecimiento y calidad de las flores cortadas ya que a medida que se aumenta la proporción de NO_3^- estas disminuyeron. La mejor calidad de flor se obtuvo cuando las plantas fueron fertilizadas con una solución conteniendo una relación $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ de 25:75 y 50:50 en todos los cultivares evaluados, por lo que el crecimiento de lisianthus es favorecido por proporciones altas de NH_4^+ .

En cuanto al sustrato, ni el peat moss ni la lana de roca afectaron las tendencias anteriores en respuesta a la proporción NO_3^- y NH_4^+ ya que los resultados fueron similares.

LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1993. Folleto técnico Lisianthus *Eustoma grandiflorum*. Tendencia a roseta. Horticultura Ornamental nº1 . 72.
- Anónimo. 2008. La industria de flores de corte en México. Guía Verde. Floricultura, viverismo, arboricultura y jardinería. Año VI. Nº 7. 136pp.
- Armitage, M 1993. Speciality cut flowers: The Production of Annuals, perennials, bulbs and woody plants for fresh and dried cut flowers. Portland, Oregon. USA. Timber Press. 371pp.
- Arnon, D.I. 1937. Ammonium and nitrate nitrogen nutrition of barley of different seasons in relation to hydrogen-ion concentration, manganese, copper and oxygen supply. Soil Sci. 44: 91-120.
- Bailey, L. H. 1950. Eustoma. In: The standard encyclopedia of horticulture. Mcmillan. New York. 1176p.
- Bernier, G. 1998. The control of floral evocation and morphogenesis. Annu.Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39:175-219.
- Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotecnicas S.L. Madrid, España. 341pp.
- Cao, W. and T.W. Tibbitts. 1994. Responses of potatoes to solution pH levels with different form of nitrogen. J. Plant Nutr. 17: 109-126.
- Clark, M.B., H.A., Mills, C.D., Robacker, J.G. Latimer, 2003. Influence of Nitrate: Ammonium ratios on growth and elemental concentration in two Azalea cultivars. J. Plant Nutr. 26: 2503-2520.
- Croft, B and J. Nelson. 1998. *Eustoma* (lisianthus). In: Ball, V. Ed. Ball Redbook. 16 th. Edition. Batavia. Ball Publishing. p. 509- 512.
- Crofts, C. F., D.L. Jackson, D.M. Martín y J.C. Patrick. 1971. Los Vegetales y Sus Cosechas. Fundamentos de Agricultura Moderna. 2ª. Edicion Aedos, Barcelona, España.

- Cronquist, A. 1984. Botánica básica. Editorial Continental S.A de C.V. México 447 pp.
- Devlin, R. 1980. Fisiología Vegetal. Barcelona. Ediciones Omega, S.A. 517pp.
- Domínguez R. A. 2002. Flores de altura A. M. Arteaga, Coahuila.
- Ecker, R., A. Barzilay, E. Osherenke. 1994. Population means and correlation analysis of growth parameters in *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Shinn). *Euphytica* 78 : 193-197.
- Elia, A., P., Santamaria, F. Serio. 1996. Ammonium and nitrate influence on artichoke growth rate and uptake of inorganic ions. *J. Plant Nutr.* 19:1029-1044.
- Epstein, E. 1972. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. John Wiley Inc., New Cork 380pp.
- García, M. E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen (adaptación de las condiciones de la República Mexicana). 4ª Ed. País México. 456pp.
- Gonzales S, S H. 1990. Análisis de Crecimiento de dos genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) evaluados bajo diferentes dosis de fertilización. Tesis de Licenciatura, UAAAN. Buenevista, Saltillo, Coahuila.
- Griffth, S. M. and D. Streeter. 1994. Nitrate and ammonium nutrition in ryegrass: changes in growth and chemical composition under hidroponic conditions. *J. Plant Nutr.* 17: 71-81.
- Hageman, R.H. 1992. Ammonium versus nitrate nutrition of higher plants. pp. 67-88. *In*: R.D. Hauck, J.D. Beaton, C.A.I. Goring, R.G. Hoeft, G.W. Randall y D.A. Russel (eds.). Nitrogen in crop production. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Society of America. Madison, WI, USA.
- Halevy A. and Kofranek. 1984. Evaluation of *Lisianthus* as a new flower crop. *HortScience* 19: 845-847.
- Harbaugh, B. K., 1992. Rosetting of *Lisianthus* cultivars exposed to high temperature. *HortScience* 27: 885-887.
- Hartmann H.T., D.E., Kester. F.T., Davies, R.L. Geneve. 1997. Plant propagation: Principles and Practices. Sixth Edition. Prentice Hall. 770 pp.

- Jingquan, Y. and C. Dewei. 1988. Effects of different nitrogen forms on tomato grown in carbonized rice hull. *Soilless Culture* 4: 51-61.
- Kwak, Y.W., B.H. Min and J.M. Lee. 1989. Effects of nitrogen source on growth and fruit development of tomatoes grown in nutrient solution. *Cated Papers Abstracts of Communicated Horticultural Science* 7: 60-61.
- Major, D. 1980. Environmental effects on flowering. In: Fehr, and Hadley, H. eds: *Hybridization of crop plants*. Madison. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Publishers. 1-15p.
- Maldonado, J.M. 1993. Asimilación del nitrógeno y del azufre. pp. 215-236. *In: J. Azcon B. y M. Talon. Fisiología y bioquímica vegetal*. Interamericana-McGraw-Hill, Madrid.
- Melgares de Aguilar, J. 1996. El cultivo del Lisianthus. Primera parte. *Horticultura* 113: 13-16.
- Melgares de Aguilar, C, J. 1997. El cultivo del Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). Para Flor Cortada. Dirección General de Investigación y Transferencia de Tecnología Murcia, España. (<http://www.terra.es/personal/ocamurcia/Floricultura/lisiflor.htm>)
- Melgares de Aguilar, C, J. 2002. El cultivo de Lisianthus para flor de maceta. fjavier.melgaresdagular@carm.es
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition. 4th ed. International Potash Institute, Bern.
- Ohkawa, K., T. Yoshizumi, M. Korenaga. 1994. Reserval of heat-induce resetting in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures. *HortScience* 28: 165-166.
- Osaki, M., J. Shirai, T. Shinano and T. Tadano. 1995. Effects of ammonium and nitrate assimilation on the growth and tuber swelling of potato plants. *Soil Sci. Plant Nutr.* 41: 709-719.
- Pergola, G. N. Oggiano, R. Curir. 1992. Effects of seeds and seedlings temperature conditioning on planting, bolting and flowering in *Eustoma russellianum*. *Horticulturae*. P 173-177, The need for vernalization in *Eustoma russellianum*. *Scientia horticulturae*. 51: 123-127.
- Posadas S, F.M. 2000. Cultivo de Plantas Ornamentales. En: M. Urrestarazu-Gavilán. *Manual de Cultivo sin Suelo*. Almaría, España. 597-621pp.

- Roh, M. S., A. H., Halevy, H. F. Wilkins.1989. *Eustoma grandiflorum*. In: Halevy, A. H. (Ed.), Handbook of Flowering. CRC Press, Boca Raton, FL. 322-327p.
- Sakata Seed. 2002. Series Lisianthus. (<http://www.sakata.com.mx/paginas/ptlisianthus.htm>).
- Salinger. J. 1991 Producción comercial de flores. Editores Acribia. España. 371pp.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F.
- Sandoval V., M., G. Alcántar G., J.L. Tirado T. and A. Aguilar S. 1992. Effect of the $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratio on GS and PEPCase activities and on dry matter production in wheat. J. Plant Nutr. 15: 2545-2557.
- Schon, M. 1997. El cultivo del lisianthus en la Argentina. Horticultura Argentina 1: 13-14.
- www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/invernmx.html
- Suppo, R. F. 2005. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. A.G.T. Director, S.A. 157pp.
- Tanaka A. J. y Yamaguachi. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento del grano de maíz. Traducido al español por Dr. Kohashi Shibata. Rama Botánica. Colegio de posgraduados. Chapingo, México. pp. 16-18.
- Verdugo, G. 1994. Lisianthus, Facultad de Agronomía UACH, In: manejo de especies florales. Quilloga. s.p.
- Vidalie. H. 1992. Producción de flores y plantas ornamentales. Madrid, Mundi-Prensa. 310pp.
- Zhang. Y., Lin. X., Zhang.Y., Zheng. S., Du. S. 2005. Effects of nitrogen levels and Nitrate/Amonium ratios on oxalate concentrations of different forms in edeble parts of Spinach. Journal of Plant Nutrition. 28: 2011-2025.

APENDICE

Cuadro A.1. Concentración de datos para ANOVA en el cultivo de lisanthus cultivar Mariachi Yellow cultivado en Peat moss.

Análisis de varianza					
Fuente de variable	CM	F	Pr > f	R ²	C.V %
Número de botones florales	11.2	3.43	0.021	0.522	22.7
Peso seco total	9.74	5.86	0.001	0.625	22.0
Área foliar	33444	9.61	<.001	0.735	12.3
Altura	10.5	0.42	0.828	0.327	8.42
Diámetro de tallo	0.44	3.25	0.026	0.515	9.32
Número de hojas	220	5.72	0.002	0.596	17.8
Peso seco de hojas	0.92	8.94	0.001	0.707	17.2
Peso seco de botones florales	1.44	3.51	0.019	0.495	33.0
Peso seco de tallo	0.95	5.29	0.002	0.623	20.6

C.M= Cuadrado medio F= Prueba de Fisher C.V= Coeficiente de variación

Cuadro A.2. Comparación de promedios para los parámetros de crecimiento evaluados en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Peat moss de acuerdo a la prueba de Tukey (P<.05) en función de la relación NO₃⁻ : NH₄⁺.

NO ₃ :NH ₄ %	Número de botones florales	Peso seco total (g)	Área foliar (cm ²)	Altura (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Peso seco hoja (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco tallo (g)
100:0	6.23b	4.32c	354c	59.9	3.60b	27.5c	1.36d	1.43c	1.52c
87.5:12.5	8.20ab	5.89bc	481b	60.9	4.04ab	35.9ab	1.83bc	1.90abc	2.15ab
75:55	7.00b	4.97c	455b	60.4	3.85b	30.1bc	1.66cd	1.52c	1.78bc
62.5:37.5	7.00b	4.93c	440b	58.5	3.74b	30.0bc	1.59cd	1.58bc	1.75bc
50:50	9.50a	7.10ab	561a	58.9	4.06ab	42.3a	2.23ab	2.41ab	2.44a
25:75	9.96a	7.90a	573a	56.9	4.45a	42.9a	2.51a	2.75a	2.63a
ANOVA	*	***	***	NS	*	*	***	*	**

NS= No Significativo * = Significativo al 0.05 ** = Significativo al 0.01 *** = Significativo al 0.001

Cuadro A.3. Concentración de datos para ANOVA en el cultivo de lisianthus cultivar Mariachi Pink cultivado en Peat moss.

Análisis de varianza					
Fuente de variable	CM	F	Pr > f	R ²	C.V %
Número de botones florales	5.02	1.66	0.204	0.412	18.2
Peso seco total	1.07	3.08	0.041	0.656	10.0
Área foliar	4586	6.98	0.001	0.723	6.16
Altura	10.07	0.55	0.734	0.199	7.00
Diámetro de tallo	0.29	2.46	0.081	0.501	9.08
Número de hojas	36.3	3.96	0.017	0.587	10.1
Peso seco de hojas	0.08	2.86	0.052	0.569	9.91
Peso seco de botones florales	0.25	2.81	0.055	0.687	14.5
Peso seco de tallo	0.07	2.22	0.105	0.563	8.83

C.M= Cuadrado medio F= Prueba de Fisher C.V= Coeficiente de variación

Cuadro A.4. Comparación de promedios para los parámetros de crecimiento evaluados en el cultivar Mariachi Pink cultivado en Peat moss de acuerdo a la prueba de Tukey (P<.05) en función de la relación NO₃⁻ : NH₄⁺.

NO ₃ :NH ₄ %	Número de botones florales	Peso seco total (g)	Área foliar (cm ²)	Altura (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Peso seco hoja (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco tallo (g)
100:0	9.37	5.33c	366d	58.4	3.40	24.1b	1.55	1.81	1.96
87.5:12.5	8.37	5.70bc	429ab	61.9	3.78	29.7a	1.72	1.88	2.09
75:55	8.93	5.55bc	390cd	60.3	3.87	29.2a	1.63	1.94	1.98
62.5:37.5	8.75	5.61bc	410bc	63.1	3.60	31.7a	1.62	1.98	2.00
50:50	11.4	6.24ab	441ab	61.0	3.89	32.5a	1.77	2.22	2.24
25:75	10.2	6.72a	457a	60.9	4.19	31.1a	1.95	2.48	2.27
ANOVA	NS	*	***	NS	NS	*	NS	NS	NS

NS= No Significativo * = Significativo al 0.05 ** = Significativo al 0.01 *** = Significativo al 0.001

Cuadro A.5. Concentración de datos para ANOVA en el cultivo de lisianthus cultivar Mariachi Yellow cultivado en Lana de roca.

Análisis de varianza					
Fuente de variable	CM	F	Pr > f	R ²	C.V %
Número de botones florales	11.1	1.62	0.215	0.433	24.34
Peso seco total	13.0	6.93	0.001	0.726	18.62
Área foliar	77905	13.6	<.001	0.842	11.62
Altura	22.7	2.94	0.047	0.535	4.005
Diámetro de tallo	0.39	2.47	0.080	0.494	9.703
Número de hojas	1046	6.28	0.002	0.716	19.53
Peso seco de hojas	1.87	10.4	0.001	0.810	16.05
Peso seco de botones florales	0.83	3.80	0.020	0.581	28.22
Peso seco de tallo	1.89	5.20	0.005	0.679	19.72

C.M= Cuadrado medio F= Prueba de Fisher C.V= Coeficiente de variación

Cuadro A.6. Comparación de promedios para los parámetros de crecimiento evaluados en el cultivar Mariachi Yellow cultivado en Lana de roca de acuerdo a la prueba de Tukey (P<.05) en función de la relación NO₃⁻ : NH₄⁺.

NO ₃ :NH ₄ %	Número de botones florales	Peso seco total (g)	Área foliar (cm ²)	Altura (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Peso seco hoja (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco tallo (g)
100:0	9.19	4.98c	484c	65.2b	3.83	48.6c	1.80c	0.97c	2.20b
87.5:12.5	8.32	5.46bc	496c	69.6a	3.74	46.2c	1.88c	1.30bc	2.28b
75:55	11.9	8.45a	729ab	71.8a	4.44	64.3bc	2.84ab	2.11a	3.49a
62.5:37.5	11.3	7.15ab	624b	68.1ab	3.97	72.5ab	2.60b	1.58abc	2.96ab
50:50	11.1	8.91a	739a	70.7a	4.25	78.3ab	3.29a	1.98ab	3.63a
25:75	12.6	9.19a	827a	70.8a	4.47	86.4a	3.41a	2.01a	3.76a
ANOVA	NS	***	***	*	NS	**	***	*	**

NS= No Significativo * = Significativo al 0.05 ** = Significativo al 0.01 *** = Significativo al 0.001

Cuadro A.7. Concentración de datos para ANOVA en el cultivo de lisianthus cultivar Echo Blue cultivado en Lana de Roca.

Análisis de varianza					
Fuente de variable	CM	F	Pr > f	R ²	C.V %
Número de botones florales	49.9	5.99	0.003	0.684	18.9
Peso seco total	13.4	5.06	0.006	0.688	18.8
Área foliar	126676	10.7	0.001	0.812	14.3
Altura	39.5	3.19	0.036	0.594	4.69
Diámetro de tallo	0.37	1.66	0.204	0.459	10.6
Número de hojas	2391	15.4	<.001	0.862	15.5
Peso seco de hojas	2.04	10.7	0.001	0.809	16.7
Peso seco de botones florales	0.73	2.37	0.089	0.530	23.2
Peso seco de tallo	2.11	3.69	0.022	0.629	20.6

C.M= Cuadrado medio F= Prueba de Fisher C.V= Coeficiente de variación

Cuadro A.8. Comparación de promedios para los parámetros de crecimiento evaluados en el cultivar Echo Blue cultivado en Lana de roca de acuerdo a la prueba de Tukey (P<.05) en función de la relación NO₃⁻ : NH₄⁺.

NO ₃ :NH ₄ %	Número de botones florales	Peso seco total (g)	Área foliar (cm ²)	Altura (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de hojas	Peso seco hoja (g)	Peso seco botones florales (g)	Peso seco tallo (g)
100:0	12.3b	6.13c	459d	73.9ab	3.98	47.2d	1.60d	1.92	2.60c
87.5:12.5	14.5b	8.10bc	690c	77.1a	4.40	6.6.6c	2.20cd	2.34	3.55bc
75:55	13.5b	8.70b	825abc	75.5a	4.56	72.2c	2.60bc	2.26	3.83ab
62.5:37.5	13.8b	7.69bc	718bc	69.8b	4.31	80.5bc	2.47bc	2.02	3.19bc
50:50	15.5b	9.85ab	874ab	79.0a	4.61	94.8b	3.09ab	2.69	4.07ab
25:75	22.1a	11.4a	970a	74.1ab	4.88	118a	3.67a	3.06	4.71a
ANOVA	**	**	***	*	NS	***	***	NS	*

NS= No Significativo * = Significativo al 0.05 ** = Significativo al 0.01 *** = Significativo al 0.001