



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL

**Nutrición mineral en sustratos para el cultivo
de *Eustoma grandiflorum* en macetas**

REPOSITORIO

Que presenta:

Manuela Guadalupe Canul Solís

Como requisito parcial para obtener el grado de:
Maestra en Ciencias en Horticultura Tropical

Director de tesis:

Dr. Eduardo Villanueva Couch

Conkal, Yucatán, México

Diciembre, 2023



TecNM



Conkal, Yucatán, México a 6 de Diciembre de 2023.

El comité de tesis de la candidata a grado: C. Manuela Guadalupe Canul Solís , constituido por los CC. Dr. Eduardo Villanueva Couch , Dr. Carlos Juan Alvarado López, y Dr. Luis Leonardo Pinzón López, habiéndose reunido con el fin de evaluar el contenido teórico-metodológico y de verificar la estructura y formato de la tesis titulada: Nutrición mineral en sustratos para el cultivo de *Eustoma grandiflorum* en macetas, que presenta como requisito parcial para obtener el grado de Maestra en Ciencias en Horticultura Tropical, según lo establece el Capítulo 2, inciso 2.13.3, de los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, dictaminaron su aprobación para que pueda ser presentada en el examen de grado correspondiente.

Atentamente

Dr. Eduardo Villanueva Couch

Director de tesis

Dr. Carlos Juan Alvarado López

Co-Director de tesis

Dr. Luis Leonardo Pinzón López

Asesor de tesis



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Conkal

División de Estudios de Posgrado e Investigación

Conkal, Yucatán, México a 6 de Diciembre de 2023

DECLARATORIA DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en las secciones de materiales y métodos, resultados y discusión de este documento, es producto del trabajo de investigación realizado durante mi estudio de posgrado y con base en los términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Conkal. En virtud de lo manifestado reconozco que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de lo correspondiente a dicha información son propiedad de la citada institución educativa.

Manuela Guadalupe Canul Solís

Agradecimientos

A Dios

Por el don de la vida, con el todo, sin el nada.

Al Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología (CONAHCYT)

Por el apoyo económico recibido durante este proyecto.

Al Tecnológico Nacional de México Campus Conkal

Por la oportunidad de formar parte del alumnado del posgrado de calidad y ser mi alma máter.

A mi director de tesis el Dr. Eduardo Villanueva Couoh.

Por la grandiosa oportunidad de aprender de el sobre el fascinante mundo de la nutrición y los ornamentales, además de su gran calidad humana, ejemplo de ética y profesionalismo.

Al Dr. Carlos Juan Alvarado López.

Por su atención, su tiempo, su paciencia y orientación profesional brindada en este proyecto.

Al Dr. Luis Leonardo Pinzón López.

Por su apoyo, disposición, atención oportuna y orientación.

Al Dr. Rene Hernández Garruña. Por la facilidad otorgada a esta investigación.

Lic. Fabiola ríos bolívar. Por todo el apoyo recibido.

A mi compañera de generación y amigas.

Sol, Citla, Fabi y Nacho por su amistad, consejos y toda su ayuda brindada.

A los jóvenes tesistas de licenciatura ya que con su ayuda facilitaron toda la parte experimental de campo, **Jorge Luis chi y Alexander interiano.**

Dedicatorias

A mi hija que es mi razón de ser, la fuerza que me mueve, mi alegría y sin duda mi felicidad,
Ximena Guadalupe Pat Canul.

A mis padres, **Nidia del socorro Solís Espinoza**, por la libertad y por su amor incomparable,
Edilberto Canul Noh por quererme a tu manera.

A mi mejor amigo, cómplice y compañero de vida **Jesús Alfonso Pat Tzuc** gracias por tu amor.

A mis cómplices de mi felicidad, **Maricela** por ser mi modelo a seguir desde pequeña, a **Gualdo** por la alegría que siempre me contagias, a **Sergio** por cuidarme y protegerme siempre a **Josy** (†) por todo lo vivido.

A mis grandes amores **Joha, Maya, Celi, Tadeo y Angel.**

A mis amigas del alma **Genny, Candy, Abi, Teresita,** y **Mariana** gracias por todos los momentos.

Índice de contenidos

Contenido.	
Hoja de firmas.	ii
Declaratoria de propiedad.	iii
Agradecimiento.	iv
Dedicatoria.	v
Índice de contenido.	vi
Índice de figuras.	vii
Índice de cuadros.	viii
RESUMEN.	ix
ABSTRACT.	x
Capítulo I INTRODUCCIÓN GENERAL.	1
1.1.-Introducción.	1
1.2 ANTECEDENTES.	3
1.2.1Taxonomía.	3
1.2.2 Origen.	3
1.2.3 Descripción botánica.	3
1.2.4 Importancia del lisianthus.	4
1.2.5 Sustratos para flores de corte.	5
1.2.6 Nutrición mineral.	6
1.3 HIPOTESIS.	8
1.4 OBJETIVOS.	9
1.4.1 General.	9

1.4.2 Específicos.	19
1.5 Estrategias experimentales.	10
1.6 Referencias.	11
Capitulo II RESPUESTA DE (<i>Eustoma grandi florum</i>) A CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN NUTRITIVA EN MEZCLAS DE SUSTRATOS	15
2.1 RESUMEN.	15
2.1.1 Abstract.	16
2.2 INTRUDUCCIÓN.	17
2.3 MATERIALES Y MÉTODOS.	19
2.3.1 Área de estudio.	19
2.3.2 Diseño experimental y aplicación Tratamientos.	19
2.3.3 Aplicación de nutrición en sustratos.	21
2.3.4 Variables de crecimiento evaluadas.	27
2.3.5. Contenido de biomasa	27
2.3.6. Diámetro de flor y número de flor.	27
2.3.7. Variables de fenología floral.	28
2.3.8. Intercambio de gases.	28
2.3.4.6 Contenido de clorofila, unidades SPAD y extracción de elementos minerales.	29
2.3.4.7 Análisis químico a lixiviados de las mezclas de sustrato y suelo.	29
2.3.5 Análisis estadístico.	30
2.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	30
2.4.1 Crecimiento.	30
2.4.2 Producción de biomasa.	32
2.4.3 Diámetro de flor y número de flor.	33

2.4.4 fenología floral.	35
2.4.5 Intercambio de gases	38
2.4.5Acumulación de clorofila y unidades SPAD.	40
2.4.6 Contenido de elementos minerales en la planta.	42
2.4.7 pH y CE.	44
2.4.8 CONCLUSIONES.	48
2.4.9 REFERENCIAS.	49

Índice de figuras

Capítulo II

Figura 1. Altura de la planta a los 56 DDT.	27
Figura 2. Diámetro de la planta a los 56 DDT.	27
Figura 3. Diámetro de flor.	28
Figura 4. Crecimiento de lisianthus a 56 DDT.	31
Figura 5. Peso seco de lisianthus a 56 DDT.	33
Figura 6. Calidad de flor de Lisianthus.	34
Figura 7. Fenología floral de lisianthus.	36
Figura 8. Fenología floral de lisianthus, Vida de flor en maceta.	37

Índice de tablas

Capítulo II

tabla 1. Tratamientos aplicados en el cultivo de <i>Eustoma grandiflorum</i> .	20
Tabla 2. Porcentaje de sustratos en las mezclas para el cultivo de <i>Eustoma grandiflorum</i> en maceta.	20
Tabla 3. Requerimiento nutricional para el cultivo de <i>Eustoma grandiflorum</i> .	22
Tabla 4. Contenido mineral de las mezclas de sustratos.	23
Tabla 5. Contenido mineral del agua.	23
Tabla 6. Capacidad de contenedor de las mezclas de sustratos para macetas de 8".	24
Tabla 7. Dosis de solución nutritiva empleadas en mezclas de sustratos para <i>Eustoma grandiflorum</i> .	26
Tabla 8. pH y CE inicial de las mezclas de sustrato.	26
Tabla 9. Balance de los elementos en cada etapa fenológica.	26
Tabla 10. Variables de intercambio de gases en lisianthus.	40
Tabla 11. Unidades SPAD, contenido de clorofila a (Cl _a), clorofila b (Cl _b), clorofilas totales (Cl totales) y carotenoides (xantofilas y carotenos).	41
Tabla 12. Contenido mineral de macro nutrientes en lisianthus a los 56 DDT.	43
Tabla 13. Contenido mineral de micro nutrientes en lisianthus a los 56 DDT.	44
Tabla 14. Comportamiento de pH en el cultivo lisianthus.	45
Tabla 15. Comportamiento de CE en el cultivo de lisianthus.	47

ANEXO GENERAL

Cuadro 1.- Escala de fenología floral

RESUMEN

La producción de flores presenta dificultades que podrían ser mejoradas con una nutrición adecuada. Un sustrato natural sintético, mineral, orgánico, o como derivado de subproducto animal o vegetal colocado en contenedor de forma pura o mezclado, se presenta como la mejor opción viable para la producción de flor de corte; por lo anterior, en el presente trabajo se determinó una nutrición mineral adecuada y una mezcla de sustratos formados de residuo orgánico (derivado de cerdaza), bagazo de henequén entre otros. El objetivo del trabajo es evaluar el efecto de nutrición mineral en mezclas de sustrato para el cultivo de *Eustoma grandiflorum*. Al final de la investigación la nutrición mineral al 70 % de concentración combinado con la mezcla (Residuo orgánico 30 % + Bagazo de henequén 40 % + Agrolita 30 %) mejoro el crecimiento en 20 %, presento tendencias de precocidad floral en 50 % prolongando la mayor vida de flor en maceta por más de 10 días, estimulo la tasa fotosintética y tasa transpiratoria en 37 %, el contenido total de clorofila aumento en 18 %, así como el orden en contenido de elementos fue de N, P, K, Fe, Zn, Mn, el progreso del pH mejoro la asimilación de elementos minerales, manteniendo la CE en rangos de 2.4 adecuados para el cultivo.

Palabras claves: Residuo orgánico, bagazo de henequén, lisianthus

ABSTRACT

Flower production presents difficulties that could be improved with adequate nutrition. A natural synthetic, mineral, organic substrate, or derived from an animal or vegetable by-product placed in a container in pure or mixed form, is presented as the best viable option for the production of cut flowers; Therefore, in this work, adequate mineral nutrition and a mixture of substrates formed from organic waste (derived from sow), henequen bagasse, among others, were determined. The objective of the work is to evaluate the effect of mineral nutrition in substrate mixtures for the cultivation of *Eustoma grandiflorum*. At the end of the research, mineral nutrition at a 70% concentration combined with the mixture (Organic waste 30% + Henequen bagasse 40% + Agrolite 30%) improved growth by 20%, presenting floral precocity trends by 50%, prolonging the longer flower life in a pot for more than 10 days, stimulated the photosynthetic rate and transpiration rate by 37%, the total chlorophyll content increased by 18%, as well as the order in element content was N, P, K, Fe , Zn, Mn, the progress of the pH improved the assimilation of mineral elements, maintaining the EC in ranges of 2.4 suitable for the crop.

Keywords: Organic waste, henequen bagasse, lisiant

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1.-Introducción

En el año 2011 México contaba con una superficie de 18 mil 629 hectáreas, destinada al cultivo de ornamentales, entre los estados con mayor participación por el valor de la producción de estos cultivos destacan: el estado de México, Puebla, Morelos, Distrito Federal ahora Ciudad de México, Baja California y Jalisco. (SAGARPA, 2013) Al cierre del 2021, el país registro un volumen superior a los 27 millones de gruesas de distintas variedades de flor, con un valor de seis mil 396 millones de pesos (SAGARPA, 2022) En el estado de Yucatán se comercializa 26.3 millones de flores para diversas actividades produciendo en la entidad 3.4 millones, más del 85 % de ese consumo es cubierto por la producción de otros estados del país. (Plan Rector Yucatán, 2012).

El mercado ornamental es impulsado por la creciente demanda de nuevos cultivos florales, como el lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) (Valdez *et al.*, 2018). En México el lisianthus es una especie que recientemente se introdujo al mercado cuya demanda nacional va en aumento, por lo que se considera un cultivo con amplias perspectivas (Montes, 2017) Es una planta de ornato atractiva por la belleza, forma y diversidad de colores de sus flores (Padrón, 2021) El costo para establecer la producción a campo abierto o en invernaderos de plástico es relativamente modesto, y la cosecha usualmente comienza a los pocos días de la siembra. (Reid, 2009). En México se cultiva una superficie menor a 20 ha distribuidos entre los estados de Michoacán y Puebla (SIAP, 2021).

Es una planta nativa de los estados del norte de México y sur de los Estados Unidos (Domínguez, 2008), en los últimos años debido a sus cualidades de elegancia, color pastel y una vida larga de post-cosecha; es considera entre las diez mejores flores de corte y maceta (Xiao *et al.*, 2018) las investigaciones acerca de este cultivo son escasas, lo que marca la necesidad de generar el conocimiento sobre el proceso de producción que incluya aspectos de nutrición, (Castillo *et al.*, 2018).

El crecimiento de las plantas en general incluyendo a los ornamentales depende en gran medida de una adecuada nutrición mineral en diferentes etapas fenológicas (Hernández *et al.*, 2015), menciona que el fertirriego se ha aplicado en cultivares de flores de corte, follaje y plantas en maceta, algunas especies requieren concentraciones precisas en periodos determinados de fertilizantes líquidos o sólidos para su producción, (Cabrera, 1999) para un buen desarrollo del cultivo, así como de la antesis y apertura de botones, las plantas deben disponer de suficientes elementos nutritivos y un sustrato fértil. (Montes, 2017).

La producción exitosa de plantas de alta calidad en macetas requiere de una comprensión del único ambiente encontrado en el recipiente en que ella se desarrolla y como este es afectado por las propiedades físicas y químicas de los sustratos utilizados (Cabrera, 1999). La producción de flores en contenedor depende en parte del sustrato usado para su cultivo (Gayosso *et al.*, 2016). Materiales de origen animal y vegetal son utilizados para la fertilización, La excreta porcina es un subproducto con un gran potencial en la agricultura. (Borges *et al.*, 2003).

Acosta *et al.*, (2007). Evaluó el efecto de diferentes tipos de sustrato incluyendo sustratos en base a desechos de jardín, en el crecimiento inicial de plantas ornamentales en contenedor en condiciones de invernadero, Se estudiaron nueve especies de flores de corte, para la preparación de los sustratos se utilizaron: tierra de hoja proveniente de Huitzilac, Morelos; fibra de coco y agrolita adquiridas en una casa comercial de la zona; aserrín de madera comprado en una maderería comercial; y desechos de jardinería, encontraron que el comportamiento de diferentes especies de plantas en contenedor depende de los sustratos en los que crecen. La combinación en diferentes proporciones de tierra de hoja y fibra de coco produjeron los mejores resultados.

Villanueva *et al.*, (2010) Se sometieron a prueba el efecto de diferentes dosis de fertirrigación y sustratos regionales sobre el estado nutricional y la producción de crisantemo para flor de corte, se utilizaron esquejes enraizados de *Chrysanthemum morifolium* var. Polaris con una altura promedio de 7 cm, los sustratos que se utilizaron en su forma natural, el dzidzilche, Se utilizó bagazo degradado de henequén, la cerdaza sólida, completamente descompuesta, se utilizaron fertilizantes comerciales. Las fuentes de fertilizante utilizadas fueron urea (46-0-0), fosfato monoamónico (12-61-0) y nitrato de potasio enriquecido con P (13-2-44), La

mejor mezcla de sustrato fue la 70% bagazo de henequén + 30% suelo a los 119 días después del trasplante con las dosis de fertirriego 50-25-100 y 100-50-200 mg L⁻¹ de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) que fueron con las que se obtuvieron los mayores resultados y mejora la calidad tanto de la planta como de la inflorescencia de crisantemo.

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 Taxonomía

Reino: Plantae.

División: Angiospermas.

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Gentianales.

Familia: Gentianaceae.

Género: Eustoma.

Especie: grandiflorum. (Turner, 2014).

1.2.2 Origen

El *lisianthus* pertenece a la familia de las Gentianaceae, cuyo nombre científico es *Eustoma grandiflorum* (L.) (Sinónimos *Lisianthus ruselliana* y *Eustoma rusellianum*) (Melgares de Aguilar, 1996). Esta especie también es conocida como gentiana de las praderas o campana azul de Texas, es una flor silvestre originaria del oeste de Nebraska, Colorado, Wyoming, sur de Dakota, Kansas, centro de Texas, así como del norte de México (Ohkawa *et al.*, 1991). Se le encuentra creciendo a lo largo del cauce de los arroyos y ríos donde siempre tienen acceso al agua (Turner, 2014).

1.2.3 Descripción botánica

Plantas anuales o bianuales, forma una roseta de hojas, sobre la que se desarrolla un tallo de 40 o 50 cm de largo en cuyo extremo aparecen las flores largamente de 6 a 9 centímetros

de diámetro y de colores entre el azul y el púrpura, sus hojas son simples, opuestas, sésiles, glabras, ovadas a lineal-lanceoladas, las flores están postradas sobre pedúnculos largos, terminales y solitarias o paniculadas, su corola profundamente acampanada con lóbulos grandes y erectos (Turner, 2014).

1.2.4 Importancia del lisianthus

La horticultura ornamental, representa una de las actividades productivas de gran importancia económica, ejemplo de ello, son los cultivos de plantas en contenedor, ya que éstas tienen una destacada contribución en el ingreso familiar, (Cabrera, 2003), siendo lisianthus uno de los cultivos de producción y valor económico representativo (Domínguez, 2002). Entre flores de corte y producción en maceta se encuentra el lisianthus ya que es una planta de gran valor ornamental que está siendo introducida en los mercados internacionales con gran aceptación comercial gracias a sus sucesivos programas de mejora para la obtención de híbridos (Mazuela *et al.*, 2007), gracias a sus características de tallo erecto, con follaje y vida larga en maceta a ganado valor económico (Backes y Finger, 2007). El principal interés actual de la producción de esta especie se debe a la gran diversidad de colores de las flores y la alta productividad (Fox, 1998). Entre los principales colores están: Rosa. Blanco y azul. (Halevy y Kofranek, 1984).

Su hábitat natural le permite dos periodos de plantación (verano e invierno), bajo dos regímenes de fotoperíodo: día largo y día corto (Zaccai y Edri, 2002). Las respuestas a la duración diaria de la luz tienen efecto en el crecimiento y desarrollo (germinación, formación de estolones y bulbos, elongación de tallos, floración), sobre todo en la etapa de floración (Larson, 2004); Sin embargo, estas respuestas pueden estar ligadas con otros factores como son el tipo de sustrato y nutrición. (Domínguez, 2002)

1.2.5 Sustratos en flor de corte

La agricultura ornamental impulsó la producción de flores en contenedores y materiales diversos, conocidos como sustratos, desplazando la producción tradicional del cultivo en suelo, el uso de sustratos en décadas recientes fue favorecido porque disminuye el empleo de fertilizantes y agroquímicos, y mitiga el impacto ambiental (Gayosso *et al.*, 2016). La demanda de sustratos genera investigaciones cuyos objetivos son diversos entre los que destacan el contenido mineral, nutricional, así como la conservación de recursos naturales, uso potencial y conocer la respuesta de las plantas a las mezclas de estos materiales, en Gayosso *et al.*, (2018), estudiaron sustratos como fibra de coco y bagazo de henequén para producción de flor de corte donde se indicó que los sustratos cuentan con una adecuada granulometría para la retención de agua, oscilando en porosidad total de 44.8%, porosidad de aireación de 10.3%, porosidad para retener agua de 34.4% y densidad aparente de 0.10%; entre sus características químicas presentan: pH de 7.2, conductividad eléctrica de 1.14 dS m⁻¹, Humedad 6.9%, materia orgánica 64.7%, carbono 37.6%, relación carbono/nitrógeno de 23% y capacidad para su intercambio catiónico de 19 meq 100 g⁻¹; de igual forma contiene elementos minerales que podrían favorecer al cultivo.

Otros sustratos empleados para la producción de flor de corte para fertilización y mejoramiento del suelo que cuenta con buena estructura y rico en elementos minerales son los materiales de origen animal (FIRA, 2003), el contenido de macronutrientes en sustratos de bagazo de henequén y excretas porcinas mezcladas presento un efecto favorable en el desarrollo de plántulas de carica papaya, donde se realizó un estudio con diversas mezclas de sustratos formados de excreta porcina, bagazo de henequén y suelo, utilizados para propagar semillas y obtener plántulas de papaya donde Borges *et al.*, (2003) analizó el contenido de macro nutrientes, las combinaciones que contenían porcentaje mayor de residuo orgánico (cerdaza) obtuvieron mayor contenido de nitrógeno (N⁺) hasta 95 % y el porcentaje disminuyo conforme el porcentaje de residuo orgánico disminuía, en las combinaciones con bagazo de henequén sin residuo orgánico presento un 5 % de nitrógeno (N⁺). Los resultados mostraron que las plantas que crecieron en las mezclas de residuo orgánico (cerdaza) mayor vigor y biomasa, la relación C:N fue mayor conforme disminuyo la producción de biomasa,

las mejores mezclas para el desarrollo de plántulas de papaya son las que contenían excreta porcina en proporciones del 25 al 100 %. El residuo orgánico (cerdaza) es considerado como fertilizante en gran parte como orgánico los cuales son ricos (N^{3+}), (P^{3+}), (K^+) y materia orgánica (Cabrera *et al.*, 2018).

1.2.6 Nutrición mineral

Las plantas en maceta requieren de aportes frecuentes de fertilizantes en determinadas concentraciones (Cabrera., 1999) puesto que la cualidad principal de *lisianthus* para adquirir valor económico es causada por su floración, la aplicación de diferentes concentraciones de soluciones nutritivas para incrementar características como precocidad, número y diámetro floral, por lo que es importante establecer modelos competitivos donde se involucre concentraciones de solución nutritiva para promover la productividad de las plantas (Llorente *et al.*, 2016), con el fin del ahorro en la nutrición mineral y el adecuado porcentaje de concentración de nutrimentos se han probado diferentes concentraciones de fertilizante en la etapa de floración en ornatos, donde se evaluó la floración y el estado nutricional de flores en contenedor fertilizando cada 7 días con el multicomponente Peters Fertilizante profesional Allrounder (20:20:20 + microelementos) a una concentración de 0., 0%, 0., 2% y 0., 3%. Los resultados que obtuvo Andrzejak *et al.*, (2021) está el de precocidad floral de 2 a 7 días, estimuló el desarrollo de brotes y flores en las plantas y afectó su tamaño favorablemente en las concentraciones a 3 % en comparación de las plantas sin solución nutritiva. En plantas ornamentales, el fertirriego se ha aplicado en cultivares de flores de corte, follaje y plantas en maceta producidas en tanto invernadero como a cielo abierto, algunas especies requieren concentraciones precisas para su producción. Villavicencio *et al.*, (2019.), el cultivo del *lisianthus* requiere de altos niveles nutrimentales, ya que la insuficiencia de nutrimentos da como resultado plantas pequeñas, Dolé y Wilkins, (2005) la combinación de nutrición mineral por medio de fertirriego podría favorecer el crecimiento y mejorar la floración, como fue en respuesta de *estoma grandiflorum* a diferentes dosis de nitrógeno donde se empleó mezclas con sustratos y nutrición en diferentes concentraciones, las dosis entre 100 y 250 mg L¹ de N^{3+} obtuvo la mejor altura 38.1%, así como acumulación de materia fresca 58% y

número de botones 107%, el contenido mineral en la planta mejoro en las mismas dosis alcanzando 175% P^{3+} , 138% K^{+} , 82.25% Mg^{2+} y 191% Ca^{2+} con respecto al testigo (Castillo *et al.*, 2018).

1.3 HIPÓTESIS

La nutrición mineral con N: 175, P: 42, K: 84, Ca: 28, Mg: 28.7, S: 21 mg L⁻¹ correspondiente al 70 % de una concentración al 100 % de los mismos elementos, combinada con la mezcla de residuo orgánico 30 %, bagazo de henequén al 40 % y agrolita al 30 % como sustrato incrementa el grosor de tallo, tamaño y número de flores.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

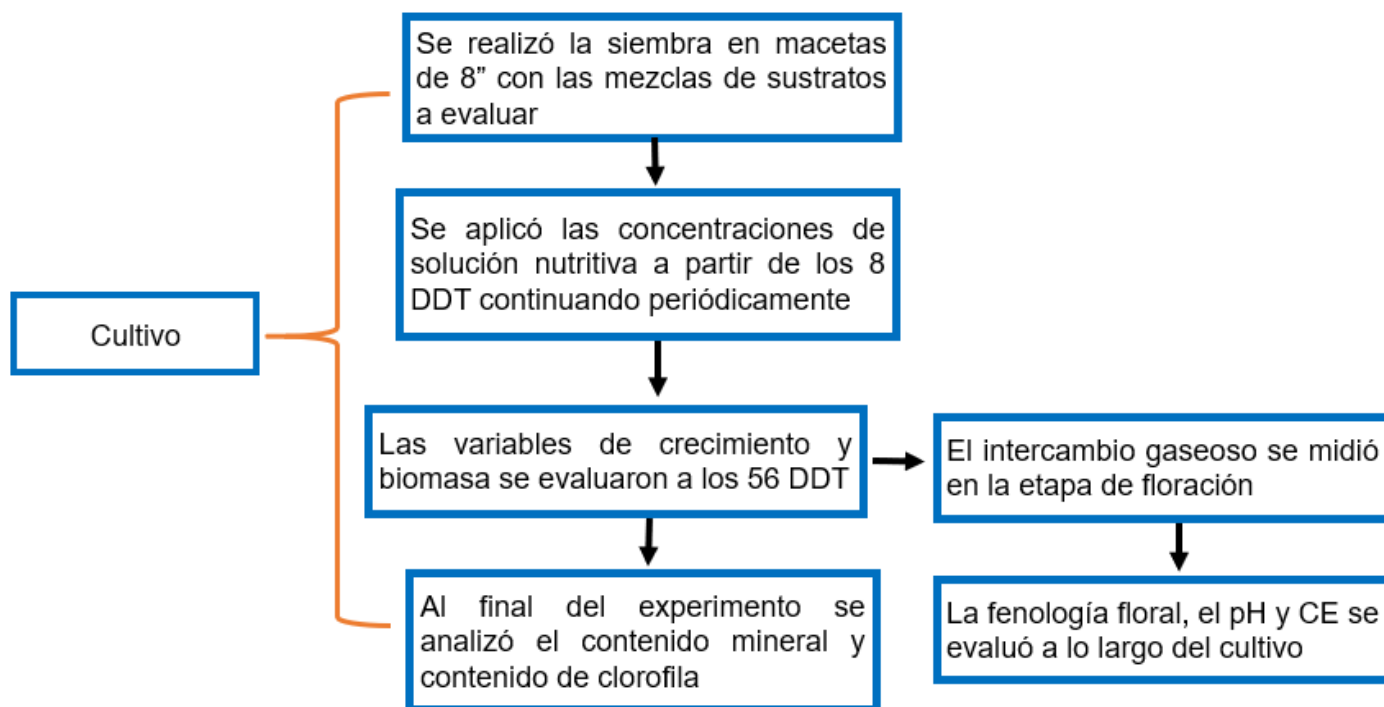
Evaluar el efecto de la nutrición mineral con mezclas de sustratos para el cultivo de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*).

1.4.2 Objetivos específicos

Determinar una concentración de fórmula nutritiva y analizar sus efectos en el crecimiento y producción de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*).

Establecer una mezcla de sustrato en la producción de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*).

1.5 ESTRATEGIA EXPERIMENTAL



Referencias

Acosta-Peñaloza, M., A. D. C., D., Nava-Gómez, L. M., Andrade-Rodríguez, M., Alia-Tejagal, I., & Villegas-Torres, O. G. (2007). Efecto del tipo de sustrato en el crecimiento inicial de plantas ornamentales en contenedor. *PRODUCCIÓN AGRÍCOLA*, 4, 1-8.

Andrzejak, R., Janowska, B., Reńska, B., & Kosiada, T. (2021). Effect of Trichoderma spp and Fertilization on the Flowering of Begonia^x tuberhybrida Voss. 'Picotee Sunburst'. *Agronomy*, 11(7), 1278.

Backes, R. L. y Finger, F. L. 2007. Cultivo hidropónico de lisianto para flor de corte em sistema de fluxo laminar de nutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42(11):1561-1566

Borges-Gómez, I., Soria-Fregosa, M., & Ruz-Febles, N. (2003). Contenido de macronutrientes en sustratos de bagazo de henequén y excreta porcina y su efecto en el desarrollo de plántulas de papaya. *Revista Chapingo serie Horticultura*, 9, 291-304.

Cabrera C. A., R. P. Cabrera., J. Morán., J.S. Terán., H.M. Molina., G.A. Meza., y C.L. Tamayo. 2018. Evaluación de dos abonos orgánicos líquidos en la producción del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en el litoral ecuatoriano. *Rev. de las Agrociencias*. 20: 29-39.

Cabrera, J. R., & Orozco, M. R. R. (2003). Diagnóstico sobre las plantas ornamentales en el estado de Morelos. *INIFAP. México*.

Cabrera, R. I. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista chapingo serie horticultura*, 5(1), 5-11.

Castillo-González, A. M. (2018). Respuesta de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) cv. Echo blue a diferentes dosis de nitrógeno. *Agro Productividad*, 11(8).

Padrón-chan A M., Villanueva Couoh E., Cristobal-Alejo J. Garruña-Hernández R, desde el Herbario CICY 13: 29–35 (11/febrero/2021) Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/ISSN: 2395-8790

Domínguez, A. R. (2002). Cultivo del lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). Flores de Altura AM, Arteaga, Coahuila Disponible en: <http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia07.pdf>.

Domínguez R. A. 2008. Lisianthus: una especie con alto potencial. Consejo Mexicano de la Flor. Ornamentales. Primera Parte 16: 24-25.

FIRA 2003. Agricultura Orgánica. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. Boletín Informativo. Núm. 322

Fox, R. 1998. Lisianthus a specialty cut flower. Practical Hydroponics & Greenhouses. pp.43-51.

Gayosso-Rodríguez, S., Borges-Gómez, L., Villanueva-Couoh, E., Estrada-Botello, M. A., & Garruña-Hernández, R. (2016). Sustratos para producción de flores. *Agrociencia*, 50(5), 617-631.

Gayosso S., L. Borges., E. Villanueva., M. Estrad., y R. Garruña. 2018. Caracterización física y química de materiales orgánicos para sustratos agrícolas. *Agrociencia*. 52: 639-652.

Halevy, A. and Kofranek, A. 1984. Evaluation of Lisianthus as a new flower crop. *HortScience* 5 (19):.845-847.

Harbaugh B. 2007. Lisianthus *Eustoma grandiflorum*. In: flower breeding and genetics. Neil O. Anderson Ed. *Springer*, pp. 645-664. University of Florida, Gulf Coast Research and Education Center, 5007 60th Street East, Bradenton, FL 34203 U.S.A.

Hernández-Pérez, A., Villegas-Torres, O. G., Valdez-Aguilar, L. A., Alia-Tejagal, I., López-Martínez, V., & Domínguez-Patiño, M. L. (2015). Tolerancia de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) a elevadas concentraciones de amonio en la solución nutritiva. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(3), 467-482.

Larson, R.A. 2004. Introducción a la floricultura. (Ed). AGT editor. México. 543 p.

Llorente B. E., M. A. Alasia., y E.E. Larraburu. 2016. Biofertilization with *Azospirillum brasilense* improves in vitro culture of *Handroanthus ochraceus*, a forestry, ornamental and medicinal plant. *New Biotechnology*. 33: 32-40.

Mazuela, P.; De La Riva, F. y Urrestarazu, G. M. 2007. Cultivo de lisianthus en

perlita. Planta flor 124:92-94.

Melgares de Aguilar, C. J. 1996. El cultivo del Lisianthus. Primera parte. Horticultura 113(1316):13-16.

MONTES, S. D. V. (2017). Crecimiento y desarrollo de plantas de Solanum lycopersicum y Eustoma grandiflorum en respuesta a nanopartículas de óxido de zinc y mezclas de sustratos.

Ohkawa, K; Kano, A.; Kanematsu.; Korenaga M. 1991. Effects of air temperatura and time or rosette formation in seedlings of estoma grandiflorum (raf.) sin. horticulturae .48 (1-2):171-176.

Plan Rector del Sistema Producto Ornamental. 2012. Estado de Yucatán. http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/estatales/ept%20comite%20sistema%20producto%20ornamentales%20edo%20de%20mex/plan%20rector%20que%20contiene%20programa%20de%20trabajo%202012/pr_ornamentales_edo_mex_2012.pdf. (Consulta: febrero 2022).

Reid, M. S. 2009. Poscosecha de las flores cortadas, manejo y recomendaciones. Universidad California. Davis, E.U.A. 154 p.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación) 2013. El valor de la producción de ornamentales en México fue más de cinco mil millones de pesos en 2011. Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera. México, DF. Boletín 5/13. <http://www.siap.gob.mx/produccion-ornamental-mexico/>. (Consulta: febrero 2022).

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación) 2022 Al cierre 2021, el país registro un volumen superior a las 27 millones de gruesas de distintas variedades de flores, con un valor de sei mil 396 millones de pesos, informo la secretaria de agricultura y desarrollo rural. Mexico DF. Boletin 054. <http://www.gob.mx/agricultura/prensa/lista-la-produccion-de-flores-ornamental> (Consultado: Marzo 2022)

Servicio de información agroalimentaria y pesquera. 2021. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (consulta: octubre 2022).

- Turner B.L. 2014.** Taxonomic overview of Eustoma (Gentianaceae). *Phytologia* 96 (1)7
Disponible en: http://www.phytologia.org/uploads/2/3/4/2/23422706/9617-11turner_eustoma.pdf
- Valdez L. A., D. Alvarado., y M. Cadena.** 2018. Crecimiento y programa de fertilización para lisianthus en base a la acumulación nutrimental. *Agroproductividad*. 11: 3-11.
- Villanueva-Couoh, E.,** Alcántar-González, G., Sánchez-García, P., Soria-Fregoso, M., & Larque-Saavedra, A. (2010). Nutrición mineral con nitrógeno, fósforo y potasio para la producción de *Chrysanthemum morifolium* Ramat. con sustratos regionales en Yucatán, México. *Terra Latinoamericana*, 28(1), 43-52.
- Villavicencio Gutiérrez, E. E.,** Trejo Téllez, L. I., Bañuelos Herrera, L., López López, M. Á., & Arellano Ostoia, G. (2019). Nutrición mineral con nitrógeno, fósforo y potasio en la producción del barril azul en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(SPE23), 313-323.
- Xiao, R. F.,** Wang, J. P., Ruan, C. Q., Pan, Z. Z., Zhu, Y. J., & Liu, B. (2018). Root and stem rot on lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) in China caused by *Fusarium solani*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 40(3), 455-460.
- Zaccai M., y N. Edri.** 2002. Floral transition in lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). *Sci. Hort.* 95: 133-340

CAPITULO II

RESPUESTA DE (*Eustoma grandiflorum*) A CONCENTRACIONES DE SOLUCION NUTRITIVA EN MEZCLAS DE SUSTRATOS

Manuela Guadalupe **Canul-Solis**¹, Eduardo **Villanueva-Couoh**^{1*}, Carlos Juan **Alvarado-López**²,
Luis Leonardo **Pinzón-López**¹

¹Tecnológico Nacional de México, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Conkal

²Catedras CONAHCYT-Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico S/N, Conkal, Yucatán, México. C.P 97345.

***Autor para correspondencia:** eduardo.vc@conkal.tecnm.mx

2.1 Resumen

El lisianthus es una especie con alto potencial económico que abastece la demanda ornamental. La nutrición mineral en niveles óptimos y el uso de sustrato derivados de origen animal o vegetal son factores fundamentales para el desarrollo de plantas en contenedor, El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la nutrición mineral en mezclas de sustratos para el cultivo de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). El cultivo se estableció en condiciones protegidas, en un diseño experimental de bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas, los tratamientos fueron 3 concentraciones de solución nutritiva al 100 % (250 N, 60 K, 120 P, 40 Ca, 41 Mg, 30 S, mg L⁻¹) de esta se obtuvieron las de 70 %, 50 % y un testigo de solo agua, combinadas con mezclas de sustratos compuestas por residuo orgánico (cerdaza) al 10, 20 y 30 %, fibra de coco, bagazo de henequén, agrolita y suelo. En fenología floral presento 20 % más precocidad de IF en 70 % de concentración con la mezcla de 30 % RO, 40 % BH, 30 % AG, siendo 20 % mayor en diámetro y número floral, en PMS el área foliar, tallo, capullo/flor en comparación a los demás tratamientos. En intercambio de gases la tasa foto sintética indicó valores altos en la misma mezcla, el orden de acumulación de minerales que

presento fue: N, P, K, Fe, Zn, Mn, la CE permaneció en rangos de 2.4 adecuados para el cultivo.

Palabras clave: Lisianthus, mezclas de sustrato, residuo orgánico.

2.1.1 ABSTRACT

Lisianthus is a species with high economic potential that supplies the ornamental demand. Mineral nutrition at optimal levels and the use of substrate derived from animal or plant origin are fundamental factors for the development of container plants. The objective of the study was to evaluate the effect of mineral nutrition in substrate mixtures for the cultivation of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). It was established under protected conditions, in a randomized block experimental design with a split plot arrangement, the treatments were 3 concentrations of 100% nutrient solution (250 N, 60 K, 120 P, 40 Ca, 41 Mg, 30 S, mg L⁻¹) 70%, 50% and water, combined with substrate mixtures composed of organic waste (cerdaza) at 10, 20 and 30%, coconut fiber, henequen bagasse, agrolite and soil. In floral phenology I present 20% more precocity of IF in 70% concentration with the mixture of 30% RO, 40% BH, 30% AG, being 20% greater in diameter and floral number, in PMS the leaf area, stem, bud /flower compared to the other treatments. In gas exchange, the photo-synthetic rate indicated high values in the same mixture, the order of accumulation of minerals that was presented was: N, P, K, Fe, Zn, Mn, the EC remained in ranges of 2.4, suitable for cultivation.

Keywords: Lisianthus, substrate mixtures, organic waste.