

BIOLOGÍA, IMPORTANCIA ECONÓMICA Y PRINCIPALES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN LISIANTHUS: UNA ESPECIE ORNAMENTAL NATIVA DE MÉXICO

BIOLOGY, ECONOMIC IMPORTANCE AND MAIN RESEARCH LINES IN LISIANTHUS: AN ORNAMENTAL SPECIES NATIVE TO MEXICO

Fernández-Pavía, Y. L.^{1*}; Trejo-Téllez, L. I.¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

*Autor de correspondencia: mapale1@colpos.mx

ABSTRACT

Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) is an ornamental species that has gained international relevance in the last decade. Nevertheless, despite being native to Mexico, our country has not detonated its cultivation, which could represent an alternative to consolidate national floriculture. To contribute to the knowledge of lisianthus, this review presents aspects related to its origin, classification and botanical description, economic importance and outstanding research carried out in this species.

Keywords: Gentianaceae, *Eustoma grandiflorum*, phylogenetic resources, native flora, ornamental horticulture.

RESUMEN

El lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) es una especie ornamental que ha cobrado relevancia internacional en la última década. No obstante, a pesar de ser originaria de México, en el país no se ha detonado su cultivo, el cual podría representar una alternativa para consolidar la floricultura nacional. Con el objetivo de contribuir al conocimiento del lisianthus, en esta revisión se presentan aspectos relacionados con su origen, clasificación y descripción botánica, importancia económica e investigación destacada que se realiza en esta especie.

Palabras clave: Gentianaceae, *Eustoma grandiflorum*, recursos fitogenéticos, flora nativa, horticultura ornamental.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 8, agosto. 2018. pp: 177-182.

Recibido: febrero, 2018. **Aceptado:** julio, 2018.



INTRODUCCIÓN

En México se encuentran representados la mayoría de los ecosistemas conocidos en el mundo, debido a su ubicación geográfica, compleja topografía y a la amplia variedad de suelos existentes. En este contexto, el estudio de la flora es de suma importancia por la gran diversidad, al poseer nuestro país, el 10% de las especies vegetales conocidas en el planeta.

Por más de 14,000 años en el territorio que hoy ocupa México, ha sido de particular importancia el desarrollo de conocimientos sobre flores nativas, siendo muchas de ellas especies útiles para la subsistencia (Casas *et al.*, 1997). Además, en el México prehispánico, las flores eran asociadas a divinidades y tenían también carácter de deidades.

De las cerca de 30,000 especies que se estiman existen en el territorio mexicano (Rzedowski, 1993), entre 5,000 y 7,000 tienen algún uso (Caballero, 1984; Casas y Caballero, 1995). Sin embargo, la producción agrícola concentra su actividad en alrededor de 20 especies, con lo cual se abastece el mercado mundial en la producción de alimentos, forrajes y aceites. En la diversificación agrícola, la horticultura ornamental tiene un rol trascendental, siendo una alternativa el lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn), especie nativa de México con potencial económico alto en los mercados nacionales e internacionales por su belleza, colores intensos y la longevidad de sus flores (Mazuela *et al.*, 2007). En este contexto, esta revisión presenta aspectos relevantes de lisianthus relacionados con su origen, clasificación y descripción botánica, importancia económica, así como investigaciones destacadas; lo anterior con el objetivo de contribuir a su conocimiento.

ORIGEN DEL LISIANTHUS, CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Eustoma es un género de plantas con flores perteneciente a la familia Gentianaceae, descrito por Richard Anthony Salisbury en 1806 (Salisbury, 1806). El nombre genérico *Eustoma* deriva de las palabras griegas Eu (hermoso, bueno, bien) y de estoma (boca) (Jamal *et al.*, 2013); por otra parte, el nombre de la especie "*grandiflorum*" se refiere a las flores grandes (Shaw, 2014).

El género *Eustoma* se trata como si tuviera dos especies parcialmente simpátricas: una extendida, de floración pequeña, *E. exaltatum*; y *E. russellianum* más restringida y de flores grandes. *E. russellianum* es nativa del sur de Estados Unidos y México y es bienal; mientras que *E. exaltatum* es nativa del sur de Estados Unidos, México, América Central y las Indias Occidentales y crece de manera perenne. Ambas especies tienen flores moradas con forma de embudo campanular, pero los lóbulos de la corola de *E. exaltatum* alcanzan una longitud de hasta 2.5 cm, mientras que aquellos de *E. russellianum* tienen una longitud de 5 a 6 cm; la mayoría del material en cultivo se dice que pertenece a esta última especie. Ambas especies son diploides con $n=32$ cromosomas (Turner, 2014).

La especie *Eustoma russellianum* era comúnmente conocida como *Lisianthus russellianus* cuando se incluyó por primera vez en catálogos

de semillas a principios de los 80 en los Estados Unidos. Fue solo un corto tiempo antes de que su nombre científico fuera reconocido como *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. (sinónimos *Eustoma andrewsii*; *E. russellianum*; *Lisianthus russellianus*). Dado que los productores se habían acostumbrado a utilizar el nombre de género "*Lisianthus*", el nombre común de *Eustoma grandiflorum* entre los productores y el público en general hoy sigue siendo lisianthus (Harbaugh, 2007). Así también en la literatura científica prevalece el nombre científico *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn sobre *Eustoma russellianum* (Hook.) G. Don. En lo siguiente, se usará lisianthus o *E. grandiflorum*, especie motivo de esta revisión.

La especie *E. grandiflorum* es una planta anual o bienal, angiosperma dicotiledónea con tallo monopodial que se ramifica apicalmente después de la aparición de varias hojas verdaderas. El tallo principal tiene una longitud que oscila entre 40 y 50 cm, mientras que en híbridos mejorados de 60 a 90 cm (De La Riva-Morales *et al.*, 2013). El tallo produce una flor terminal mientras que otras flores racemosas continúan desarrollándose en las ramas. La inflorescencia determinada parece ser más o menos paniculada, con flores individuales sencillas o dobles en pedúnculos. La flor madura tiene un cáliz de cinco sépalos, una corola de cinco pétalos, cinco estambres unidos a la corola y un ovario unicelular con dos estigmas (Zaccai y Edri, 2002). Plantas silvestres de esta especie presentan flores con coloraciones entre azul y púrpura como se observa en la Figura 1 (Melgares de Aguilar, 1996). En variedades híbridas F1 se encuentran flo-

res blancas, rojas, o con mezcla de colores, etc. (De La Riva-Morales et al., 2013).

IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL LISIANTHUS

El lisianthus es un cultivo floral relativamente nuevo en el mercado internacional. Sin embargo, se ha ubicado rápidamente entre las principales flores de corte a nivel global. Lo anterior, especialmente debido al color de sus flores y a la excelente vida después de la cosecha (Harbaugh, 2007). Cada inflorescencia de lisianthus puede tener hasta 10 flores individuales y la planta dependiendo si es anual o bienal puede producir hasta 10 inflorescencias por temporada (Cho et al., 2001).

Destaca la producción de esta especie en los Países Bajos, donde se comercializaron cerca de 119 millones de tallos en 2012, a través de las empresas FloraHolland y Plantion. Asimismo, en 2012 en Estados Unidos y Taiwán se comercializaron cerca de 10 y 14.9 millones de tallos de lisianthus, respectivamente (Hanks, 2015). En el año 2008, en Japón se comercializaron 23.4 millones de tallos de esta especie (INFOCENTER-FIA, 2010). Además, es de destacarse que, en Japón en 2012, el lisianthus ocupó el tercer lugar entre las especies ornamentales por superficie sembrada (435 ha) y en ese mismo año, en Taiwán se ubicó en el sexto lugar también por superficie sembrada (130 ha), mientras que en los Países Bajos en el lugar 10 (45 ha) (Hanks, 2015).

En México, la superficie cultivada de lisianthus es de cerca de 4 ha. Los principales sitios productores son Artega, Coahuila; Zacatepec, Morelos; Villa Guerrero, Estado de México; Tecamachalco, Puebla; y Guadalajara, Jalisco (SAGARPA-SICDE, 2010, citado por Castillo-González et al., 2017).

El valor de la producción de lisianthus en las empresas neerlandesas FloraHolland y Plantion fue en 2012 de 41.5 millones de euros; mientras que en Estados Unidos el valor de las ventas de lisianthus también para el año 2012



Figura 1. Aspecto de plantas silvestres de *Eustoma grandiflorum* (<https://www.naturalista.mx/taxa/128610-Eustoma-grandiflorum>).

fue de cerca de 3.2 millones de euros (Hanks, 2015).

INVESTIGACIÓN EN LISIANTHUS

Los esfuerzos de investigación en lisianthus se han centrado en la producción de semillas híbridas F1, floración uniforme durante todo el año, falta de formación de rosetas, tolerancia al calor, color de la flor, tamaño y forma de la flor, flores dobles, resistencia a enfermedades e hibridación interespecífica (Harbaugh, 2007). Es importante destacar que la investigación en esta especie es realizada tanto por el sector empresarial como por centros de investigación y universidades.

La empresa danesa Global Flowers realiza anualmente entre 100 y 150 mil cruzamientos para la obtención de parentales y se logran aproximadamente 1000 híbridos de interés potencial; asimismo, busca líneas de variedades naturalmente enanas,

tanto para corte como para maceta, que permitan la reducción o supriman el uso de reguladores de crecimiento. Otras líneas de investigación que tiene Global Flowers son la generación de flores dobles, flores con pétalos de bordes coloreados, tallos con flores más pequeñas que faciliten su transporte, así como la producción de semillas comerciales (Namesny, 2005). Por otra parte, la empresa japonesa Sakata, anunció en 2016, el desarrollo del primer tipo de lisianthus en el mundo que no produce polen, lo que representa dos ventajas fundamentales, los pétalos se mantienen sin manchas que éste causa y la ausencia de polinización puede significar una vida en florero más prolongada (Sakata Seed Corporation, 2016).

La Unidad Zapopan del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. (CIATEJ) realiza mejoramiento genético en lisianthus, donde mediante hibridación inter-específica (cruzamiento de especies silvestres con alguna característica de interés para transferirlas a las especies de interés comercial), se busca generar materiales mexicanos resistentes a climas cálidos con temperaturas superiores a

25 °C (Barba-González *et al.*, 2017; CIATEJ, 2018).

Otra área de investigación que se ha abordado es la fitosanitaria. Xiao *et al.* (2018) reportaron que *Fusarium solani* causa pudrición de raíz y tallo en esta especie; asimismo identificaron a *Fusarium oxysporum* como agente causal de la marchitez en lisianthus (Firmino *et al.*, 2017). Se ha descrito también como un problema en la producción de lisianthus, la presencia de nemátodos del género *Meloidogyne*, en particular Schochow *et al.* (2004) reporta *M. javanica*, *M. incognita* y *M. hapla*; mientras que, Neves *et al.* (2017) reportan *M. arenaria*. Por otra parte, el virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV, por sus siglas en inglés) también se ha identificado en lisianthus, causando síntomas de mosaico y marchitamiento, necrosis en hojas y ramas (Yoon *et al.*, 2017). En cuanto a nutrición de lisianthus, Frett *et al.* (2008) encontraron que la aplicación de 100 a 1,500 mg L⁻¹ de N en solución a la semana, maximizó la floración y el crecimiento de las plantas. Por su parte, Hernández-Pérez *et al.* (2015) definieron relaciones óptimas de NO₃⁻:NH₄⁺ entre los 75:25 y 50:50% en la fase vegetativa y reproductiva, intervalos que en la mayoría de especies vegetales serían tóxicos por los niveles de amonio. Además, Hernández-Pérez *et al.* (2016) encontraron que la aplicación de 50% del aporte de N en forma de amonio incrementó el área foliar, diámetro de tallo, botones florales y el contenido de clorofilas, en tanto que el incremento en el aporte de calcio disminuyó el área foliar y el contenido de clorofilas. Sin embargo, la aplicación de calcio quelatado con lisina aumenta la vida de florero en esta especie (Saeedi *et al.*, 2015). Por su

parte, Castillo-González *et al.* (2017) reportaron que la acumulación de biomasa y extracción nutrimental en lisianthus se incrementa con el desarrollo de la planta. La etapa de mayor acumulación de biomasa y extracción nutrimental fue la de formación de los botones florales (90 a 140 días después del trasplante). La biomasa total fue de 4.97 g por planta, 231 g m⁻². La extracción total en g m⁻² fue: N, 2.4; P, 0.46; K, 3.3; Ca, 0.8; Mg, 1; Fe, 0.017; Cu, 0.004; Zn, 0.02; B, 0.009 y Mn, 0.014. El orden de extracción fue: K>N>Mg>Ca>P>Zn>Fe>Mn>B>Cu. La parte aérea fue la que acumuló mayor biomasa y nutrimentos.

Recientemente se ha iniciado una línea de investigación sobre bioestimulación a través de elementos benéficos en lisianthus en el Colegio de Postgraduados (México). Como ejemplo de los hallazgos preliminares, destaca el hecho de que las aplicaciones de La como La(NO₃)₃ 6H₂O durante el ciclo productivo en la solución nutritiva, son una alternativa para favorecer los parámetros de calidad evaluados en la variedad Mariachi Blue de lisianthus (Torres-Flores *et al.*, 2018).

El área en la que tal vez exista mayor investigación en lisianthus es en la de poscosecha de tallos cortados donde se han evaluado una amplia variedad de sustancias como soluciones de pulso y preservantes, como se ejemplifica a continuación. Liao *et al.* (2001) reportaron incremento en la vida de lisianthus en florero de 8 a 15 d cuando se utiliza 150 mg de sulfato de aluminio L⁻¹ como solución preservante. Kazemi *et al.* (2011) evaluaron el empleo de combinaciones de glutamina, ácido succínico, ácido salicílico y ácido cí-

trico como solución preservativa en lisianthus; los resultados mostraron que la combinación de combinaciones de 3 mM glutamina, 4 mM ácido succínico y 2 mM ácido salicílico incrementó la vida en florero y disminuyó el porcentaje de marchitez respecto al testigo. Los aceites esenciales de *Zataria multiflora* y *Echinophora platyloba* han mostrado prolongar la vida del lisianthus en florero, con la ventaja adicional de que, al ser sustancias naturales, son seguras y biodegradables (Bayat *et al.*, 2013). Así también se ha mostrado que el uso de inhibidores de la peroxidasa en combinación con citrato de hidroxiquinolina (HQC) incrementan la vida en florero al mejorar la absorción de agua y retrasar la pérdida de peso fresco (Sharifzadeh *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

El lisianthus es una especie nativa del norte de México y sur de los Estados Unidos que ha cobrado importancia gracias a la diversidad de colores de sus flores y a su larga vida de florero. El mercado de estas flores sigue en expansión, lo que representa una ventana de oportunidad para países como México que pueden elevar la producción de esta ornamental. En cuanto a investigaciones, se tienen avances importantes en cuanto a manejo sanitario, nutrición, bioestimulación y sobre todo manejo poscosecha de las flores. Siendo esta especie nativa de México, se considera necesario impulsar mayores investigaciones, principalmente encaminadas a la generación de materiales mejorados que permitan reducir las importaciones de esquejes y consolidar una planta productiva nacional, que sea capaz de abastecer otros mercados internacionales.

LITERATURA CITADA

- Barba-González R., Tapia-Campos E., Lara-Bañuelos T.Y., Cepeda-Cornejo V. 2017. Lisianthus (*Eustoma*) breeding through interspecific hybridization. *Acta Horticulturae* 1171: 241-244.
- Bayat H., Geimadil R., Saadabad A.A. 2013. Treatment with Essential Oils Extends the Vase Life of Cut Flowers of Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). *Journal of Medicinal Plants and By-products* 2: 163-169.
- Caballero J. 1984. Recursos comestibles potenciales. In: Reyna T. T. Seminario sobre la alimentación en México. Instituto de Geografía, México. Universidad Autónoma de México. pp. 114-125.
- Camargo M.S., Shimizu L.K., Saito A.M., Kameoka H.C., Mello C.S., Carmello C.Q.A. 2004. Crescimento e absorção de nutrientes pelo Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivado em solo. *Horticultura Brasileira* 22 (1):143-146.
- Casas A., Caballero J. 1995 Domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Ciencias* 50: 36-45.
- Casas A., Caballero J., Mapes C., Zárate S. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61: 31-47.
- Castillo-González A.M., Avitia-García E., Valdez-Aguilar L.A., Velázquez-Maldonado J. 2017. Extracción nutrimental en lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) cv. Mariachi Pink. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8: 345-354.
- Cho M.S., Celikel F.G., Dodge L., Reid M.S. 2001. Sucrose enhances the postharvest quality of cut flowers of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Acta Horticulturae* 543: 305-315.
- CIATEJ. 2018. Mejoramiento genético de las flores. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ). Sistema de Centros Públicos de Investigación CONACyT. Disponible en línea en: <https://centrosconacyt.mx/objeto/mejoramiento-genetico-de-las-flores/>
- De La Riva-Morales F.P., Mazuela-Águila P.C., Urrestarazu-Gavilán M. 2013. Comportamiento productivo del lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 19: 141-150.
- Domínguez A.R. 2002. Cultivo Del Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). Flores de Altura A. M., Arteaga, Coahuila Disponible en: <http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia07.pdf>
- Firmino A.C., Dourado F.A., Furtado E.L. 2017. *Fusarium oxysporum* causing wilt in *Eustoma grandiflorum* in Brazil. *Summa Phytopathologica* 43: 250.
- Frett J.J., Kelly J.W., Harbaugh B.K., Roh M. 2008. Optimizing nitrogen and calcium nutrition of lisianthus. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 19: 13-34.
- Harbaugh B.K. 2007. Chapter 24. Lisianthus. In: Anderson N. O. (ed.). *Flower Breeding and Genetics*. Springer: Berlin, Germany. pp. 645-663.
- Hanks G. 2015. A review of production statistics for the cut-flower and foliage sector 2015 (parto f AHDB Horticulture funden Project PO BOF 002a). The National Cut Flower Centre. UK. 102 p.
- Hernández-Pérez A., Villegas-Torres O.G., Valdez-Aguilar L.A., Alía-Tejacal 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: 467-482.
- Hernández-Pérez A., Valdez-Aguilar L.A., Villegas-Torres O.G., Alía-Tejacal I., Trejo-Téllez L.I., Sainz-Aispuro M.J. 2016. Effects of ammonium and calcium on lisianthus growth. *Horticulture, Environment and Biotechnology* 57: 123-131.
- INFOCENTER-FIA. 2010. Análisis Mundial de Estrategia e Innovación Relacionada con las Tecnologías Aplicadas a la Producción de Flor y Follaje de Corte como Oportunidad de Alto Valor Añadido e Identificación de Oportunidades de Mercado para las Especies de la Oferta Chilena y las Especies que Presenten Ventajas Comparativas para Chile. Centro de Inteligencia Competitiva, Económica y Tecnológica. Gobierno de Chile. Fundación para la Innovación Agraria. Santiago de Chile, Chile. 419 p.
- Jamal A.F.M.U., Islam M.S., Mehraj H., Roni M.Z.K., Shahrin S. 2013. An Evaluation of Some Japanese Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) Varieties Grown in Bangladesh *The Agriculturists* 11(1): 56-60.
- Kazemi M., Aran M., Zamani S. 2011. Extending the Vase Life of Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Mariachii. cv. blue) with Different Preservatives. *American Journal of Plant Physiology* 6: 167-175.
- Liao L. J., Lin Y.H., Huang K.L., Chen W.S. 2001. Vase life of *Eustoma grandiflorum* as affected by aluminum sulfate. *Botanical Bulletin Academia Sinica Taipei* 42: 35-38.
- Mazuela P., De La Riva F., Urrestarazu G. M. 2007. Cultivo de lisianthus en perla. *Planta flor* 124: 92-94.
- Melgares de Aguilar C.J. 1996. El cultivo de lisianthus (II parte). *Horticultura*. 114: 47-50.
- Namesny A. 2005. De Lisianthus a capsicum mejora genética en ornamentales. *Horticultura* 47: 34-37.
- Neves C.G., Bellé C., Nascimento M.B., Grolli P.R. 2017. First Report of *Meloidogyne arenaria* on Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) in Brazil. *Plant Disease* 101: 511.
- Rzedowski J. 1993. Diversity and origins of the Phanerogamic Flora of Mexico. In: Ramamoorthy T. P., Bye R., Lot A., Fa J. (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press: NuevaYork, USA. pp. 129-145.
- Sakata Seed Corporation. 2016. Sakata Announces the Development of the World's First Pollen-Free Lisianthus. Disponible en línea en: <https://www.sakataseed.co.jp/corporate/news/20160707K.html>
- Saeedi R., Etemadi N., Nikbakht A., Khoshgoftarmanesh A.H., Sabzalian M.R. 2015. Calcium Chelated with Amino Acids Improves Quality and Postharvest Life of Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* cv. Cinderella Lime). *HortScience* 50: 1394-1398.
- Salisbury R. A. 1806. *The Paradisus Londonensis: or Coloured Figures of Plants Cultivated in the Vicinity of the Metropolis*. Vol 1. W. Hooker: London, UK.
- Schochow M., Tjosvold S.A., Ploeg A.T. 2004. Host Status of Lisianthus 'Mariachi Lime Green' for Three Species of Root-knot Nematodes. *HortScience* 39: 120-123.
- Sharifzadeh K., Asil M.H., Roein Z., Sharifzadeh M. 2014. Effect of 8-hydroxyquinoline citrate, sucrose and peroxidase inhibitors on vase life of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* L.) cut flowers. *Journal of Horticultural Research* 22: 41-47.

- Shaw D. 2014. Large-flowered *Trillium*. *Trillium grandiflorum*. Minnesota Board of Water and Soil Resources. Disponible en línea en: <http://www.bwsr.state.mn.us/news/webnews/may2014/5.pdf>
- Torres-Flores N.I., Trejo-Téllez L.I., Alcántar-González G., Gómez-Merino F.C., Trejo-Téllez B.I., Sánchez-García P. 2018. Calidad de los tallos florales de lisianthus var. Mariachi Blue tratados con lantano. *In: Memorias del XV Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia*. 5 p.
- Turner B. L. 2014. Taxonomic overview of *Eustoma* (Gentianaceae). *Phytologia* 96: 7-11.
- 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* Doi: 10.1080/07060661.2018.1474263
- Yoon J. Y., Choi G. S., Choi S. K. 2017. First Report of Tomato spotted wilt virus in *Eustoma grandiflorum* in Korea. *Plant Disease* 191: 515.
- Zaccai M., Edri N. 2002. Floral transition in lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). *Scientia Horticulturae* 95: 333-340.

