

VARIABLES MORFOLÓGICAS DE *Gerbera x hybrida* ASOCIADAS A LA INCIDENCIA DE *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

Daniela Espinoza-Gutierrez, Santa Mayra Alcantar-Acosta, Sotero Aguilar-Medel, Martha Elena Mora-Herrera y Jaime Mejía-Carranza✉

Centro Universitario Tenancingo, Universidad Autónoma del Estado de México. Carretera Tenancingo-Villa Guerrero Km. 1.5. C. P. 52400. Tenancingo, estado de México, México.

Autor de correspondencia: jmejia@uaemex.mx.

RESUMEN. El cultivo de gerbera (*Gerbera x hybrida*) en el sur del Estado de México es de importancia económica, sin embargo es afectado en rendimiento y calidad por la mosca blanca, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856. El objetivo del presente estudio fue comparar la variación morfológica de 10 genotipos de gerbera y su relación con la incidencia de *T. vaporariorum*. La investigación se realizó en el Centro Universitario UAEM Tenancingo, Estado de México. El diseño experimental fue de bloques al azar con 10 repeticiones. La infestación del insecto fue natural al inicio de la emisión del capítulo floral. A los 30 y 55 días después de la infestación se contabilizaron ninfas al centro del envés de la hoja en un cm² y el número de adultos por hoja; también se midió el número, largo y ancho de las hojas. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre genotipos en la incidencia del insecto y el número, largo y ancho de hoja. El ancho de la hoja se correlacionó positivamente con el total de insectos ($r = 0.77$, $p \leq 0.05$) y con adultos ($r = 0.81$, $p \leq 0.05$). Los resultados indicaron variación morfológica entre genotipos y en la incidencia del insecto, favorecida a un mayor ancho de hoja.

Palabras clave: Variación morfológica, floricultura, gerbera, mosca blanca.

Morphological variables of *Gerbera x hybrida* associated with the incidence of *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 (Hemiptera: Aleyrodidae)

ABSTRACT. The cultivation of gerbera (*Gerbera x hybrida*) in the south of the State of Mexico is of economic importance, however it is affected in yield and quality by the whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856. The objective of the present study was to compare the morphological variation of 10 gerbera genotypes and their relation to the incidence of *T. vaporariorum*. The research was conducted at the UAEM Tenancingo University Center, State of Mexico. The experimental design was randomized blocks with 10 repetitions. The infestation of the insect was natural at the beginning of the emission of the flower head. At 30 and 55 days after the infestation, nymphs were counted in the center of the back of the leaf in one cm² and the number of adults per leaf; the number, length and width of the leaves were also measured. The results showed highly significant differences ($P \leq 0.01$) between genotypes in the incidence of the insect and the number, length and width of the leaf. Leaf width correlated positively with total insects ($r = 0.77$, $p \leq 0.05$) and with adults ($r = 0.81$, $p \leq 0.05$). The results indicated morphological variation among genotypes and in the incidence of the insect, favored at a greater leaf width.

Key words: Morphological variation, floriculture, gerbera, whitefly.

INTRODUCCIÓN

La floricultura en el estado de México es importante por la derrama económica, la cual se estima en 5995 millones de pesos anuales, además de la generación de empleos directos e indirectos (Andrade y Castro, 2018). Particularmente, en el estado de México la gerbera ocupa el quinto lugar en superficie cultivada con 100 ha distribuidas principalmente en Villa Guerrero, Tenancingo, Coatepec Harinas y Zumpahuacan, seguido del crisantemo (*Dendranthema grandiflora* (Ramat) Kimatura), rosa (*Rosa x hybrida* L.), gladiolo (*Gladiolus grandiflorum* L.) y lilies (*Lilium* spp.) (SIAP, 2017). Sin embargo, la floricultura enfrenta daños significativos por plagas como la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 (Hemiptera: Aleyrodidae), cuyas ninfas al

alimentarse de las hojas excretan melaza que permite el crecimiento de fumagina, moho negro que cubre la epidermis de las hojas y afecta drásticamente la actividad fotosintética de la planta. El control de *T. vaporariorum* es principalmente por aplicaciones químicas, cuyo uso continuo promueve por una parte el desarrollo de resistencia en plagas y por la otra una disminución de insectos benéficos (parasitoides y depredadores) (Kapantaidaki *et al.*, 2018). Por lo tanto, la implementación de alternativas ambientalmente amigables para el control de esta plaga, son necesarias, como la utilización de plantas resistentes (Yousaf *et al.*, 2019). En este sentido, para el caso de gerbera existen más de 50 géneros distribuidos en América del Sur, Asia tropical, África (Bañon *et al.*, 1993) e incluso México (Katinas, 1998) que, sumados a las diferentes variedades comerciales, pueden ser aprovechadas para la selección y desarrollo de nueva variabilidad. En la región sur del Estado de México ya se han desarrollado por hibridación artificial (Rivera, 2015) nuevos materiales de gerbera, de los cuales algunos se han seleccionado por sus cualidades comerciales de rendimiento, altura de pedúnculo, diámetro de capítulo, y vida en florero. Dichos materiales con el interés de identificar genotipos resistentes, se han evaluado en variables bioquímicas asociadas a la resistencia a *T. vaporariorum*, como lo son fenoles totales, capacidad antioxidante y actividad de enzimas peroxidadas, cuyos valores entre los genotipos evaluados, se correlacionaron con la presencia de la mosca blanca, sugiriendo implicaciones en los métodos de selección y mejoramiento de esta especie (Alcantar *et al.*, 2017; Alcantar *et al.*, 2018). Sin embargo, aun cuando se menciona que la variación morfológica de las plantas influye en la incidencia de plagas como la mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae), trips *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera: Thripidae), jassids *Amrasca biguttula* (Ishida) (Hemiptera: Cicadellidae) y pulgón *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) (Yousaf *et al.*, 2019), no se tienen reportes de la región sur del Estado de México sobre la variación morfológica de la gerbera y su relación con la incidencia de insectos como *T. vaporariorum* que complemente los trabajos en bioquímica ya antes mencionados. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue comparar la variación morfológica de 10 genotipos de gerbera en número, largo y ancho de hojas y su relación con la incidencia de mosca blanca.

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se hizo de junio a diciembre de 2018 en las instalaciones del Centro Universitario Tenancingo de la Universidad Autónoma del Estado de México, ubicado en el Km 1.5 de la carretera Tenancingo-Villa Guerrero a 18° 97' 03'' N y 99° 61' 17'' O con una altitud de 2200 m. Se evaluaron 10 genotipos de gerbera, siete de ellos generados por hibridación por Rivera (2015) e identificados como, Sofía, Estrella, Andrea, Magda, Lisieka, Carmín y Morelia; los tres restantes son variedades comerciales de la empresa holandesa Terra Nigra de nombres Dino, Opera y Completa. Plántulas de cada genotipo de 10 cm de altura obtenidas por micro propagación se plantaron en macetas de plástico de 20 l con sustrato previamente desinfectado compuesto por una mezcla de turba y perlita expandida en una relación 2:1(v/v), con un intervalo de pH de 5.5 a 6.0 y se establecieron en invernadero de plástico lechoso calibre 30, con humedad relativa de 70 % y temperatura promedio de 18 °C. El diseño experimental fue de bloques al azar con 10 repeticiones por genotipo. La infestación con *T. vaporariorum* fue de manera natural al inicio de la emisión del capítulo floral, durante un período de 30 días, tiempo en el cual no se realizaron aplicaciones de insecticidas. A los 30 días (emisión de capítulo floral) y 55 días (floración) después de la infestación, en hojas maduras completamente desplegadas y fotosintéticamente activas, se midió la incidencia de mosca blanca contabilizando el número de adultos por hoja de cada muestra (modificado de Morales y Cermeli, 2001) y número de ninfas en un cm² al centro del envés de la hoja de cada genotipo. Además, se midió el número de hojas por planta, el ancho y la longitud de

la hoja (cm). Con el empleo del programa InfoStat®, los datos obtenidos se evaluaron por análisis de varianza y donde hubo diferencias se aplicó la prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$); también se hizo una correlación de Pearson para largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH), número de hojas (NH), número de ninfas (N), número de adultos (A) y total de insectos (N + A).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para la incidencia de insectos (adultos + ninfas) entre genotipos en las dos etapas fenológicas (Fig. 1). En emisión de capítulo floral, todos los genotipos presentaron incidencia similar de mosca blanca a excepción de Lisieka, que presentó 28 veces más la presencia de mosca blanca (14 insectos) con respecto a Completa (0.5 insectos). Mientras que, en la etapa de floración los genotipos Lisieka (ocho insectos) y Magda (siete insectos) fueron las que mostraron un mayor número de insectos (Fig. 1). La diferencia entre valores extremos del genotipo con menor incidencia (Completa) al de mayor (Lisieka) fue de alrededor de ocho veces. La comparación de medias (Tukey $\alpha = 0.05$) agrupo los genotipos en dos categorías en la etapa de emisión de capítulo floral y en tres categorías en la etapa de floración, que sugieren básicamente la clasificación de genotipos en grupos sensibles, moderadamente resistentes y resistentes. Resultados similares en variación dentro de especies a la incidencia de mosca blanca, han sido reportados en cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) con *B. tabaci* (Nombela y Mariano, 2010) y en plántulas de mano de oso (*Oreopanax floribundus*) con *T. vaporariorum* (Calderón- Hernández, 2018).

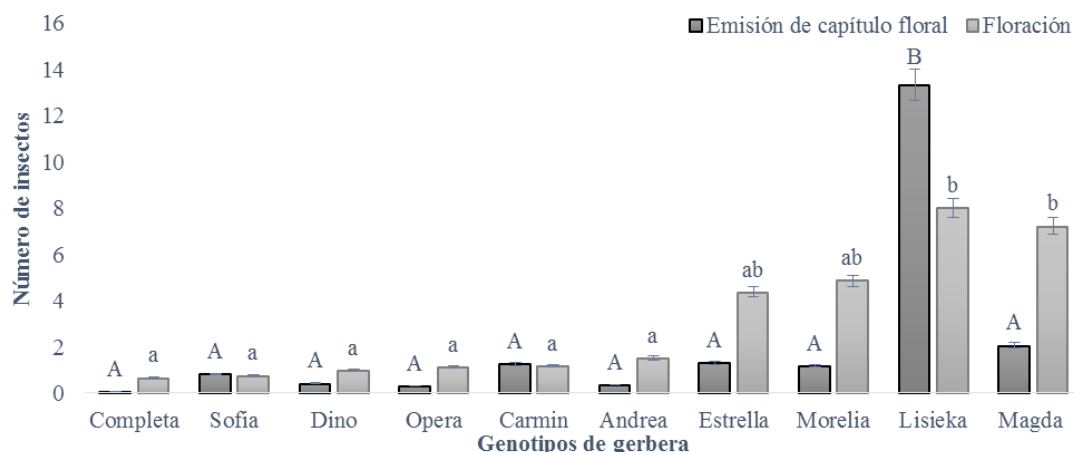


Figura 1. Incidencia de mosca blanca *T. Vaporariorum* en 10 genotipos de *Gerbera x hybrida* (ninfas + adultos) en dos etapas fenológicas (emisión de capítulo floral y floración). Barras con la misma letra no difieren significativamente ($P \leq 0.05$). Barras de error son error estándar. Letras mayúsculas= comparación de medias en emisión de capítulo floral, letras minúsculas= comparación de medias en floración.

La variación de largo de hoja de una etapa fenológica a otra en cada genotipo fue relativamente mínima, lo que indica cese de crecimiento prácticamente desde la emisión de capítulo floral. En ambas etapas, hubo diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre genotipos (Fig. 2). En emisión de capítulo floral, la comparación de medias categorizó a cuatro grupos diferentes (A, AB, BC y C), en tanto que en floración fueron seis grupos los que se constituyeron (a, ab, abc, cd, bcd y d). La variada categorización de medias denotó variabilidad genética entre los genotipos. Reportes similares para largo de hoja en gerbera ya han sido publicados, en donde también se señala la variación entre cultivares (Kumari *et al.*, 2010).

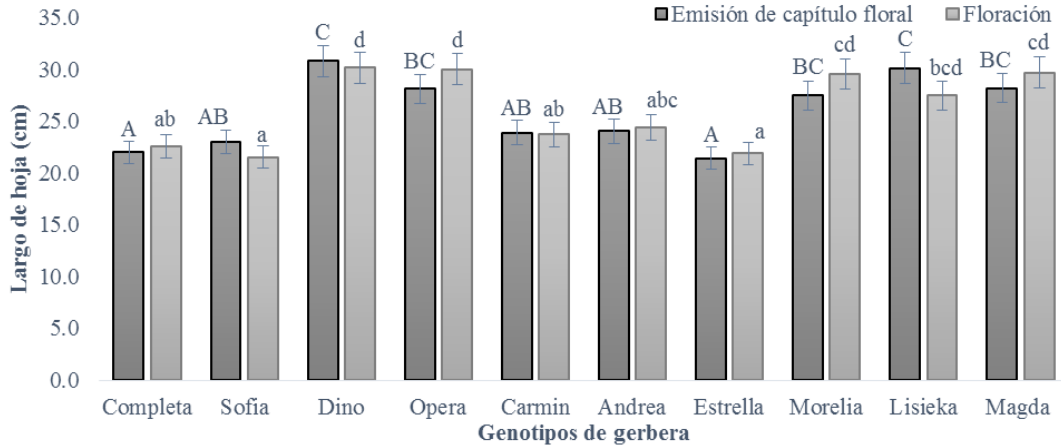


Figura 2. Largo de la hoja (cm) en 10 genotipos de *Gerbera x hybrida* correspondiente a dos etapas fenológicas (Emisión de capítulo floral y Floración) Barras con la misma letra no difieren significativamente ($P \leq 0.05$). Barras de error son error estándar. Letras mayúsculas= comparación de medias en emisión de capítulo floral, letras minúsculas= comparación de medias en floración.

El ancho de la hoja de la etapa de emisión de capítulo floral a floración dentro de cada genotipo, no mostro variación, al igual que el largo de la hoja, evidenció cese de crecimiento a partir de la etapa de emisión de capítulo floral. Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los genotipos en las dos etapas fenológicas evaluadas (Fig. 3). Tanto en emisión de capítulo floral como en floración, Lisieka, presentó el mayor ancho de hoja y Completa el menor. La comparación de medias (Tukey $\alpha = 0.05$) en ambas etapas clasificó a los genotipos en cuatro grupos, que al igual que para largo de hoja, explican una variación importante dentro de los genotipos, que, para efectos de selección y programas de mejoramiento, pudieran representar una excelente oportunidad para un fenotipo de interés determinado. Resultados similares sobre variabilidad morfológica dentro de gerbera ya se han reportado en la comparación de 18 cultivares exóticos de gerbera (Biswall *et al.*, 2017).

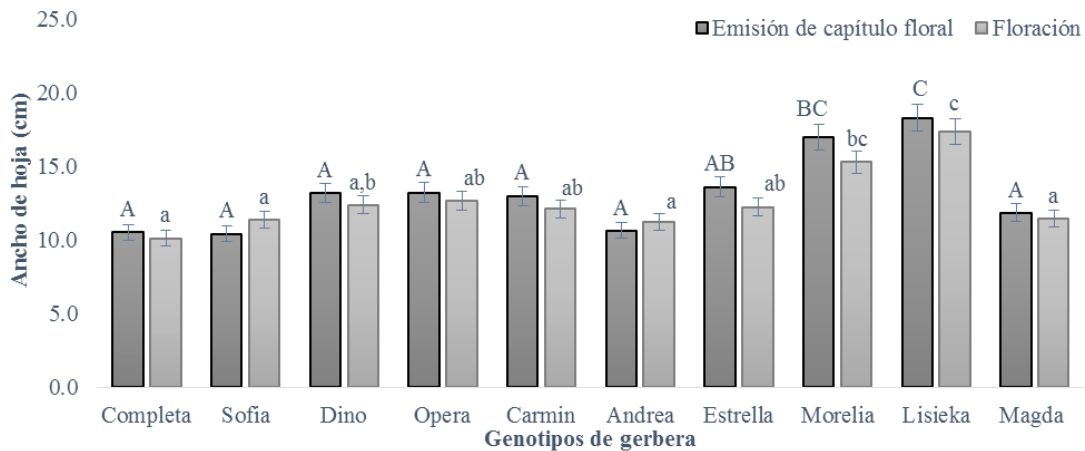


Figura 3. Ancho de la hoja (cm) en 10 genotipos de *Gerbera x hybrida* correspondiente a dos etapas fenológicas (emisión de capítulo floral y floración). Barras con la misma letra no difieren significativamente ($P \leq 0.05$). Barras de error son error estándar. Letras mayúsculas = comparación de medias en emisión de capítulo floral, letras minúsculas= comparación de medias en floración.

El número de hojas de la etapa de emisión de capítulo floral a floración dentro de cada genotipo se incrementó de manera diferencial, lo que indicó desarrollo variable de hojas adicionales de acuerdo al genotipo. Hubo diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para esta variable tanto en emisión de capítulo floral como en floración (Fig. 4). La comparación de medias (Tukey $\alpha = 0.05$) en ambas etapas clasificó a los genotipos en siete grupos, lo que indicó una mayor variación entre genotipos para este carácter. En otros estudios sobre crecimiento, rendimiento, calidad y floración ya se ha reportado que existe variabilidad en número de hojas entre cultivares de gerbera (Mahmood *et al.*, 2013; Hossain *et al.*, 2015).

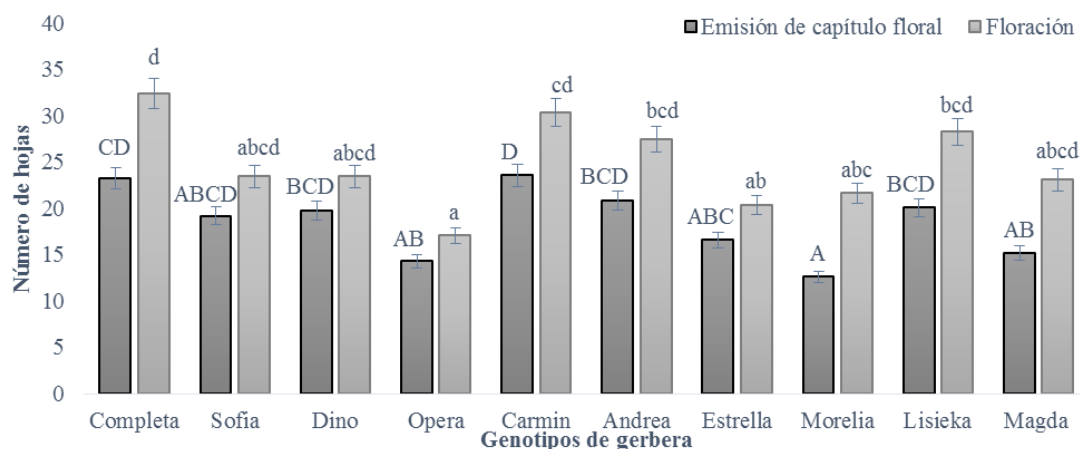


Figura 4. Número de hojas en 10 genotipos de *Gerbera x hybrida* correspondiente a dos etapas fenológicas (emisión de capítulo floral y floración). Barras con la misma letra no difieren significativamente ($P \leq 0.05$). Barras de error son error estándar Letras mayúsculas = emisión de capítulo floral; letras minúsculas= floración.

En la asociación entre variables (Cuadro 1), de interés fueron las correlaciones positivas y significativas entre el ancho de la hoja con el total de insectos (ninfas + adultos) ($r = 0.77$; $P \leq 0.05$) y número de adultos ($r = 0.81$; $P \leq 0.05$). La correlación entre largo y ancho de la hoja fue positiva, pero no significativa. Aunque el largo de la hoja, en esta investigación, no se correlacionó significativamente con insectos, Loges *et al.* (2004), reportaron correlaciones significativas en la longitud de la hoja de cebolla con la incidencia de *T. tabaci*. Por otra parte, Casallas-Pabon *et al.* (2010), mencionaron que las plantas de la familia Asteraceae, a comparación de otras como Annonaceae, Fabaceae y Malvaceae, tienen mayor impacto en la incidencia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) como resultado de un crecimiento más rápido de la planta.

Cuadro 1. Matriz de correlación Pearson para seis variables medidas en 10 genotipos de *Gerbera x hybrida*.

	LH	AH	NH	N + A	N	A
LH	1.00					
AH	0.54	1.00				
NH	-0.42	-0.25	1.00			
N+A	0.36	0.77*	-0.01	1.00		
N	0.33	0.49	-0.06	0.89**	1.00	
A	0.35	0.81**	0.004	0.99**	0.84**	1.00

LH= Largo Hoja, AH= Ancho Hoja, NH= Numero Hojas, N + A= Total de insectos, N= Ninfas, A= Adultos. **= valores altamente significativos.

CONCLUSIONES

La variación morfológica para número, largo y ancho de hojas, sugiere una amplia variabilidad genética entre genotipos para estos caracteres. De igual manera, hubo variación en la incidencia de mosca blanca entre genotipos de gerbera, condición que se asoció positivamente con el ancho de la hoja. Por lo tanto, en un esquema de selección para menor incidencia de *T. vaporariorum* son preferibles genotipos de gerbera con hoja angosta.

Literatura Citada

- Alcantar-Acosta, S. M., Rivera-Colín, A., Mora-Herrera, M. E., Aguilar-Medel, S. y J. Mejía-Carranza. 2017. Incidencia de mosca blanca y su relación con el contenido de fenoles totales en híbridos de gerbera. *Entomología mexicana*, 4: 341–346.
- Alcantar-Acosta, S. M., Mora-Herrera, M. E., Aguilar-Medel, S., Rivera-Colín, A. y J. Mejía-Carranza. 2018. Actividad enzimática de las peroxidasas en *Gerbera x hybrida* con incidencia de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 (Hemiptera: Aleyrodidae). *Entomología mexicana*, 5: 401–407.
- Andrade, G. J. A. y D. P. Castro. 2018. Redes migratorias en el mercado de trabajo de la floricultura en el Estado de México (México). *Revista de Antropología Social*, 27(1): 145–168. <http://dx.doi.org/10.5209/RASO.59436>.
- Bañon, A. S., Cifuentes, R. D., Fernández J. A. y G. A. González. 1993. *Gerbera, Lilium, Tulipán y Rosa*. Ed. Mundi- Prensa, España, 250 pp.
- Biswall, M., Palai-Chhuria S. K. S. and P. Sahu. 2017. Evaluation of exotic cultivars of Gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) under naturally ventilated polyhouse in Western Odisha. *Society of Krishi Vigyan*, 5(2): 70–76. DOI: 10.5958/2349-4433.2017.00017.4.
- Casallas-Pabón, D., Rojas-Zamora O. y J. Insuasty-Torres. 2010. Variación de la herbívora y prueba de aceptabilidad en plantas con estrategias de crecimiento rápido y lento. Pp. 4–15. In: C. C. Sandoval, M. B. Ramírez y D. F. Casallas-Pabón (Eds.). *Interacciones planta animal: Ecología evolutiva y conservación*, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Bogotá.
- Calderón-Hernández, M. 2018. Evaluación del efecto de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en el crecimiento de plántulas de *Oreopanax floribundus* (Araliaceae). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(164): 255–261. <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.668>.
- Hossain, S., Jolly, S. N., Mehraj, H. and A. F. M. Jarnal-Uddin. 2015. Performance on growth and flowering of sixteen hybrid gerbera cultivars. *International Journal of Business, Social and Scientific Research*, 3(2): 87–92.
- Kapantaidaki, D. E., Sadikoglou, E., Tsakireli, D., Kampanis, V., Stavrakaki, M., Schorn, C., Ilias, A., Riga, M., Tsiamis, G., Nauen, R., Skavdis, G., Vontas J. and A. Tsagkarakou. 2018. Insecticide resistance in *Trialeurodes vaporariorum* populations and novel diagnostics for kdr mutations. *Pest Management Science*, 74(1): 59–69. <https://doi.org/10.1002/ps.4674>.
- Katinas, L. 1998. The Mexican *Chaptalia hintonii* is a Gerbera (Asteraceae, Mutisieae). *Novon*, 8(4): 380–385. <https://doi.org/10.2307/3391860>.
- Kumari, A., Patel, K. S. and D. D. Nayee. 2010. Evaluation of different cultivars of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex hooker F.) for growth, yield and quality grown under fan and pad cooled greenhouse conditions. *Asian Journal of Horticulture*, 5(2): 309–310.
- Loges, V., Lemos, M. A., Resende, L.V., Menezes, D., Candeia J. A. y V. F. Santos. 2004. Correlações entre caracteres agronômicos associados à resistência a tripses em cebola. *Horticultura Brasileira*, 22(3): 624–627.
- Mahmood, M. A., Ahmad, N. and M. S. Akhtar. 2013. Comparative evaluation of growth, yield and quality characteristics of various Gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) cultivars under protected condition. *Journal of Ornamental Plants*, 3(4): 235–241.
- Morales, P. y M. Cermeli. 2001. Evaluación de la preferencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemíptera: Aleyrodidae) en cinco cultivos agrícolas. *Entomotropica*, 16(2): 73–78.

- Nombela, G. and M. Mariano. 2010. Host plant resistance for the management of *Bemisia tabaci*: a multi-crop survey with emphasis on tomato. Pp. 357–383. In: P. A. Stansly and S. E. Naranjo (Eds.). *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest*. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2460-2_14.
- Rivera, C. A. 2015. *Generación de híbridos de Gerbera (Gerbera jamesonii Bolus)*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de México, Tenancingo, Estado de México. México.
- (SIAP) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2017. *Cierre de la producción agrícola*. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php. (Fecha de consulta: 25-II-2019).
- Yousaf, U., Asgher, A. and J. Iqbal. 2019. Morphological, physiological and molecular markers for the development of resistance in cotton against insect pests. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 2(4): 1–12. <https://doi.org/10.9734/AJRCS/2018/46537>.